



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**STUDIE EFEKTIVNOSTI VYUŽITÍ LINKY VE VYBRANÉM
PROVOZU**

THE STUDY OF EFFECTIVENESS OF THE USE OF MACHINES IN THE SELECTED OPERATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Kašpárek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Bc. Jan Kašpárek**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce: **prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Studie efektivity využití linky ve vybraném provozu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Efektivnost využití linky k navýšení produktivity práce u vybrané skupiny výrobního zařízení.

Cíle diplomové práce:

Popis podnikání ve výrobní firmě se zaměřením na:

- výrobní program
- výrobní proces
- zákazníky

Analýza současného stavu průběhu technologických operací ve výrobním procesu

Vyhodnocení teoretických přístupů efektivity průběhu výrobního procesu

Návrh vazeb mezi technickou přípravou výroby a průběhem výrobního procesu

Podmínky realizace a přínosy

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016. 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

JUROVÁ, M. et al. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013. 260 s. ISBN 9788026500599.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-24-4099-5.

KOŠTURIÁK, J. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno: Computer Press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

RASTOGI, M. Production and operation management. Bangalore: University science press, 2010. 168 s. ISBN 978-938-0386-812.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha: GRADA Publishing, 2008. 190s. ISBN 978-80-247-2472-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na studii efektivnosti využití výrobní linky ve vybraném podniku. Cílem této práce je najít úzká místa ve výrobním procesu a navrhnout taková řešení, která povedou k časové úspoře. Výrobní linka byla analyzována z hlediska časové efektivnosti a výstupem jsou návrhy protipatření, která povedou ke zvýšení časové efektivnosti výrobní linky.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, sledování výrobní linky, plýtvání, časová efektivnost, galvanizace

ABSTRACT

The thesis focuses on the study of the effectiveness of the production line in selected company. The aim of this work is to find bottlenecks in production and provide solutions to find time savings. The production line was analysed in terms of time efficiency and the results of the analysis are countermeasures to increase time efficiency of the production line.

Key words

Lean manufacturing, analysis of the production line, waste, time efficiency, galvanization

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KAŠPÁREK, Jan. *Studie efektivnosti využití linky ve vybraném provozu*. Brno 2018. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 68 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Studie efektivity využití linky ve vybraném provozu** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Bc. Jan Kašpárek

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji paní prof. Ing. Marii Jurové, CSc., za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě CVP Galvanika s.r.o. za umožnění vypracování diplomové práce a všem zaměstnancům za vstřícný přístup a poskytnuté informace. Zvláště děkuji vedoucímu provozu panu Ondřeji Zálešákovi za odborné konzultace a poskytnuté materiály. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

Abstrakt.....	1
Prohlášení	2
Poděkování	3
Obsah	4
Úvod	6
1 Teoretická východiska práce	7
1.1 Výroba a výrobní management	7
1.2 Štíhlý podnik	8
1.3 Plýtvání.....	9
1.4 Štíhlá výroba	12
1.5 Metody štíhlé výroby	12
1.5.1 Metoda 5S	13
1.5.2 Vizuální management	14
1.5.3 Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)	15
1.5.4 Just In Time	15
1.5.5 Analýza a měření práce	17
1.5.6 Kanban.....	18
1.5.7 Kaizen	19
1.5.8 Total Productive Maintenance	20
2 Představení společnosti.....	25
2.1 Historie společnosti.....	26
2.2 Výrobní program.....	28
2.3 Výrobní proces	28
2.4 Organizační struktura firmy	30
2.5 Mapa procesů	31
3 Cíl řešení diplomové práce	32
4 Analytická část práce	33
4.1 Analýza použité technologie linky	33
4.2 Analýza výrobního času linky	41
4.3 Analýza navěšování na závěsový mechanismus	42
4.4 Analýza vyskládání dílců do palety	44
4.5 Analýza rozvozu materiálu.....	46
4.6 Shrnutí analýzy současného stavu	49
5 Vazby mezi technickou přípravou výroby a výrobním procesem	50
6 Vlastní návrhy řešení.....	51
6.1 Zrušení operace vyskládání dílců z palety.....	51

6.2 Změna jízdního řádu systému Milk Run	52
6.3 Změna skladového systému	54
7 Podmínky realizace, přínosy	56
7.1 Vyhodnocení varianty 1.....	56
7.2 Vyhodnocení varianty 2.....	57
7.3 Vyhodnocení varianty 3.....	59
Závěr	60
Seznam použitých zdrojů.....	63
Seznam obrázků.....	65
Seznam tabulek	67
Seznam použitých symbolů a zkratk	68

ÚVOD

V dnešní době díky stále náročnějším požadavkům zákazníka, který požaduje výrobek vysoké kvality za co nejpříznivější cenu a v co možná nejkratším čase, se firmy snaží optimalizovat výrobu tak, aby byla co nejlevnější, ale zároveň dosahovala požadovaného stupně kvality.

Dalším faktorem je neustálý nárůst konkurence a tlak konkurenčního prostředí, kterému firmy musí čelit. Proto správným zavedením metod štihlé výroby a dalších optimalizací, přináší úspory z různých druhů plýtvání a časové neefektivity a zvyšuje efektivitu výrobních zařízení.

Předmětem této diplomové práce je zjištění efektivnosti využití výrobní linky ve společnosti CVP Galvanika s.r.o. v pobočce ve Ždánicích. Tato závěsová výrobní linka slouží ke galvanickému pokovování již hotových výrobků využívaných zejména v automobilovém průmyslu.

Diplomová práce je rozdělena na několik kapitol. V první části jsou popsána teoretická východiska práce, následně je představena samotná společnost z hlediska historie, jejího výrobního programu a procesu. Další kapitola popisuje analýzu z hlediska časové efektivnosti výrobního procesu a mapuje tok výrobků podnikem. Výsledkem analýzy budou úzká místa ve výrobě, ve kterých je možné udělat zlepšení. Poslední část práce se zabývá vlastními návrhy řešení ke zlepšení současného stavu a jejich ekonomickým vyhodnocením.

Cílem této práce je, aby přinesla firmě přehled o časové efektivitě výrobní linky, definovala úzká místa a přinesla návrhy pro zlepšení, které případně společnost může použít.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Následující kapitola diplomové práce se zabývá vymezením a objasněním základních pojmů, které budou potřebné k vypracování analytických a praktických částí diplomové práce.

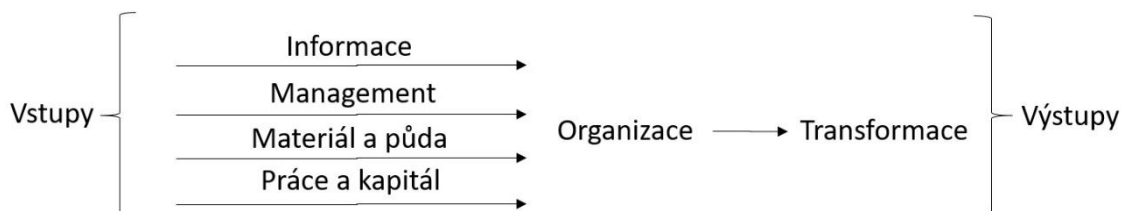
V kapitole budou objasněny pojmy výroba, štihlý podnik, plýtvání, štíhlá výroba a následně budou popsány metody štíhlé výroby.

1.1 Výroba a výrobní management

Výroba je základem, na kterém je postavena každá organizace. Pojem výroba označuje přeměnu výrobních statků na statky ekonomické a služby, které prochází spotřebou. Za statky se označují fyzické komodity, které jsou vyráběny za účelem vlastní spotřeby nebo směny. Hlavním účelem je přispívání k ekonomickému růstu a uspokojování potřeb.

Hlavními výrobními faktory (obr. 1), vstupy jsou:

- Informace
- Management
- Materiál a půda
- Práce a kapitál



Obr. 1 Hlavní výrobní faktory [1].

Výrobu členíme na:

- Kusová výroba – používá se pro produkci určitého typu různých výrobků v malých množstvích. Výrobky se odlišují dle specifikací zákazníka. Kusová výroba je také spojena s technologickým uspořádáním výrobního procesu,
- Sériová (opakovaná) výroba – produkuje jeden nebo několik podobných výrobků nebo služeb. Při použití pokročilého stupně standardizace výrobního procesu můžeme značně zvýšit stupeň efektivnosti. V dnešní době je tato výroba charakterizována nasazením specializovaného zařízení, včetně dílčí pružné automatizace,
- Hromadná výroba – se využívá k produkci uniformních výrobků a služeb. Použitím široké aplikace unifikace, hromadná výroba dosahuje nejvyššího stupně efektivnosti. Tato výroba je charakteristická použitím předmětného uspořádání výrobního procesu. Při této výrobě se využívá montážní linka s nasazením vysoce specializovaného zařízení a automatizace.

Výrobní management je označován jako management, který má za úkol zajistit transformaci výrobních vstupů na výstupy. Pro splnění cíle je nutné vytvořit plány, kterých má společnost v budoucnu dosáhnout. Dále je důležité zajistit vhodné řízení, které zahrnuje instruktáž a úkolování pracovníků, koordinaci všech zapojených do procesu a jejich následnou motivaci. Následuje kontrola, což je neustálé sledování, jestli je řízení úspěšné. Výrobní management (obr. 2) tedy stojí na třech základních pilířích tj. plánování, řízení a následná kontrola [1,2].

Základním cílem výrobního managementu je zajistit [1,2].:

- Optimální množství použitých surovin za vhodnou cenu
- Výrobu a poskytování služeb v požadované kvalitě a množství
- Inovace, zvýšení produktivity



Obr. 2 Výrobní management [2].

1.2 Štíhlý podnik

Štíhlý podnik definujeme jako podnik, který vytváří a provozuje soubor daných činností, které po něm požaduje jeho zákazník. Také zajišťuje eliminaci činností, se kterými zákazník není spokojen nebo které přispívají ke snížení hodnoty daného výrobku. Obecně lze tedy říci, že podstatou štíhlého podniku je získání větší sumy peněz a to pružněji a s menší námahou. Nejedná se pouze o snižování nákladů, ale také jde o zvýšení přidané hodnoty pro zákazníka. V podnikové praxi je štíhlým podnikem ten, který usiluje o redukci možných iniciátorů a vzniklých druhů plýtvání a zároveň tuto podnikovou etiku aplikuje jak do řad managementu, tak do řad výrobních operátorů.

V rámci struktury plnění programu štíhlého podniku (obr. 3) se jedná o štíhlou výrobu, štíhlou administrativu, štíhlou logistiku a štíhlý vývoj. Dále jsou tyto jednotlivé složky provázány s managementem znalostí a rozvojem kultury podniku. Nejedná se vždy jen o to, s jakou rychlostí dokáže daný výrobní podnik zajistit tok materiálu výrobou. Následně je důležité vědět, jak je na tom podnik z hlediska získávání a následného použití informací. Zjednodušeně lze říci, zda-li podnik dokáže kromě obecných metodik a postupů sám zdokonalit svůj štíhlý proces a následně ho rozšířit do dalších částí své kultury. Proto je v podnikové praxi důležité, aby manažeři dokázali správnou cestou nasměrovat optimální znalosti, vlastnosti a návyky svých

podřízených. Kromě vlastního rozvoje podnikové kultury, by rovněž mělo docházet i k funkci kontrolní. [3,4]



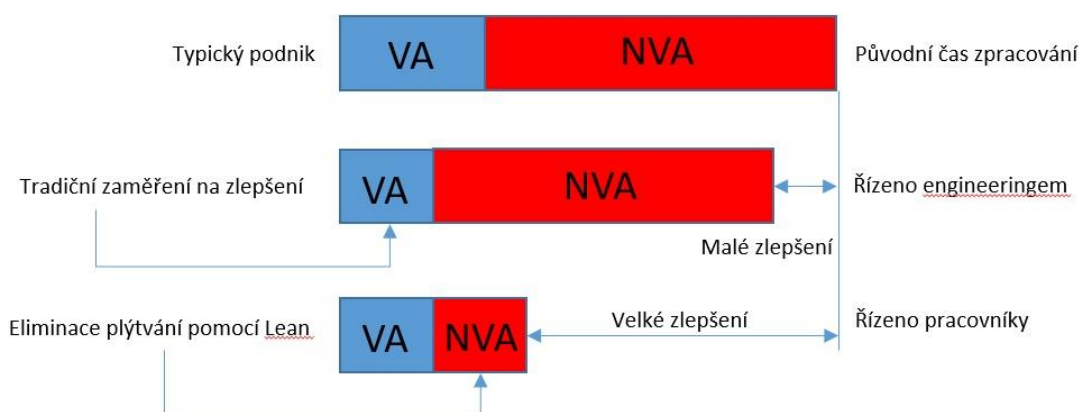
Obr. 3 Struktura štíhlého podniku [5].

1.3 Plýtvání

Pojem plýtvání, neboli anglicky „waste“, čí japonsky „muda“, lze definovat jako veškeré činnosti, které nepřidávají hodnotu výrobku nebo službě (obr. 4). V anglickém jazyku označujeme činnosti, které nepřidávají hodnotu jako NVA (Non-Value Added) a činnosti, které hodnotu přidávají, označujeme jako VA (Value Added). [6]

Skupiny vytvářející NVA [6]:

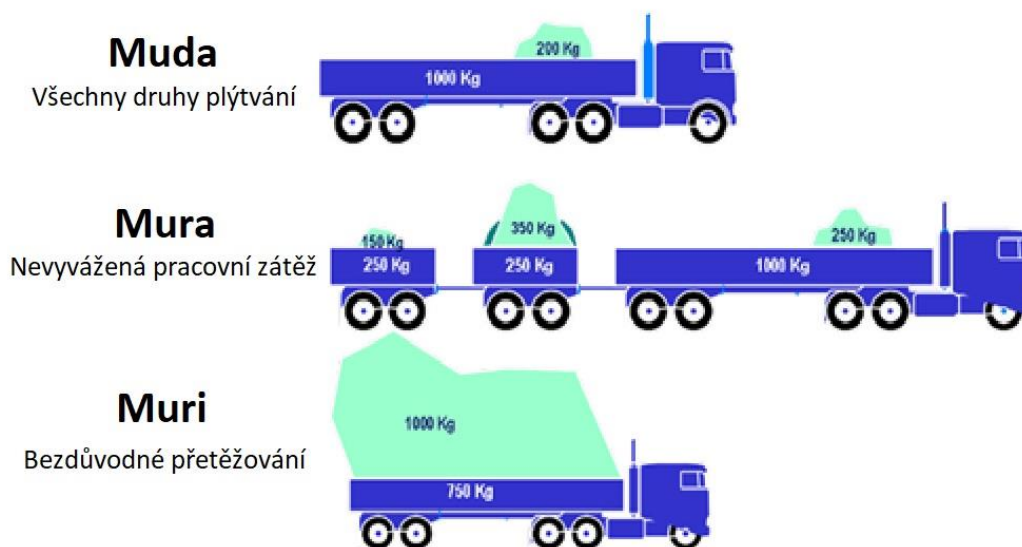
- Veškeré činnosti, které nevedou k rozvoji podnikání
- Vše, co zákazník není ochoten zaplatit
- Vše, co nepřidává hodnotu výslednému výrobku nebo službě



Obr. 4 Schéma přidané a nepřidané hodnoty [6].

V podnikové praxi si sám zákazník určuje, co pro něho znamená přidaná hodnota. Zákazník určuje, jaký výrobek si koupí, v jaké kvalitě, v jakém množství, do jakého termínu a za jakou cenu. Při splnění těchto podmínek je zákazník ochoten zakoupit produkt nebo službu. Většina podniků je schopna dané podmínky dodržet, ale jen menší část podniků je schopna podmínky dodržet bez plýtvání.

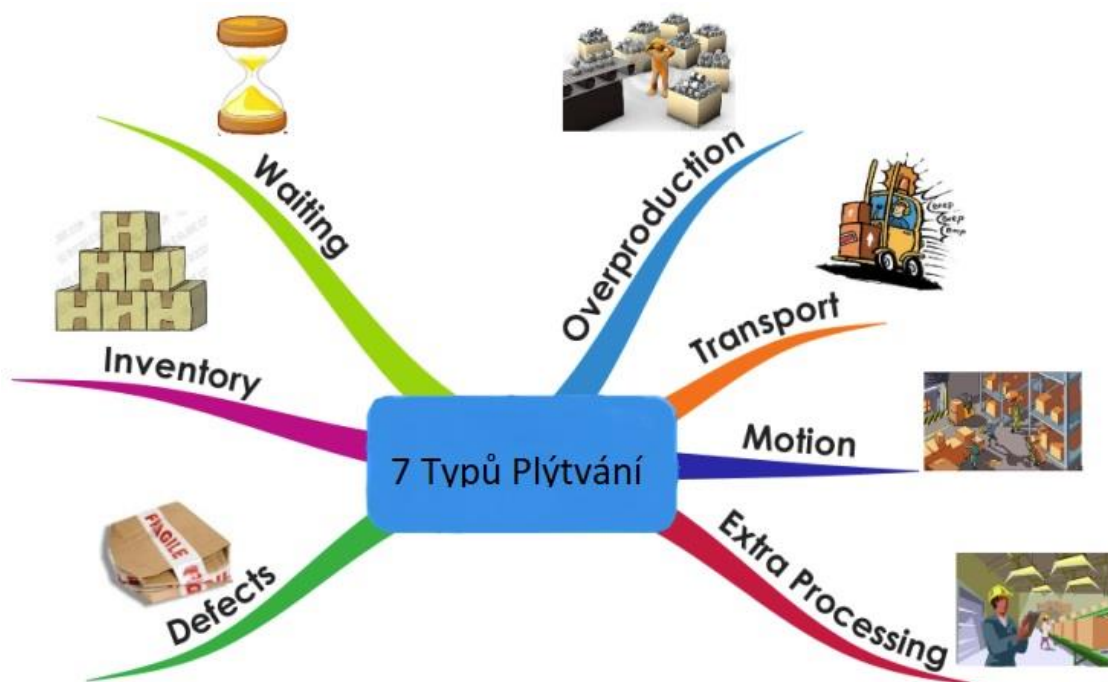
Pojmem Muda (obr. 5) označujeme veškeré druhy plýtvání a ztrát v podniku, které vedou ke snížení hospodárnosti společnosti a ke snížení produktivity. Pojem Mura označuje nevyváženost, tj. nevyvážená pracovní zátěž strojů nebo lidí. Pojem Muri vyjadřuje bezdůvodné přetěžování lidí nebo strojů. Zvláštním případem plýtvání může být např. přeprava materiálu nebo dílů, kterou nikdy nemůžeme eliminovat, jen co nejvíce optimalizovat. Takový případ označujeme jako Hiragana Muda [7, 8].



Obr. 5 Druhy plýtvání v podniku [9].

Základní rozdělení plýtvání je na sedm níže uvedených druhů (obr. 6), někdy se vyskytuje i osmý druh plýtvání, což je nevyužitý lidský potenciál [10].

- Zásoby (Inventory) – k dispozici je více materiálu, než je třeba
- Zbytečný pohyb (Motion) – pohyb, který nepřidává žádnou hodnotu
- Čekání (Waiting) – prostoje, vzniklé čekáním na materiál nebo dokončení cyklu stroje
- Doprava (Transport) – nadbytečná manipulace s výrobkem nebo materiálem
- Nadbytečná práce (Over-processing) – provádění činností, které nejsou požadovány
- Nadvýroba (Over-production) – vyšší výroba než je požadována nebo výroba dílů, které zákazník nepotřebuje
- Vady (Defects) – výroba vadných dílů, opravy, náhradní výroba
- Nevyužité schopnosti pracovníků (Skills, Staff) – ztráta nápadů nebo příležitostí je zlepšení



Obr. 6 7 typů plýtvání [10].

V dnešní době se také můžeme setkat s tzv. „novými druhy plýtvání“. Tímto pojmem se označuje plýtvání zejména v nevýrobních sektorech organizace. Jedná se o [10]:

- Administrativa – zbytečně složitá, nepřehledná administrativa je plýtváním
- Čas zákazníka – zbytečné zatěžování zákazníka dotazy, nejasnostmi je plýtvání
- Tržní příležitosti – nevyužití díry na trhu nebo jiných příležitostí je plýtváním

- Informační systém – nevhodné, zastaralé nebo již nefungující informační systémy jsou plýtváním
- Nejasná strategie – zbytečné provádění činností, které nejsou danými cíli strategie společnosti, je také plýtváním

1.4 Štíhlá výroba

Počátky štíhlé výroby byly položeny v období po 2. světové válce, kdy japonské firmy čelily poválečné krizi. Zejména japonské automobilky se potýkaly s malou poptávkou a proto se automobilka Toyota v čele s tehdejším prezidentem Toyodou Kiichirem, rozhodla implementovat změny, které vedly k eliminaci plýtvání a zvýšení efektivity. Velký přínos měli manažeři Taiichi Ohno a Shigeo Shing, kteří vymysleli metodu Toyota Production System. Tato metoda nebyla ve svých počátcích odpovídajícím způsobem podporována japonským průmyslem. Změna přišla v roce 1973, kdy vygradovala ropná krize a japonské firmy zaznamenaly pokles své produkce. Koncept Toyoty, který spočíval v odstraňování plýtvání a zvyšování efektivity byl pro firmy výhodný a to vedlo k nárůstu implementace této metody.

V dnešní době je štíhlá výroba (obr. 7) vnímána jako soubor nástrojů, který systematicky identifikuje a potlačuje všechny zdroje plýtvání za pomoci soustavného zlepšování výrobních procesů [11,12].



Obr. 7 Schéma štíhlé výroby [12].

1.5 Metody štíhlé výroby

V následující kapitole budou popsány nejpoužívanější metody a nástroje štíhlé výroby.

Popsány budou tyto metody [13]:

- 5S
- Vizualní management
- Mapování hodnotového toku (VSM)
- JIT
- Analýza a měření práce
- Kaizen
- Kanban
- TPM

1.5.1 Metoda 5S

Tato metoda je základním prvkem štíhlého podniku. Jedná se o souhrn kroků, které vedou k vytvoření uspořádaného a standardizovaného pracoviště. Metoda 5S přispívá k vysoké hospodárnosti, pořádku a čistotě na pracovišti. Program se skládá z 5 kroků, které začínají na písmeno „S“ [14,15].

Zavedení 5S do podniku obsahuje následující body [14,15] (obr. 8):

- Separovat – Seiri – cílem tohoto bodu je, aby na pracovišti byly jen předměty a položky, které jsou aktuálně potřebné pro provoz v daném množství. Vše nepotřebné se uklidí.
- Systematizovat – Seiton – tento bod má za úkol najít vhodné umístění pro všechny potřebné předměty a pomůcky. Položky musí být umístěny tak, aby je bylo snadné najít, snadno vzít, použít a následně vrátit na určené místo.
- Stále čistit – Seiso – následující krok má stanovit, co se na pracovišti bude čistit, jak často se bude čistit, co je k tomu potřeba a kdo ho bude provádět
- Standardizovat – Seiketsu – účelem tohoto kroku je vytvořit standard pracoviště, který by měl každý pracovník dodržovat. Důležitá je znalosti předchozích 3S. Každý pracovník by měl vědět, co, kde a proč má dělat, čistit a kontrolovat.
- Sebedisciplína – Shitsuke – posledním krokem je zajistit udržování současného stavu a jeho zlepšování.



Obr. 8 Metoda 5S [16].

Metoda 5S povede k [14,15]:

- zlepšení kvality,
- snížení zásob na pracovišti
- zkrácení doby montážních operací
- zmenšení potřebného pracovního prostoru
- zvýšení bezpečnosti

1.5.2 Vizualní management

Metodu vizuálního managementu můžeme chápat jako přenos informací vizuální cestou. Aby každý pracovník svou produktivitu mohl maximalizovat, je nutné poskytovat informace a instrukce o pracovních úkonech jednoduchým a jasným způsobem. Vizualizací výrobních činností, měřených parametrů, výsledků výrobního systému se zajistí zobrazení skutečného stavu věcí a bude každým pracovníkem snadno rozeznatelný. Vizuální prvky umožní okamžité odhalení abnormality procesu a následné přijmutí opatření.

Zavedení vizuálního managementu zajistí:

- Zlepšení produktivity
- Zvýšení bezpečnosti
- Zviditelnění problémů
- Finanční a časovou úsporu

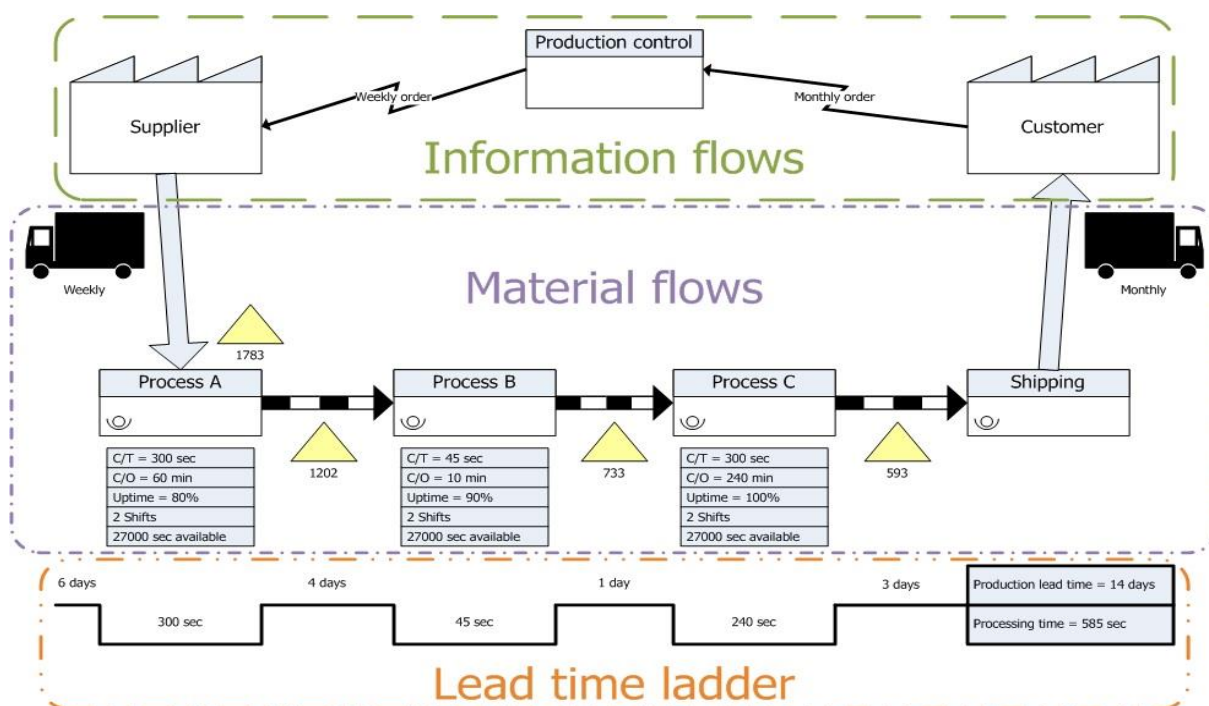
V podnikové praxi se s vizualizací můžeme setkat např. ve formě barevného kódování, grafů, obrázkové dokumentace, nástěnek, informačních tabulí (obr. 9) atd. [17].



Obr. 9 Příklad vizuálního managementu [18].

1.5.3 Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping)

Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping) je analytická technika, která patří k základním metodám štihlé výroby. Technika slouží k mapování hodnotového toku ve výrobních i administrativních procesech. Využívá grafického zobrazení toku (obr. 10) hodnoty, který může být materiálový, informační nebo jiný a pomáhá tak k hlubšímu pochopení materiálového toku produkčních procesů, které prochází celou organizací. Také zobrazuje návaznost na systém řízení podniku, plánování a požadavky zákazníka. VSM svou vizualizací umožní managementu identifikaci zbytečného plýtvání zdrojů. Procesy zahrnují mapu současného stavu, ale také se zaměřuje na budoucí stav, který má sloužit pro další zlepšení. Metoda pomáhá odhalit možné ztráty, úzká místa a příčiny neefektivních toků v celé organizaci [19, 20, 21].



Obr. 10 Mapování hodnotového toku [22].

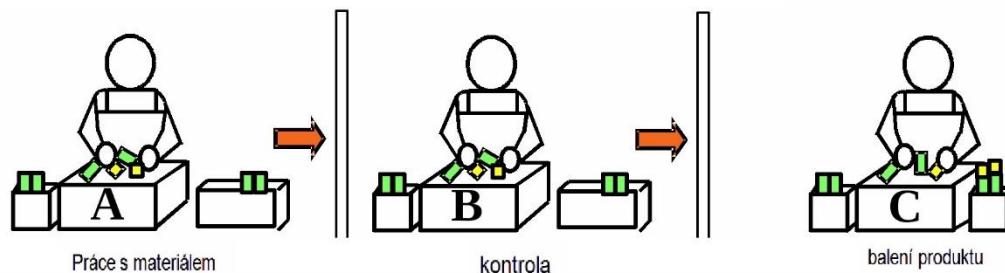
1.5.4 Just In Time

Metoda Just In Time je konceptem řízení výroby. Byla vytvořena v 60. letech minulého století v Japonsku v automobilce Toyota a je součástí tzv. „Toyota production system“. JIT je nástrojem pro zlepšení efektivity výroby a eliminaci plýtvání. Je to koncept pro okamžitou výrobu požadovaných produktů ve vynikající kvalitě a bez plýtvání. Zavedení JIT závisí na pružných dodávkách všech dodavatelů, aby bylo pružně vyhověno všem odběratelům.

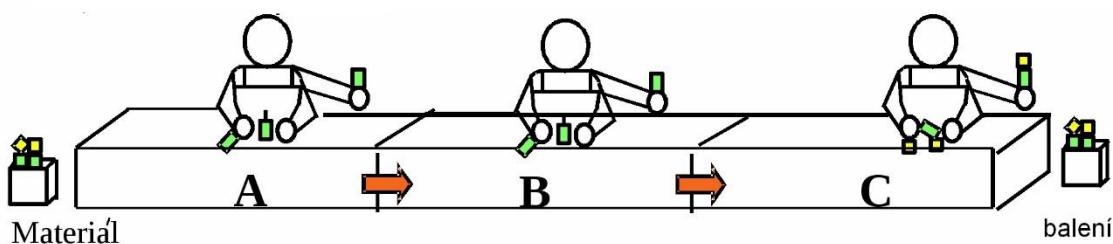
Základní myšlenkou Just In Time je vyrábět pouze to, co zákazník požaduje, a to v požadované kvalitě, jen v nezbytném množství a v co nejkratších časech. Je to náhrada skladování pravidelnými dodávkami materiálu v přesně daných, velmi krátkých intervalech přímo do výrobního podniku. Tyto opatření se zavádějí hlavně kvůli minimalizaci zásob, vázaného kapitálu a zároveň kvůli zlepšení pružnosti reakcí na požadavky zákazníka. Tato metoda se zabývá především řízením sériové výroby,

kde je zajištěn pravidelný a vyrovnaný odběr (obr. 11). Snaží se eliminovat ztráty v průběhu celého procesu výroby a logistiky [2, 23].

Postup výroby před zavedením JIT



Postup výroby před zavedením JIT



Obr. 11 Schéma metody JIT [24].

Pro zavedení JIT v podniku musíme dbát na základní součásti JIT [2, 23]:

- Vysoká úroveň kvality – nízká kvalita způsobuje poruchy hladkého výrobního toku. Pro zvýšení úrovně kvality je zapotřebí projektovat kvalitu do konstrukce každého výrobku a do všech technologií výrobního procesu. Jednou z možností zvýšení úrovně kvality s nízkými náklady je standardizace. S rozšířením standardizace je možné využít i automatizaci.
- Hladký výrobní tok – každá činnost ve výrobním procesu musí být pozorně koordinována vůči ostatním. Každá činnost musí logicky navazovat a vytvářet hladký výrobní tok.
- Nízké zásoby – malé množství nakupovaných dílů, materiálů, rozpracované výroby, finálních výrobků, atd. Skladování nízkého množství vede ke snížení vázanosti kapitálu. Malé zásoby taky zajistí úspory na meziskladech.
- Malé výrobní dávky – představují další snížení vázanosti kapitálů, zvýšení pružnosti a snížení nákladů. Malé výrobní dávky ale zvyšují náročnost řízení výrobního procesu.
- Rychlé a levné seřizování – malé výrobní dávky vyžadují mnohem častější seřizování strojů, proto je nutné změnit tradiční způsob organizace seřizování strojů. Příkladem je použití elektronických seřizovacích pomůcek, lepší organizace práce seřizovačů nebo také použití strojů s moderní konstrukcí.

- Účelné rozmístění strojů – použití předmětného uspořádání strojů, zkrácení vzdáleností mezi stroji, přemístění strojů, pomůcek, pracovníků, snížení přepravních nákladů
- Preventivní opravy a údržba strojů – snaha o minimalizaci poruch, protože náklady na rozběh výrobního řetězce JIT jsou velmi vysoké
- Vícestrojová obsluha (kvalifikace) – příprava operátorů strojů na obsluhu více druhů strojů, rozvoj tvořivosti, výrobních schopností a znalostí
- Méně spolehlivých dodavatelů – metoda JIT je založena na vytváření dlouhodobých vztahů s omezeným počtem naprosto spolehlivých dodavatelů
- Tažný systém výrobního toku zboží – schopnost vyrábět jen to, co se následně prodá. Každé pracoviště si řídí hlavně prodejem a poptávkou. Snaha vyrábět jen to, co si zákazník objednal.
- Tvůrčí systém rozhodování – soustředění se na dosažení a udržení hladkého výrobního toku
- Neustálé zdokonalování – neustálé a postupné zdokonalování výroby

1.5.5 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce jsou aktivity, které vedou k určení optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti. Je to nástroj, který slouží k vyhledání plýtvání a neefektivních činností ve výrobě. Nejdříve je vhodné se zaměřit na analýzu práce a identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti. Druhá fáze má za cíl měření práce, tedy určení spotřeby času na daný úkon. Výstupem je nový, zoptimalizovaný pracovní postup. Při použití nového postupu by měla nastat úspora času, bez plýtvání a neefektivních činností. Měření může probíhat pomocí tzv. chronometráží nebo snímku pracovního dne.

Chronometráž (obr. 12) se používá ke stanovení délky trvání daného pracovního děje. Metoda je založena na principu rozdělení měřené operace na několik dílčích úseků. Spotřeba času na jednotlivé úkony se zaznamenává do předem připraveného formuláře [25].

Chronometráž		Proces:		Produkt:		Pozoroval:		Čas/datum:		Strana:				
Činnosti procesu	Operátor											Čas cyklu stroje	Poznámky:	
	Druh činnosti:	Naměřené časy:												Stejně časy
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Výroba 1	Výměna nástroje	4	5	6	3	4	4	4	4	5	4	4		
	Seřízení stroje	6	8	10	15	9	10	10	7	11	10	10		
	Upnutí součásti	2	2	1	2	2	3	2				2		
	Cyklus stroje	1	1	1								1	6	
	Vytažení součásti	2	2	2	1	2	2					2		
	Kontrola vzhledu	8	11	8	20	7	8	9	9	9	8	8		
	Součet	27												

Obr. 12 Formulář pro chronometráž [26].

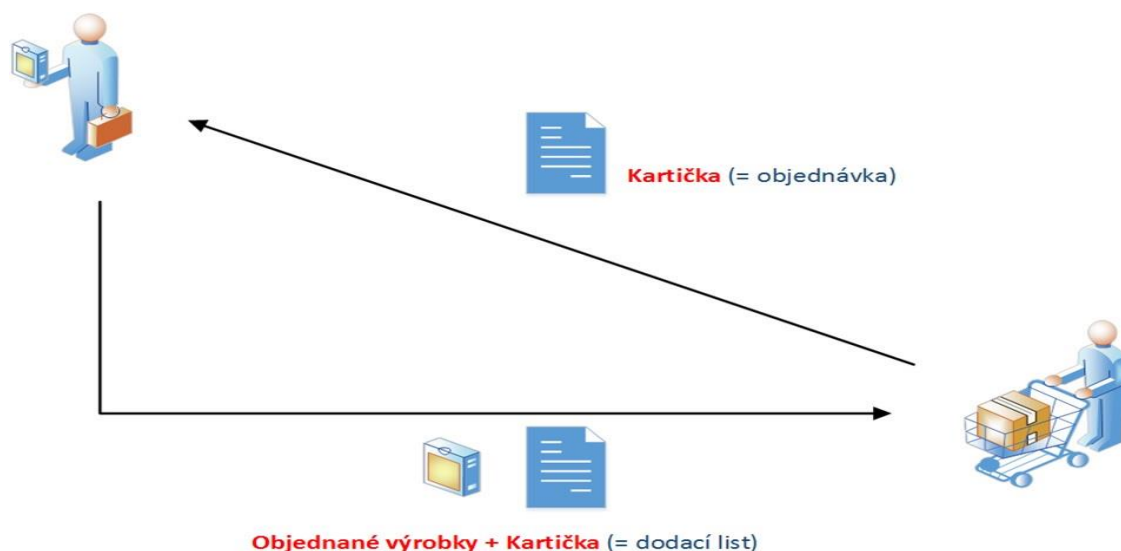
Snímek pracovního dne (obr. 13) slouží k nepřetržitému sledování veškeré spotřeby času během směny. Cílem je získat přehled o spotřebě času, zjistit plýtvání, určit neefektivní činnosti nebo navrhnout novou formu organizace práce [27].



Obr. 13 Snímek pracovního dne [27].

1.5.6 Kanban

Slovo Kanban v japonštině znamená karta, štítek a je nástrojem pro komunikaci (obr. 14). Tato metoda také pochází z japonského automobilového závodu Toyota. Základním cílem Kanbanu je na každém stupni výroby podporovat tzv. „výrobu na objednávku“, která umožní snížení zásob a zlepšit přesnost plnění termínů. Karta je připojena ke specifické části výrobní linky, kde označuje dodávku potřebných dílů. Po spotřebě všech dílů, se stejná karta vrací na původní místo, kde se využije jako objednávka na další díly, současně může sloužit jako záznam o provedené práci [28].



Obr. 14 Schéma Kanbanu [29].

Kanban je vhodný jen do určitého výrobního prostředí. Nejlépe se uplatní v opakované výrobě stejných součástek s velkou mírou v odbytu [28].

1.5.7 Kaizen

Výraz Kaizen se skládá ze dvou slov: KAI – změna, ZEN – dobrý, lepší, což můžeme přeložit jako změna k lepšímu. Jedná se o systém kontinuálního zlepšování, který v sobě zahrnuje všechny organizační vrstvy pracovníků, přes manažery až po dělníky. Kaizen je také způsob myšlení a životní filozofie, která vede k neustálému zlepšování nejen v pracovním životě, ale i v osobním a sociálním životě. Neustálá zlepšení podniku se však nerealizují velkými jednorázovými inovačními skoky, ale pomocí zdokonalování nejmenších detailů (obr. 15) [30, 31].



Obr. 15 Postup Kaizenu [32].

Základní principy Kaizenu jsou [30, 31]:

- Zapojení všech pracovníků do systému kontinuálního zlepšování. Toto zapojení přinese zaměstnancům seberealizaci, vyšší uspokojení z práce, rozvoj schopností a zlepšení podnikové kultury. Filozofie by neměla být vynucována silou, ale měla by fungovat na bázi vlastní iniciativy, kdy pracovníci přijdou s nápady a zapojí se do realizace.
- Zlepšování na bázi lokálních znalostí a zkušeností pracovníků z výroby, kteří problematiku znají z praktické stránky věci. Až 99 % problémů výroby firemní management prakticky podrobně nezná, ale 60-70 % z nich se dá vyřešit bez jakýchkoli investic.
- Pro realizaci změn by se mělo využívat potenciálu vlastních lidí, než využívat služeb externích firem. Subjekty nabízející poradenství neznají tak dobře výrobní proces jako vlastní zaměstnanci, nejdříve se s ním musí seznámit. Toto opatření je spojené s velkými finančními náklady. Proto je lepší finanční prostředky raději investovat do vlastních zaměstnanců, např. ve formě odměn.
- Pro rozvoj lidského potenciálu by lidé neměli být vedeni jen k plnění výkonů, norem a předpisů, ale měli by být motivováni k vlastní seberealizaci. To

obnáší vyhledávání všech forem plýtvání, vyhledání možností, jak práci udělat rychleji a efektivněji a podílet se tak na zlepšování výrobního procesu.

- Kaizen by měl být chápán jako filozofie o potřebě zlepšování současného stavu

1.5.8 Total Productive Maintenance

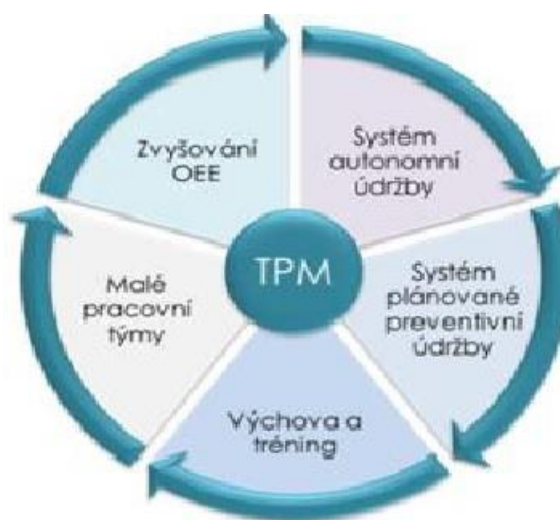
Total Productive Maintenance (obr. 16) se do češtiny překládá jako Totálně produktivní údržba. Smysl produktivity spočívá v míře efektivní přeměny vstupů na jejich výstupy. Cílem je dosáhnout v oblasti údržby vyšší produktivity za účasti zaměstnanců.

V oblasti údržby, která se stará a spravuje stroje a zařízení, musíme nejdříve identifikovat výrobní ztráty, které mají vliv na technické zázemí společnosti. Pokud je na stroji vyrobeno méně výrobků, než by bylo možné, mluvíme o ztrátách.

Ztráty ve výrobě mohou vznikat jak v důsledku technických příčin, tak i působením lidského faktoru. Hlavním úkolem TPM je snížení nebo úplná eliminace ztrát, které vznikají v důsledku technických příčin strojů a zařízení. Důležité je nejprve tyto ztráty analyzovat a roztřídit, abychom eliminovali prostoje.

Hlavním cílem TPM je dosažení tří základních cílů za účelem zvýšení produktivity [33, 34]:

- Cíl nulových prostojů výrobních zařízení
- Cíl nulových závad výrobního systému
- Cíl nulových nehod systému člověk-stroj



Pilíře TPM

Obr. 16 Total Productive Maintenance [35].

Total Productive Maintenance se netýká jen oblasti údržby, ale týká se všech pracovníků v podniku. Pro zabezpečení správné funkce metody je nutná dostatečná podpora managementu, pochopení metody jakou součástí denní práce a týmové spolupráce.

V podnicích, kde TPM není zavedena, funguje provoz tak, že operátoři řeší problémy strojů a zařízení až v momentě, kdy se vyskytne defekt. Toto řešení je způsobeno

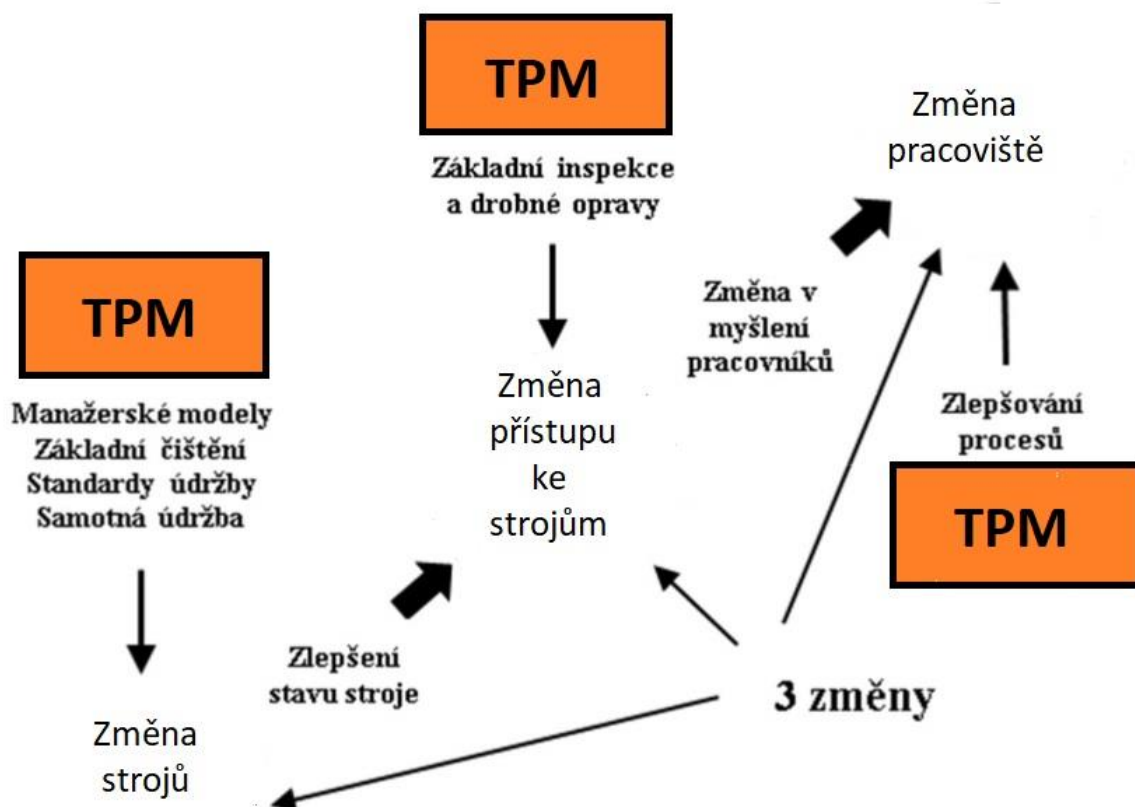
myšlenkou, že obsluha stroje odpovídá pouze za chod stroje a kontrolu kvality výrobků. Obsluha do své pracovní náplně nezahrnuje řešení a zjišťování potenciálních výpadků strojů.

Ve firmách, kde TPM je zavedena, by měl fungovat systém člověk-stroj, tzn., jak vhodně zapadne lidská práce do fungování stroje. Aby se tento systém mohl aplikovat, je nutné vytvořit a znát ideální podmínky pro bezproblémový, nejproduktivnější chod stroje. To zahrnuje znalosti technické stránky stroje, náhradních dílů, atd. Z hlediska stroje to znamená dostat se do takové fáze, kdy poskytuje maximální výkon. Také je důležité řešit všechny vyskytlé problémy a stroj neustále vylepšovat [33, 34].

Základní principy TPM (obr. 17)

Pro správnou funkci metody TPM, je důležitá funkce a vyváženost těchto kroků [33, 34]:

- Maximalizace efektivity strojního zařízení
- Celopodnikový systém TPM, který bude fungovat na bázi preventivní, produktivní údržby se snahou neustálého zlepšování stavu strojů a zařízení
- Spoluúčast na řízení TPM obsluhy, údržby, konstruktérů, technologů, procesních inženýrů a dalších pracovníků podniku
- Účast všech pracovníků od manažerů po řadové dělníky
- Vytváření aktivních výrobních týmů



Obr. 17 Základní principy TPM [33, 34].

Celková efektivita zařízení

Celková efektivita zařízení (CEZ) se používá k určení stupně využití výrobního zařízení v podniku. V zahraničí je tento ukazatel označován jako OEE (Overall Equipment Effectiveness). Kromě určení stupně využití výrobních zařízení, ukazatel poskytuje detailnější představu o konkrétních výrobních ztrátách (obr. 18). Jednotlivé faktory, které ovlivňují míru využití, jsou [33, 34]:

- Míra využití (dostupnost)
- Míra výkonu (výkon)
- Míra kvality

Vztah pro výpočet ukazatele CEZ je:

$$CEZ = \text{míra využití} \cdot \text{míra výkonu} \cdot \text{míra kvality}$$

Dílčí ukazatele určíme jako:

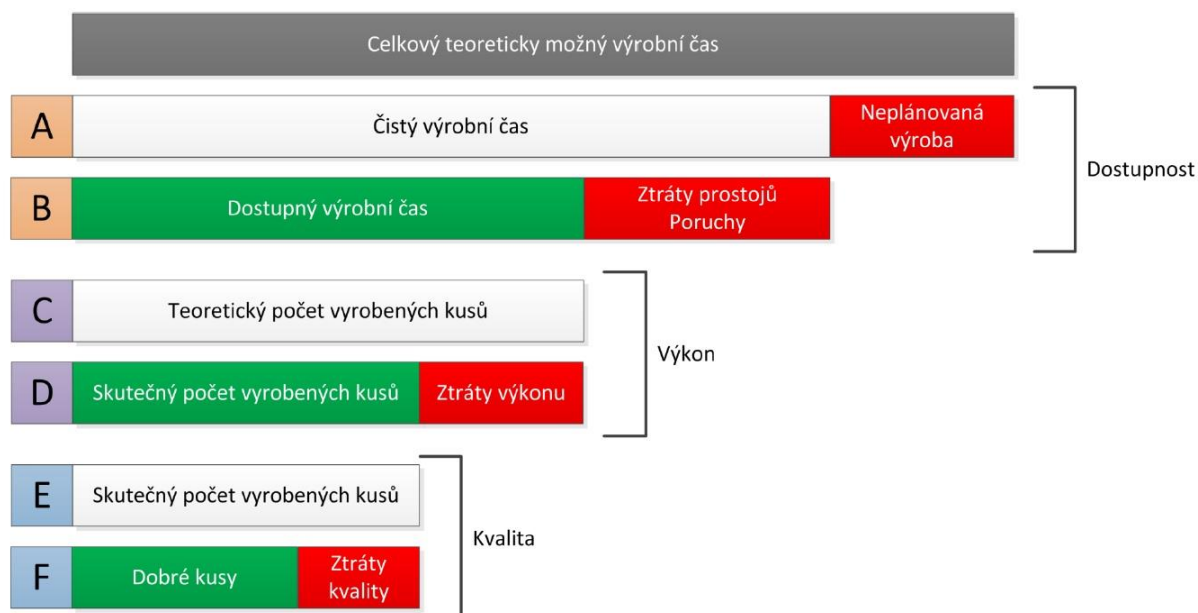
$$\text{Míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prastoje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}}$$

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} \cdot \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prastoje}}$$

$$\text{Míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

Ukazatel CEZ se po úpravě vypočítá jako:

$$CEZ = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} \cdot \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}}$$



Obr. 18 Schéma ukazatele CEZ [36].

Z praxe vyplývá, že při ukazateli CEZ vyšším než 85 % podnik disponuje kvalitní a efektivní výrobní základnou.

Šest velkých ztrát

Jedním z hlavních cílů TPM a ukazatele CEZ je eliminace a redukce tzv. Šesti velkých ztrát. Patří mezi nejběžnější příčiny ztráty efektivity ve výrobě. Každá ztráta odpovídá určitému faktoru ovlivňující CEZ [33, 34, 36].

- Prostoje související s poruchou stroje nebo neplánované prostoje – faktor ovlivněný poruchou stroje, pro zlepšení ukazatele CEZ musí být eliminovány všechny neplánované prostoje. Prostoje patří mezi nejvíce kritické ukazatele pro zlepšení CEZ. Jestliže proces neprobíhá, nemůže ani probíhat analýza ostatních parametrů,
- Čas na nastavování parametrů a seřizování – sledují se časy náběhu stroje, výměny nástrojů, atd.
- Ztráty způsobené výpadky ve výkonu zařízení, krátkodobé poruchy – časové ztráty způsobené zaseknutím dílu ve stroji, špatným založením materiálu do stroje nebo další přerušení materiálového toku. Tyto ztráty bývají obvykle rychle vyřešeny a není zapotřebí pomoc profesionální údržby
- Ztráta rychlosti průběhu výrobních procesů – prostoje, které snižují rychlost stroje. Nejdříve se analyzuje teoretická maximální rychlost, která je následně upravena podle použitých nástrojů, podle opotřebení nástrojů, navržené kapacity u výrobku, atd.

- Kvalitativní důsledky procesních chyb – výroba vadných (nejakostních) výrobků po úspěšném náběhu stroje. Cílem je eliminace procesních chyb na všech zařízeních ve výrobním podniku. Pozorováním analyzujeme příčiny výroby těchto výrobků,
- Snížení rychlosti ve fázi náběhu stroje – při náběhu stroje může dojít k výrobě nejakostních výrobků. Sledováním průběhu náběhu je možné zjistit příčiny výroby nekvalitních dílů.

2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost CVP Galvanika s.r.o. je ryze českou firmou, která byla založena v roce 1992. Firma ve svých začátcích zaměstnávala jen 17 zaměstnanců, v dnešní době jich zaměstnává více jak 260. Podnik je rozdělen na 4 hlavní provozy a to na provoz 1 a 2 v Příbrami ve středočeském kraji, provoz 3, který se nachází v obci Ždánice (obr. 19) v jihomoravském kraji a provoz 4, který se nachází v městě Slavičín ve zlínském kraji. Jedná se o českou strojírenskou firmu, která se zabývá povrchovou úpravou výrobků.



Obr. 19 Pohled na společnost CVP Galvanika.

Diplomová práce je zpracována v provozu 3 ve Ždánicích, kde probíhá povrchová úprava dílců pomocí metody Zn a ZnNi. Podnik se v obci aktivně podílí na udržování rozvoje a stability pracovních míst v regionu. V tomto provozu je momentálně zaměstnáno okolo 100 zaměstnanců. Společnost se zabývá především povrchovou úpravou dílců pro automobilový průmysl. Toto odvětví tvoří 85 % celkové produkce firmy [37].

2.1 Historie společnosti

Společnost CVP Galvanika s.r.o. (obr. 20) byla založena v roce 1992 trojicí pracovníků galvanizovny ORTAS a.s. Výrobní činnost byla zahájena s 17 zaměstnanci v roce 1993 v pronajatých prostorech ORTAS a.s., v témže roce došlo k zahájení rekonstrukcí 1. pokovovací linky, v následujícím roce došlo k automatizaci této linky. V roce 1995 došlo k rekonstrukci a automatizaci 2. výrobní linky, a zároveň došlo k odkoupení galvanizovny v Příbrami a byl položen základ provozu 2. V roce 1999 a 2000 byla v provozu 1 postavena a zprovozněná neutralizační stanice, a také byla postavena a zprovozněna pokovovací linka využívající technologii ZnNi [37].



Obr. 20 Expedice společnosti CVP Galvanika.

Díky úspěšnému rozvoji firmy byla úspěšně získána certifikace systému řízení jakosti dle ISO 9001 (obr. 21) a VDA 6.1 (obr. 22). V roce 2002 společnost odkoupila galvanizovnu v areálu Šroubárny Ždánice a vznikl provoz 3. V následujícím roce došlo k postupné rekonstrukci a přestavbě 2 pokovovacích linek v provozu ve Ždánicích a v roce 2004 došlo k odkoupení dalších prostor v areálu Šroubárny Ždánice, v roce 2006 byl projekt dokončen a plně zprovozněn [37].



Obr. 21 Certifikát ISO 9001 [37].



Obr. 22 Certifikát VDA 6.1 [37].

V roce 2007 byla odkoupena společnost KOMAS s.r.o. ve Slavičíně a vznikl v současné době poslední 4. provoz.

Společnost i během posledních let rozvíjela své podnikání, např. projekt výstavby nových skladových hal, haly pro novou neutralizační stanici a kompletní rekonstrukce staveb v provozu ve Žďánicích.

Tento provoz také získal certifikát, kterým je zaručena ekologická likvidace odpadu dle ISO140001:2005 (obr. 23) [37].



Obr. 23 Certifikát ISO 14001 [37].

2.2 Výrobní program

Společnost CVP Galvanika s.r.o. podniká v odvětví služeb. Náplní podnikání společnosti je nabídka povrchové úpravy výrobků. Největší podíl zákazníků tvoří společnosti podnikající v oblasti automobilového průmyslu, toto odvětví se podílí až na 85 % produkce společnosti.

Povrchová úprava je speciální úprava povrchu dílce, která má za úkol zlepšit vlastnosti povrchu (mechanické, chemické, odolnost vůči otěru, vysokým teplotám atd.). Jedním z hlavních důvodů použití povrchové úpravy je odolnost vůči korozi. Tato vlastnost je velmi žádaná ve všech odvětvích výroby, ale zejména v automobilovém průmyslu, který zaznamenává stále větší růst.

Mezi největší zákazníky společnosti CVP Galvanika s.r.o. patří (Tab. 1):

Tab. 1 Přehled zákazníků.

Název společnosti	Odvětví podnikání	Příklady výrobků společnosti
Mubea	Automobilový průmysl	Díly podvozku, karoserie
Edscha	Automobilový průmysl	Uchycení dveří, panty, díly řízení
ZF	Automobilový průmysl	Díly osobních, nákladních automobilů
Metal Forming	Automobilový průmysl	Výlisky na převodovce, nosníky, pouzdra ložisek
THK	Automobilový průmysl	Kulové čepy, posuvové šroubky, lineární ložiska
LISI Automotive	Automobilový průmysl	Šrouby, matice, součástky brzd a součástky bezpečnostních pásů

2.3 Výrobní proces

Výrobní proces je realizován ve vlastním areálu firmy. Podnik je vybaven potřebným zařízením pro závěsové (obr. 24, 25) nebo hromadné upravení dílců povrchovou úpravou.



Obr. 24 Pohled na výrobní halu [37].



Obr. 25 Závěsová výrobní linka [37].

Celý proces je rozdělen do několika stanovišť. Skladové prostory jsou umístěny ve vlastním areálu společnosti. První sklad je určen pro skladování chemikálií. Druhý sklad slouží pro uložení polotovarů (obr. 26) pro následné povrchové zpracování. Z obou skladů jsou následně rozváženy materiály do výrobního procesu.

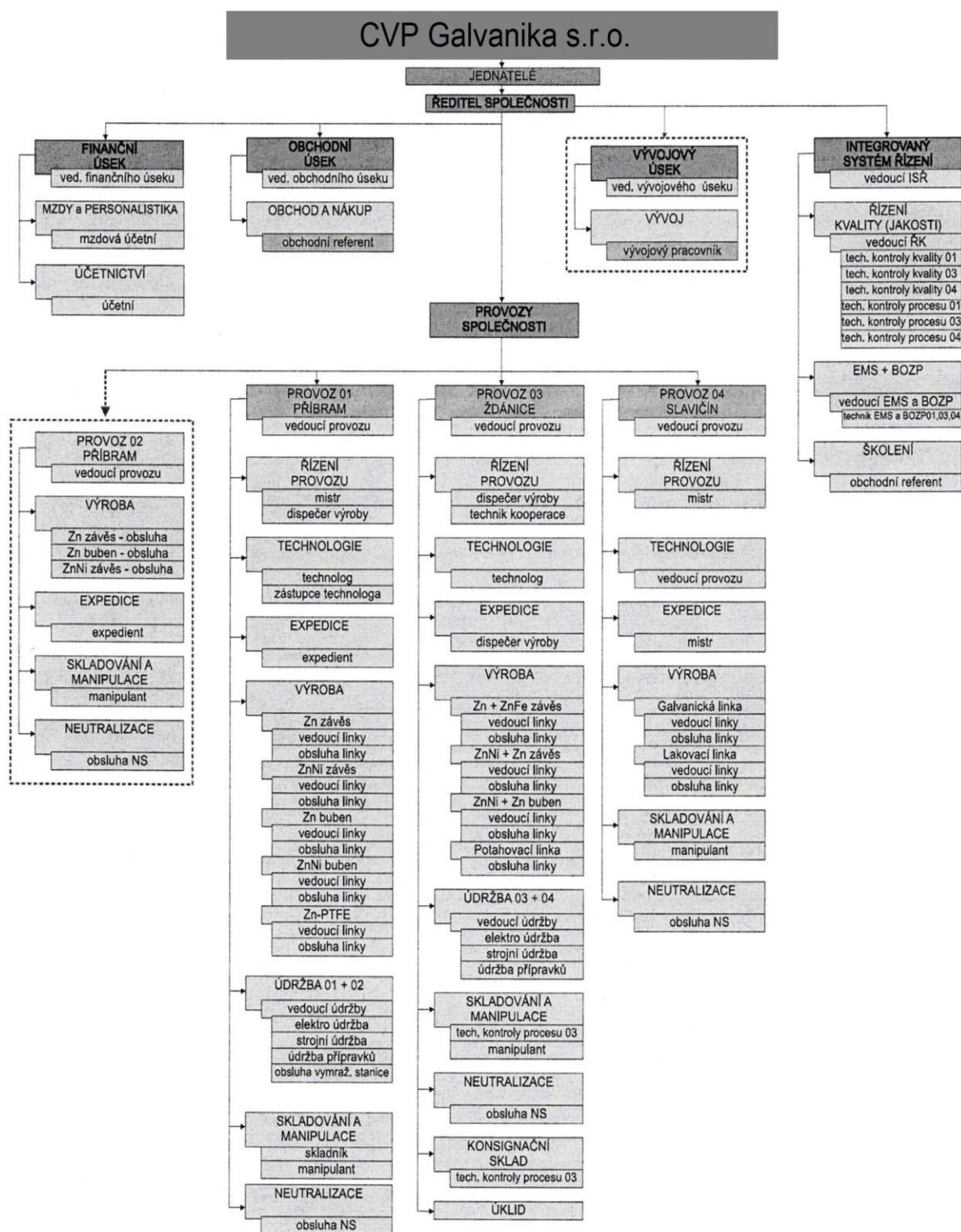


Obr. 26 Sklad polotovarů.

Ze skladu jsou polotovary naskládány v paletách rozváženy do výrobní haly. Ve výrobní hale se nachází automatizovaná linka určená k povrchové úpravě. Nejprve jsou dílce vyjmuty z palety a ručně se navěsí pomocí univerzálních nebo zakázkových přípravků na závěsový mechanismus. Poté je spuštěna linka, kde projde polotovar několika stádii úprav. Po dokončení procesu pokovování a uschnutí polotovarů dochází k sundání polotovarů ze závěsového mechanismu a naskládání do palety. Připravené palety jsou odvezeny opět do skladu, kde jsou zabaleny a expedovány. V průběhu celého procesu je kontrolována požadovaná kvalita a zpracování.

2.4 Organizační struktura firmy

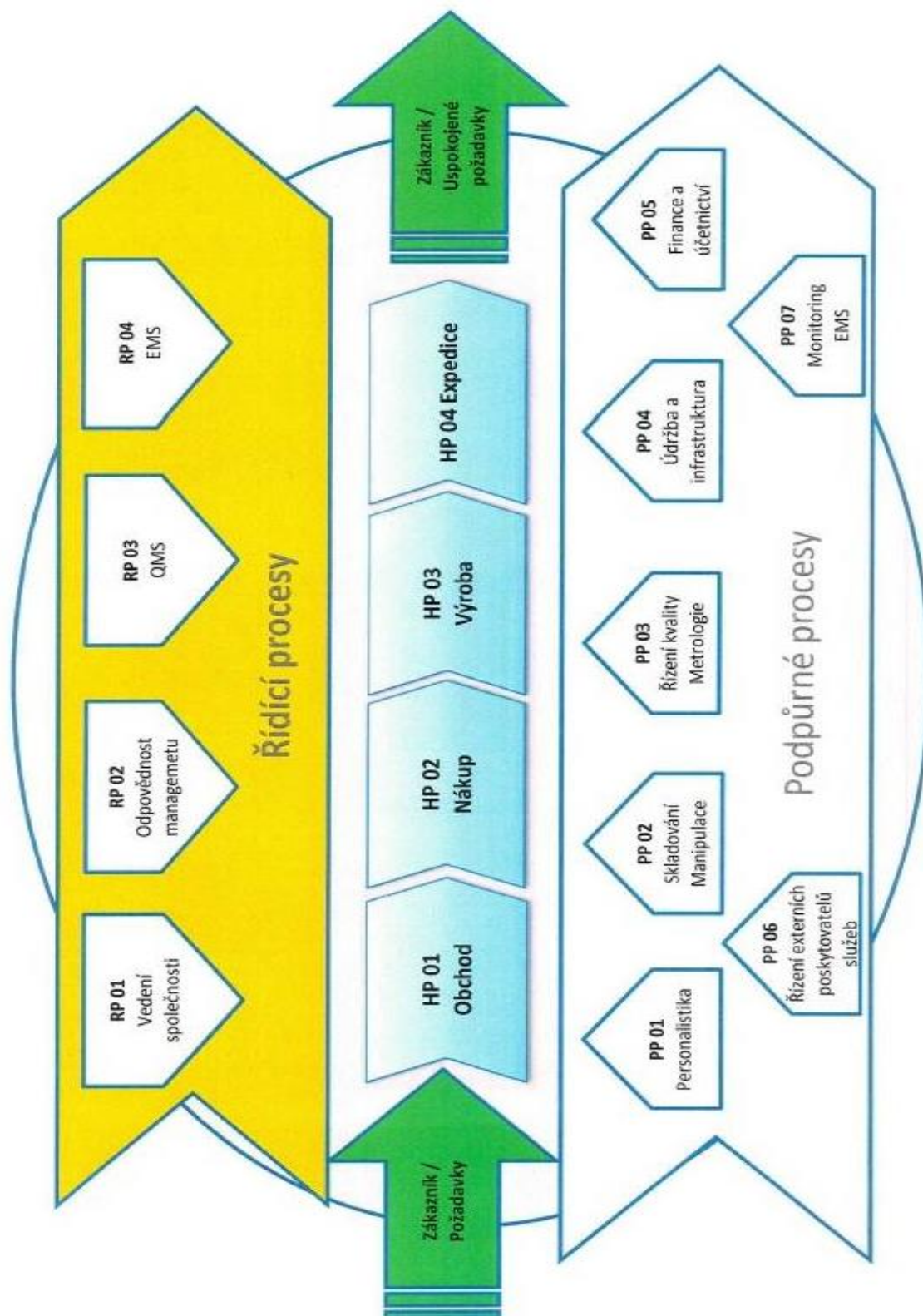
Na následujícím obrázku je zobrazena organizační struktura společnosti CVP Galvanika s.r.o. (obr. 27).



Obr. 27 Organizační struktura společnosti

2.5 Mapa procesů

Na následujícím schématu je zobrazena mapa procesů podniku (obr. 28).



Obr. 28 Mapa procesů.

3 CÍL ŘEŠENÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je nalézt řešení, která povedou ke zvýšení časové efektivity výrobní linky ve společnosti CVP Galvanika s.r.o.

Jednotlivé kroky řešení:

- Teoretická příprava práce
- Popis podnikání společnosti
- Popis výrobního procesu
- Analýza současného stavu
- Vyhodnocení analýzy
- Návrhy na zlepšení
- Přínosy, ekonomické hodnocení
- Závěr

4 ANALYTICKÁ ČÁST PRÁCE

V této části diplomové práce bude provedena analýza závěsové výrobní linky. Bude zde objasněn proces výroby se zaměřením na samotný technologický postup galvanického pokovování, také budou analyzovány podpůrné procesy výroby z hlediska časové efektivity.

4.1 Analýza použité technologie linky

Samotná technologie vytvoření ochranného povlaku se skládá z několika kroků, které musí být v následujícím pořadí dodrženy. Tyto kroky budou popsány v následující kapitole.

Chemické odmaštění

Tato operace (obr. 29), která patří k nejdůležitějším operacím celého procesu, slouží k odstranění mastnot, olejů a řezných emulzí, ale také prachu, třísek apod. z upravovaných výrobků. Na neodmaštěných místech materiálu nedojde při zinkování k zakotvení vyloučené zinkové vrstvy a na povrchu, který je drsný a nehomogenní, vznikají puchýře. Součástí van je odlučovač oleje, který zajišťuje odloučení mastnot od odmašťovacího roztoku.

Z odmašťovacích technologií bylo z ekologického důvodu opuštěno od užití organických rozpouštědel. K alkalickému odmašťování se používají průmyslově dodávané lázně, které se rozpouštějí ve vodě. Obsahují nejčastěji uhličitan sodný, hydroxid sodný, alkalické silikáty, soli kyseliny fosforečné a smáčedla.



Obr. 29 Příklad odmašťovací lázně [38].

Moření (obr.30)

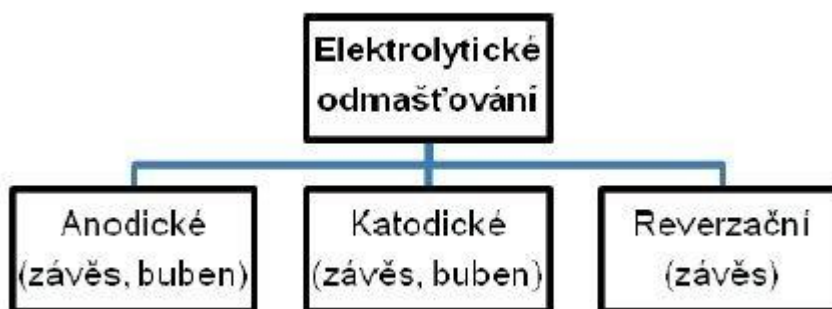
V mořicí lázni dochází k odstraňování okují a rzi z povrchu materiálu. Mořicí lázně obsahují inhibitory, potlačující napadení základního materiálu, takže se mořicí proces ve své podstatě omezuje na odstranění korozních produktů, okují a oxidických vrstev. Při dlouhém – nevhodně stanoveném čase moření dochází k nadměrnému naleptání povrchu upravovaného materiálu. Naleptaná místa se ještě zvýrazní po zinkování, vzniknou matná místa mezi lesklými plochami. Nejčastěji se k moření používá kyselina chlorovodíková nebo sírová.



Obr. 30 Příklad součásti před a po moření [39].

Elektrolytické odmašťování

Elektrochemické (elektrolytické) odmaštění (obr. 31) se používá jako poslední stupeň čištění kovu před galvanickým pokovováním. Výrobek může být v roztoku polarizován anodicky, katodicky nebo kombinací obou cyklů (revers).



Obr. 31 Dělení elektrolytického odmašťování [39].

Během procesu dochází k elektrolytickému rozkladu vody na kyslík (na anodě) a vodík (na katodě). Malinké bublinky plynů odtrhují nečistoty z povrchu kovů a tím přispívají k celkovému čistícímu procesu. Uplatňuje se i elektrický náboj částic nečistot.

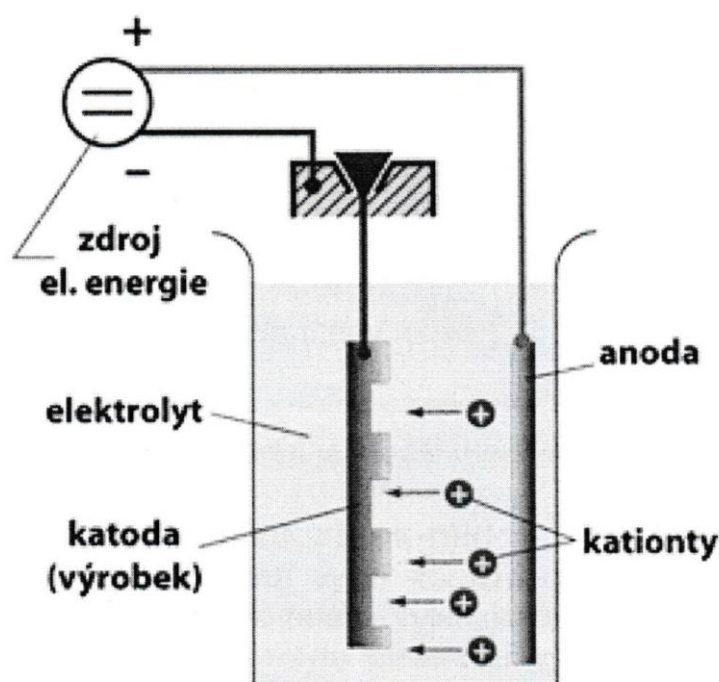
Základními složkami elektrolytických odmašťovacích lázní jsou alkalické hydroxidy, uhličitany, křemičitany, fosforečnany a organické povrchově aktivní sloučeniny.

Dekapování

Kyselé dekapování slouží k aktivaci povrchu materiálu před pokovením a k odstranění alkalického filmu, který se vytvořil při elektrolytickém odmašťování. Popřípadě se chemicky odstraní z povrchu oxidová vrstva.

Galvanické pokovování

Při galvanickém pokovování dochází pomocí elektrické energie k přenosu kationů kovů (Zn^{2+} , Ni^{2+}) z roztoku na povrch pokovovaného kovu (obr. 32). Tento proces se nazývá elektrolyza. Vše probíhá elektrochemickou reakcí v kapalném prostředí elektrolytu (lázně).



Obr. 32 Galvanické pokovování.

Anoda: Kladný náboj. Železná (Zn lázně) nebo poniklovaná ocel (ZnNi nebo ZnFe lázně). Také jsou používány membránové anody.

Katoda: Záporný náboj. Výrobek nebo výrobky, na kterých je nanášen povlak.
Zdroj elektrické energie: zdroj stejnosměrného napětí

Kationy: rozpuštěné ionty kovu v lázni s kladným nábojem, kterým je prováděno pokovování. (Kladný iont Zn^{2+} je přitahován na zápornou anodu – zboží.)

Elektrolyt je roztok, který vede elektrický proud. V tomto případě proud přenášejí elektricky nabitě částice zvané ionty (Zn , Ni , Fe). Jejich pohybem dochází k přenosu hmoty a chemickým změnám v elektrolytu. Elektrolyty se průchodem elektrického proudu rozkládají.

Galvanické zinkování (obr. 33) je základní proces povrchové úpravy materiálu. Pokovování se provádí z důvodu korozní ochrany, dekorativní zlepšení vzhledu a také ke zlepšení vlastností povrchu dílců (tření).



Obr. 33 Příklad galvanicky pokoveného výrobku [40].

Proces probíhá v alkalických nebo slabě kyselých lázních. Nyní používané lázně jsou již z ekologických důvodů bezkyanidové.

Alkalické lázně jsou tvořené převážně hydroxidem sodným, rozpuštěným zinkem a leskutvornými přísadami. Hydroxid sodný, jako hlavní složka roztoku, ovlivňuje vodivost lázně a umožňuje rozpouštění kovového zinku.

Leskutvorné přísady, které upravují podmínky vylučování zinku a jeho kvalitu na povrchu zboží, se přidávají podle spotřebovaného proudu, tj. podle ampérhodin. Náklady na elektrický proud tvoří značnou nákladovou položku celého procesu.

Důležitým faktorem při zinkování je čistota lázně. Mechanických nečistot, které se mohou na materiálu při zinkování usazovat a znehodnocovat jeho povrch tvorbou „krupice“, se elektrolyt zbavuje filtrací ve filtrech (obr. 34), které musí obsluha pravidelně kontrolovat a čistit.



Obr. 34 Příklad filtru pro použití při galvanizaci [41].

Pod zinkovacími vanami se nachází rozpouštěcí vana, do které je sváděn samospádem elektrolyt ze všech zinkovacích van, odtud přepadává do vyrovnávací vany a je čerpán oběhovým čerpadlem přes filtr zpět do všech van. Do rozpouštěcí vany se vkládají baterie a koše s kovovým zinkem, zde se zinek rozpouští a doplňuje zinkovací vany.

Konstrukční zásady:

- Ostré hrany jsou pro galvanické pokovení nevhodné
- Vypouklé plochy se pokovují lépe (obr. 35)
- Dutiny se pokovují obtížně
- Při závěsném pokovení v místě uchycení je menší tloušťka povlaku



Obr. 35 Galvanicky zpracovaný blatník společnosti Audi [42].

Slitinové lázně zinek-železo, zinek-nikl

Jejich předností je až několikanásobná vyšší korozní odolnost ve srovnání s čistým zinkovým povlakem. Z elektrolytu zinek-železo se vylučuje slitinový povlak, který obsahuje 0,4 – 0,8 % železa. Podobně se z elektrolytu zinek-nikl vylučuje slitinový povlak, který obsahuje 10 – 16 % niklu. Především povlak zinek – nikl odolává cyklickým teplotním změnám, má minimálně 3 krát vyšší korozní odolnost než galvanický zinek, a proto je vhodný na ochranu součástí, které jsou umístěny v motorovém prostoru.

Vyjasnění zinkové vrstvy

Vyjasňování slouží k odstranění zbytků alkalického roztoku a leskutvorných přísad na materiálu. Způsobuje zesvětlení zinkové vrstvy. Používá se 0,5 % roztok kyseliny dusičné.

Pasivace a chromátování

Tyto lázně slouží k ochraně Zn vrstvy, kdy se chemickou reakcí na pozinkovaném povrchu vytváří vrstvička konverzního povlaku, který razantně zvyšuje vzhled a korozní odolnost pokoveného dílce (obr. 36).



Obr. 36 Zleva neupravený díl, po chromátování, transparentní pasivace [43].

Při této operaci dochází k úběru cca 1 μm vrstvy Zn

Pasivace jsou bez $\text{Cr}6+$

Chromáty jsou s $\text{Cr}6+$

- | | |
|----------------|--|
| Zn pasivace: | - modrá (bílá, stříbrná, tenkostěnná) |
| | - silnostěnná (tlustostěnná, tlustovrstvá) |
| Zn chromát: | - žlutý |
| ZnNi pasivace: | - transparentní (tenkostěnná) |
| | - černá |

Není-li zinková vrstva opatřena tímto povlakem, tak dochází po určité době k její oxidaci, která se projevuje změnou zbarvení (zešednutí).

Oplachy

Po každé operaci, kromě tzv. topcoatů (utěsnění, konzervace) je nutný kvalitní oplach, který musí zajistit dokonalé opláchnutí dílců.

Oplachy jsou 1 až 3. Dopouštění van probíhá kontinuálně. Poslední stupeň oplachu je dobré mít opatřen postřikem. V oplacích je probublávání, aby nedocházelo k usazování nečistot na dno vany a k lepšímu oplachu zboží. Při stupňovitém oplachu se používá protiproudý systém. Čistá voda, přiváděná do posledního stupně oplachu, přetéká do nižších stupňů.

Hospodárnost oplachu je důležitá z důvodu nákladů (vysoká cena vody a náklady na čištění odpadních vod).

Utěsnění – silikát

Pro zvýšení korozní odolnosti je možné zařadit jako další krok tzv. utěsnění lakem. Lak se nanáší ve vrstvě 1-2 μm . Lak vytvoří po usušení transparentní organický film. Tento film zvyšuje nejen korozní ochranu, ale také odolnost proti oděru, snižuje koeficient tření a sjednocuje vzhled výrobku.

Okap + ofuk

Zboží se před sušením ofukuje tlakovým vzduchem, aby se z členitého zboží odstranily zbytky lázní, které by po usušení výrobku vytvářely mapy. Tato operace je pouze u závěsového zpracování (obr. 37). U hromadného zpracování dochází k odstředění.

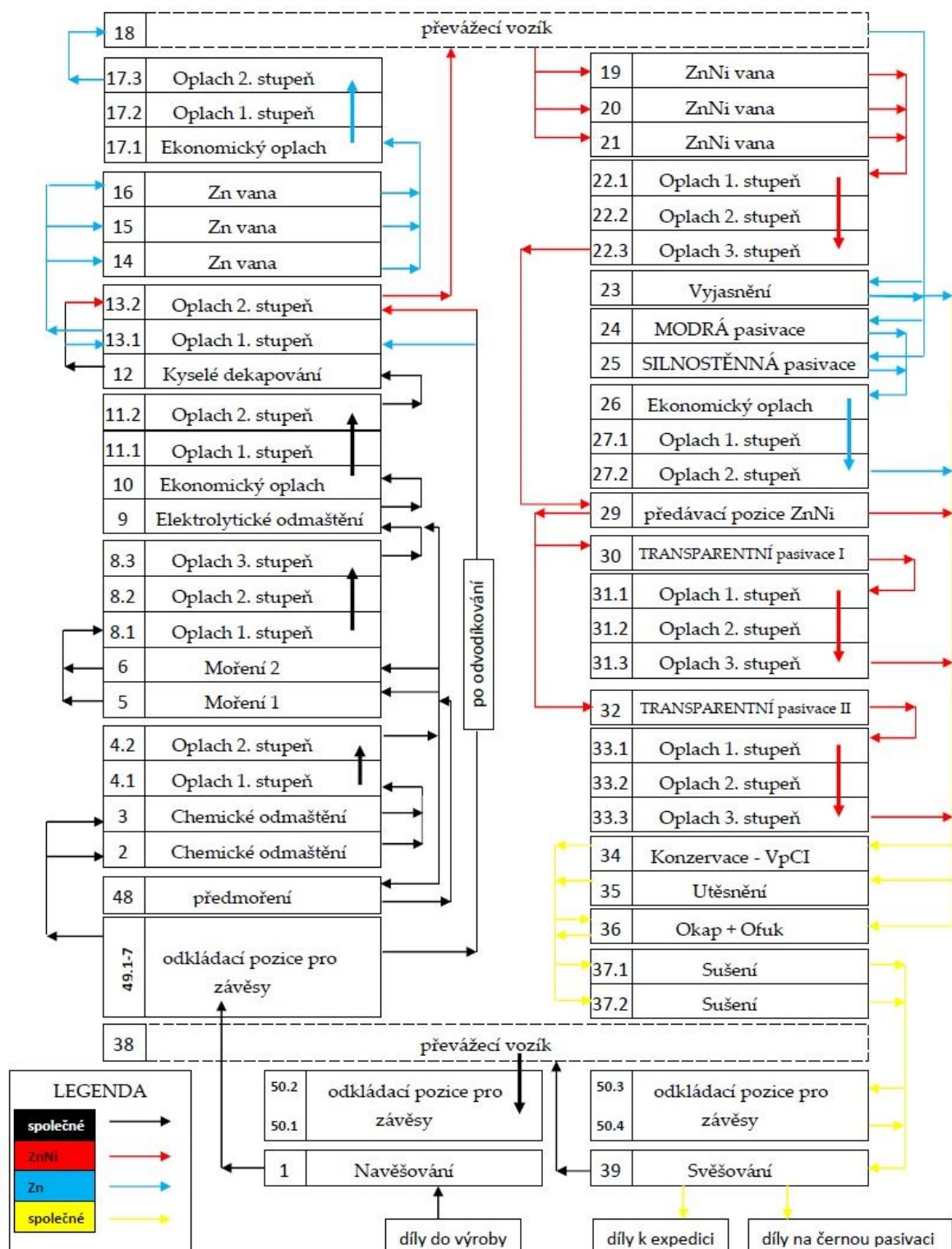


Obr. 37 Závěsový mechanismus [44].

Sušení

Vysoušení hotového materiálu se provádí v plynové nebo elektrické sušce. Účelem sušení, které je poslední operací, je usušit materiál od oplachové vody, popřípadě vytvrzení a zpolymerování utěšňovacího laku.

Na obrázku (obr. 38) je zobrazeno grafické schéma postupu galvanického pokovování.



Obr. 38 Schéma postupu galvanického pokovování.

4.2 Analýza výrobního času linky

V této kapitole bude stanoven průměrný výrobní čas linky. Jedná se o dobu, za kterou výrobek projde všemi stádii lázní. Čas byl stanoven pomocí stopek.

Následující tabulka (Tab. 2) zobrazuje naměřené hodnoty výrobního času linky.

Tab. 2 Naměřené hodnoty výrobního času linky.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Naměřený čas	8:05	7:55	8:18	8:02	7:51
Průměrný čas	8:04				

Průměrný čas výrobní linky činí 8 minut a 4 vteřiny.

Na obrázku (obr. 39) je zobrazena závěsová výrobní linka podniku CVP Galvanika.



Obr. 39 Závěsová výrobní linka.

4.3 Analýza navěšování na závěsový mechanismus

V této operaci byl stanoven čas, za který operátor vyjme výrobek z transportního boxu nebo palety a ručně ho navěsí na závěsový mechanismus.

Navěšování

Následující tabulka (Tab. 3) zobrazuje naměřené hodnoty navěšování.

Tab. 3 Naměřené hodnoty navěšování.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Naměřený čas	6:01	5:55	5:58	6:06	5:49
Průměrný čas	5:58				

Průměrný čas operace navěšování trvá 5 minut a 58 vteřin.

Na obrázku je zobrazena montáž závěsového mechanismu (obr. 40).



Obr. 40 Montáž závěsového mechanismu.

Po dokončení operace galvanického pokovování byl stanoven čas, kdy operátor ručně sundá výrobky ze závěsového mechanismu a vyskládá je do transportního boxu, či palety.

Svěšování

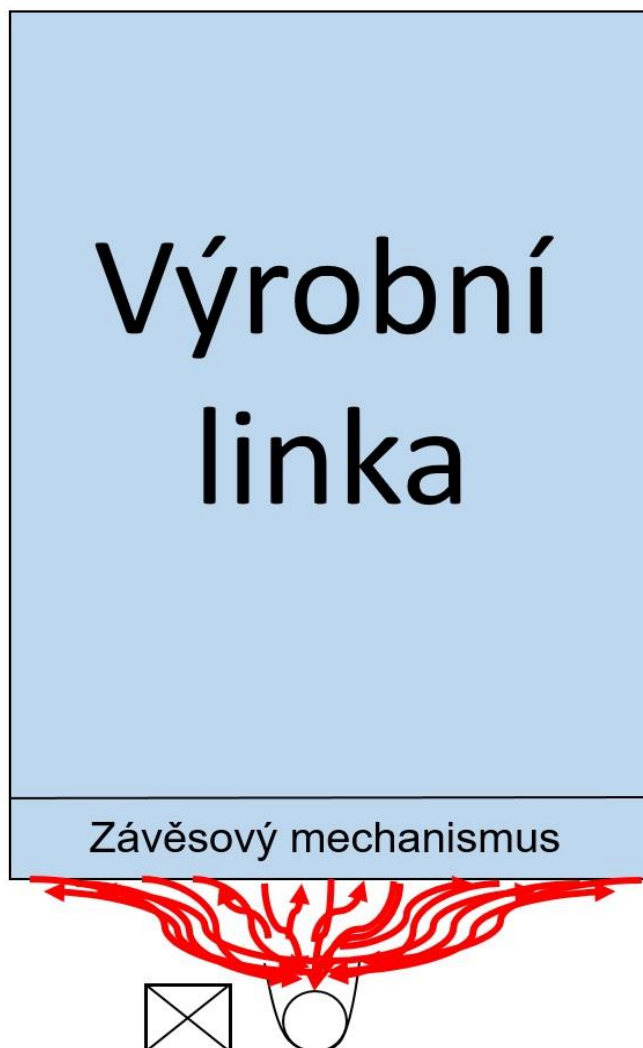
Následující tabulka (Tab. 4) zobrazuje naměřené hodnoty svěšování.

Tab. 4 Naměřené hodnoty svěšování.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Naměřený čas	5:57	6:21	6:03	5:48	5:51
Průměrný čas	6:00				

Průměrný stanovený čas operace svěšování činí 6 minut.

Na obrázku (obr. 41) je schématické znázornění výrobní linky a pohyb operátora při navěšování a svěšování výrobků.



Obr. 41 Špagetový diagram operace navěšování a svěšování.

4.4 Analýza vyskládání dílců do palety

V případě, že zákazník dodá polotovary ve velkoobjemové paletě (obr. 42), musí být v následující operaci polotovary naskládány do transportního boxu (obr. 43) a převezen k výrobní lince. Po dokončení operace je hotový výrobek z transportního boxu přeskládán do zákazníkem dodané palety. Následně je paleta naložena a převezena do skladu. V této operaci byl změřen čas, za který operátor přeskládá výrobky z palety do transportního boxu a naopak.



Obr. 42 Velkoobjemová paleta.

Analýza vyskládání dílců do palety byla zaznamenána do tabulky (Tab. 5).

Tab. 5 Vykládání dílců do palety.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Naměřený čas	1:36	1:45	1:40	2:01	2:02
Průměrný čas	1:49				

Průměrný stanovený čas operace přeskládání činí 1 minutu 49 vteřin.



Obr. 43 Transportní box.

Na další obrázku (obr. 44) je schématické zobrazení pohybu operátora při manipulaci s dílci a převozu k výrobní lince.



Obr. 44 Špagetový diagram manipulace s dílci.

4.5 Analýza rozvozu materiálu

V současné době je sklad společnosti (obr. 45) rozdělen na dvě poloviny, kde v levé části je sklad polotovarů čekajících na zpracování a v pravé části se nachází sklad hotových výrobků. Palety jsou dodávány zákazníkem a ve skladě jsou roztříděny dle zákazníků.



Obr. 45 Skladové prostory společnosti.

Na obrázku (obr. 46) jsou zobrazeny palety naložené na podvozku a připravené ke zpracování.



Obr. 46 Palety naložené na podvozku.

Výrobní proces začíná v okamžiku, kdy jsou polotovary naloženy na vláčkový systém Milk Run (obr. 47). Poté dochází k rozjezdu vláčku směrem k výrobní lince. Zde jsou jednotlivé vagony odpojeny a připojí se vagony s hotovými výrobky a vláček směřuje opět do skladu.



Obr. 47 Tažná soustava systému Milk Run.

Systém Milk Run jezdí po předem daných trasách v přesně stanovený čas. V současné době vozí za sebou 2 vagony a systém je odhadem vytížen na 20%.

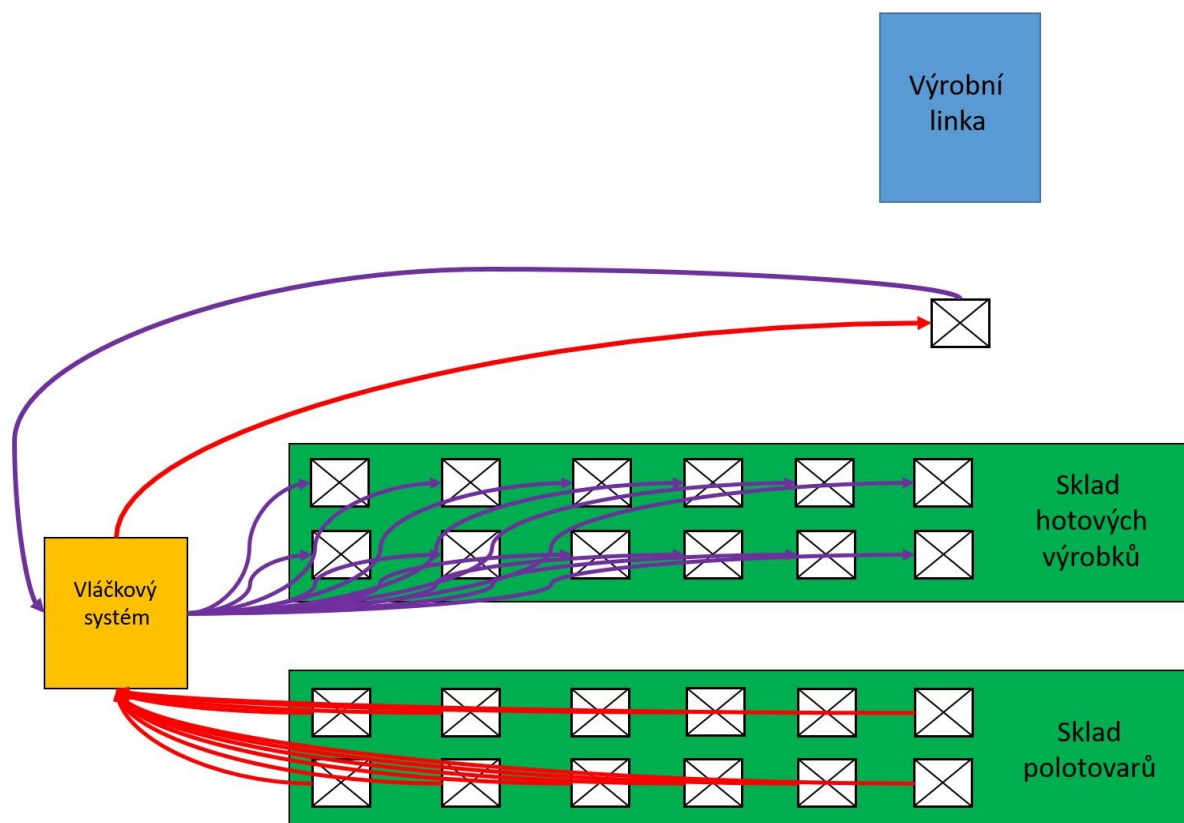
V této části analýzy byl stanoven čas (Tab. 6), za který je jedna paleta naložena na vozík systému Milk Run a čas, za který vozík přijede k výrobní lince (Tab. 6).

Tab. 6 Analýza rozvozu.

Číslo měření	1	2	3	4	5
Naměřený čas na 1 paletu	3:55	4:02	4:05	3:59	4:01
Naměřený čas rozvozu	0:58	1:01	1:15	1:07	1:03
Celkový průměrný čas	5:05				

Průměrný stanovený čas operace rozvozu materiálu činí 5 minut 5 vteřin.

Na následujícím obrázku (obr. 48) je schematicky zobrazeno naložení polotovaru ve skladu, odvoz k výrobní lince, dovoz zpět do skladu a uložení na místo.



Obr. 48 Špagetový diagram rozvozu materiálu.

Na obrázku (obr. 48) je zobrazena expedice společnosti ze skladu.



Obr. 49 Expedice ze skladu.

4.6 Shrnutí analýzy současného stavu

V předchozích kapitolách byla provedena analýza současného stavu, která je shrnuta v následující tabulce.

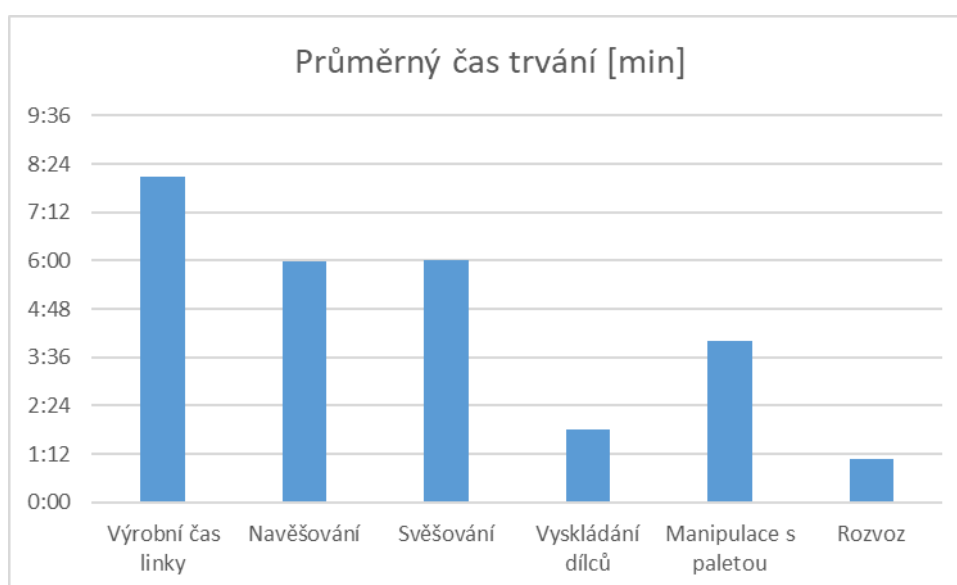
Z tabulky (Tab. 7) lze zpozorovat, že z celého výrobního procesu, jsou časově nejvíc náročné operace, které zahrnují manipulaci s materiálem.

Proto se následující kapitola zaměří na návrhy, které povedou ke snížení časové náročnosti operace nebo ke zvýšení využití současného systému rozvážení materiálu.

Tab. 7 Přehled různých operací v procesu.

Název	Průměrný čas trvání
Výrobní čas linky	8:04
Navěšování	5:58
Svěšování	6:00
Vyskládání dílců	1:49
Manipulace s paletou	4:00
Rozvoz	1:05

Následující graf (obr. 50) shrnuje přehled operací v procesu.



Obr. 50 Graf přehledu operací v procesu.

5 VAZBY MEZI TECHNICKOU PŘÍPRAVOU VÝROBY A VÝROBNÍM PROCESEM

Tato kapitola popisuje základní úkony potřebné pro zvládnutí vlastního výrobního procesu a uspokojení potřeb zákazníka. Jednotlivé kroky jsou rozděleny do základních úseků:

Poptávkové řízení:

- předmětem tohoto bodu je celkové zhodnocení zpracovatelnosti zakázky, tj. zda má podnik dostatečné výrobní kapacity, zhodnocení technologičnosti konstrukce (materiál, výkresy, dokumentace) a následná úprava specifikace dle norem. Veškeré případné změny musí být odsouhlaseny zákazníkem.

Předsérie:

- Každému poptávanému dílu je přiřazen výrobní kód
- Návrh závěsového přípravku a volba parametrů procesu
- Náběrová mapa – na přípravku, tloušťka vrstvy a její rozptyl
- Zkoušky korozní odolnosti
- Ověření na technologické dávce – jeden závěsový aparát
- Potvrzení vzorkovou dokumentací – doplnění dalších testů (termošok, korozní odolnost)
- 2 vzorkové kusy mezi zákazníkem a firmou - odsouhlasení

Série:

- Odsouhlasená zakázka, vytištění výrobního příkazu, zadání do výroby

6 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Návrhy pro řešení vychází z předchozích analýz ve výrobním podniku. Na základě předchozích teoretických poznatků, vlastního pozorování v podniku a stanovení časové náročnosti jednotlivých operací, budou stanoveny teoretické přístupy k řešení problému.

Z analýz vyplývá, že nejnáročnější jsou operace zahrnující manipulaci s materiálem, proto návrhy budou zaměřeny právě na tuto problematiku.

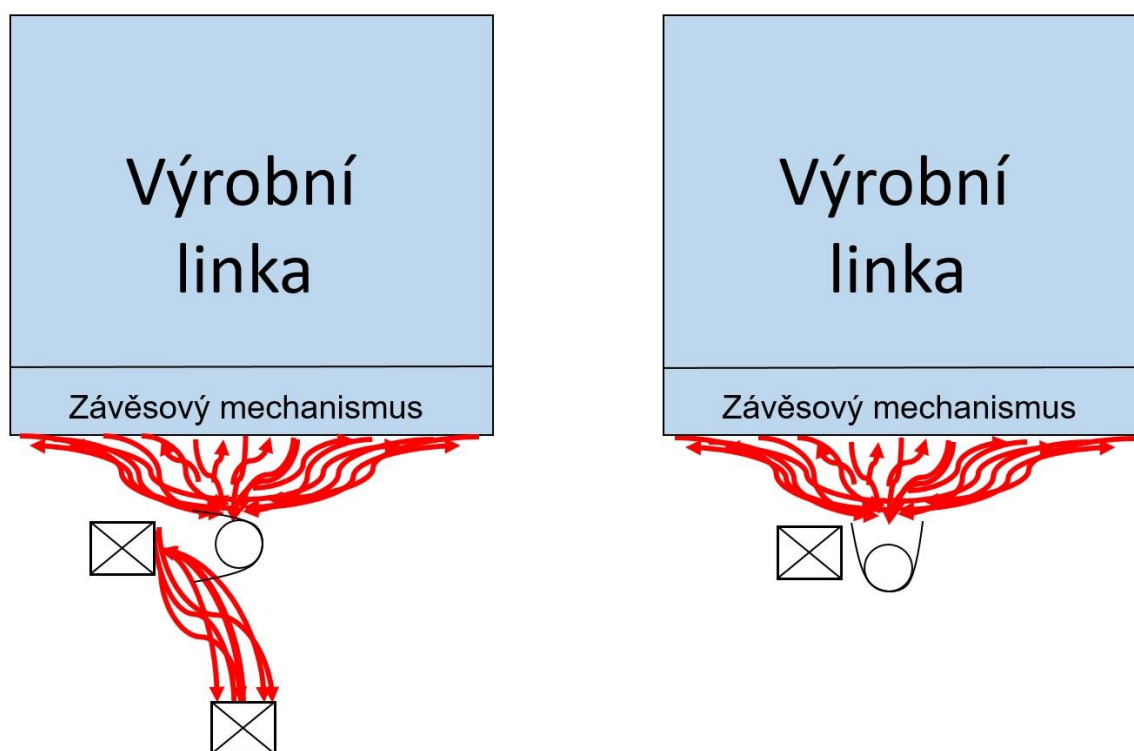
6.1 Zrušení operace vyskládání dílců z palety

V současné době při dodávce polotovarů ve velkoobjemové paletě je nutné výrobky přeskládat do transportního boxu, zpracovat je technologií galvanického pokovování a opět je naskládat do původní palety.

Tato operace je velmi časově náročná a neefektivní.

Řešení je návrh jiného umístění palety. Paleta by byla umístěna rovnou u výrobní linky, polotovary by se nemusely překládat a odpadl by tak tento časově náročný proces a rovněž by byla uspořena dráha operátora.

Na následujícím obrázku (obr. 51) je zobrazeno schéma špagetového diagramu před (vlevo) a po zrušení operace (vpravo).



Obr. 51 Srovnání špagetových diagramů operace.

Tab. 8 Návrh změny operace vykládání dílců z palety.

Název	Hodnota
Časová náročnost operace před realizací	1:49 min
Úspora času	1:49 min
Časová náročnost operace po realizaci	0:00 min
Úspora dráhy	3 m na jeden box

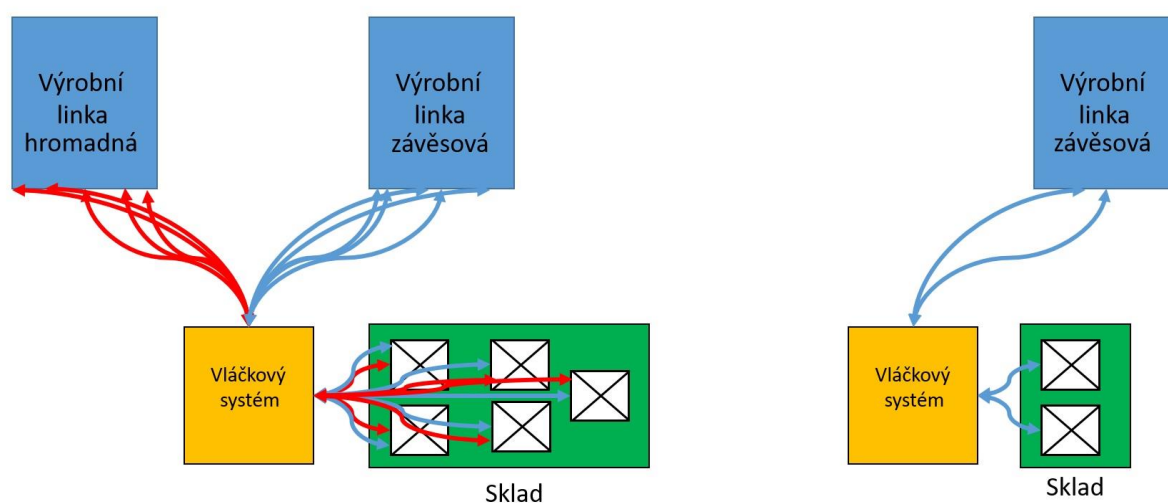
Po zavedení tohoto opatření se výrobní proces zjednoduší a pracovníci, kteří se zabývali touto činností, můžou vykonávat práci v jiném sektoru. Z tabulky (Tab. 8) vyplývá, že bude uspořen čas i dráha operátora.

6.2 Změna jízdního řádu systému Milk Run

V současném stavu je zboží dopravováno se systémem Milk Run s daným jízdním řádem. Systém obsluhuje linku disponující závěsovou technologií, ale společnost má také linku využívající technologii hromadného zpracování. Tato linka zatím není zavážena systémem Milk Run.

Proto by bylo dobré současný systém upravit a změnit jízdní řád a zásobovat jedním systémem obě výrobní linky.

Na následujícím obrázku (obr. 52) je zobrazeno schéma špagetového diagramu původního (vpravo) a nového (vlevo) jízdního řádu.



Obr. 52 Špagetový diagram nového a původního stavu.

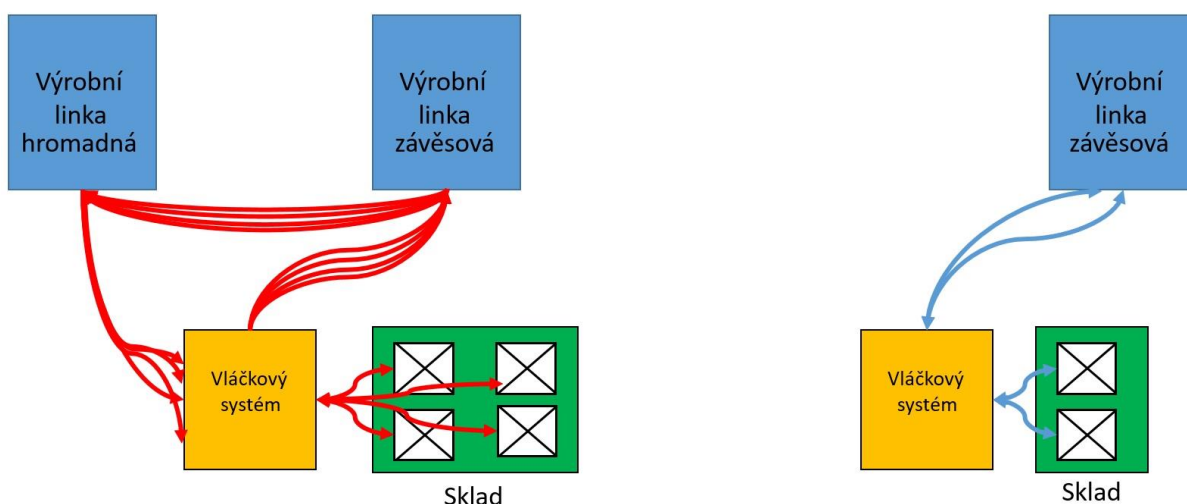
Tab. 9 Změna jízdního řádu s postupným obsluhováním.

Název	Hodnota
Současný jízdní řád	1 x 10 min
Počet palet	2
Využití	20 %
Nový jízdní řád	1 x 30 min
Nový počet palet	5
Využití po změně	60 %

Použitím tohoto návrhu (Tab. 9) dojde ke zvýšení využití vláčkového systému, místo 2 palet bude zapřaženo 5. Očekávaný nárůst využití je kolem 40 %. Vláček bude jezdit méně často, ale s větším nákladem a ve zbývajícím čase bude zásobovat druhou výrobní linku. Dráha systému Milk Run bude optimalizována a sníží se dráha VZV, kteří v současné době zásobují hromadnou výrobní linku.

Druhé řešení změny jízdního řádu počítá s jednosměrným návrhem dráhy, kde nejprve vláček přijede k závěsové lince, poté k hromadné lince a nakonec zpět do skladu.

Na obrázku (obr. 53) je možné vidět návrh jednosměrné trasy rozvozu polotovárů. Vpravo je zobrazen původní stav a vlevo stav navrhovaný.



Obr. 53 Špagetový diagram jednosměrného návrhu trasy.

Tab. 10 Změna jízdního řádu se současným obsluhováním.

Název	Hodnota
Současný jízdní řád	1 x 10 min
Počet palet	2
Využití	20 %
Nový jízdní řád	1 x 15 min
Nový počet palet	4
Využití po změně	40 %

Použitím druhého návrhu (Tab. 10) také dojde ke zvýšení využití, místo 2 palet budou rozváženy 4 palety. Teoreticky by bylo možné zapřáhnout až 6 palet. Tažná síla systému je dostatečná, ale z důvodu velké délky zapřažených palet, by nastal problém zejména s pravoúhlými zatáčkami a celkovou manipulací se systémem. Očekávaný nárůst využití je kolem 20 %. Stejně jako v předchozím návrhu bude vláček jezdit méně často a s větším nákladem, dráha systému Milk Run bude optimalizována a také se sníží dráha VZV.

6.3 Změna skladového systému

V současném stavu je sklad rozdělen na dvě poloviny, jedna polovina je sklad polotovarů, druhá slouží jako sklad hotových výrobků. Výrobky jsou seřazeny dle zákazníků.

Velká část zboží společnosti je vysokoobrátková, proto by bylo dobré, aby toto zboží bylo umístěno hned na začátku skladu, kde bude blíže vláčkovému systému a také expedici.

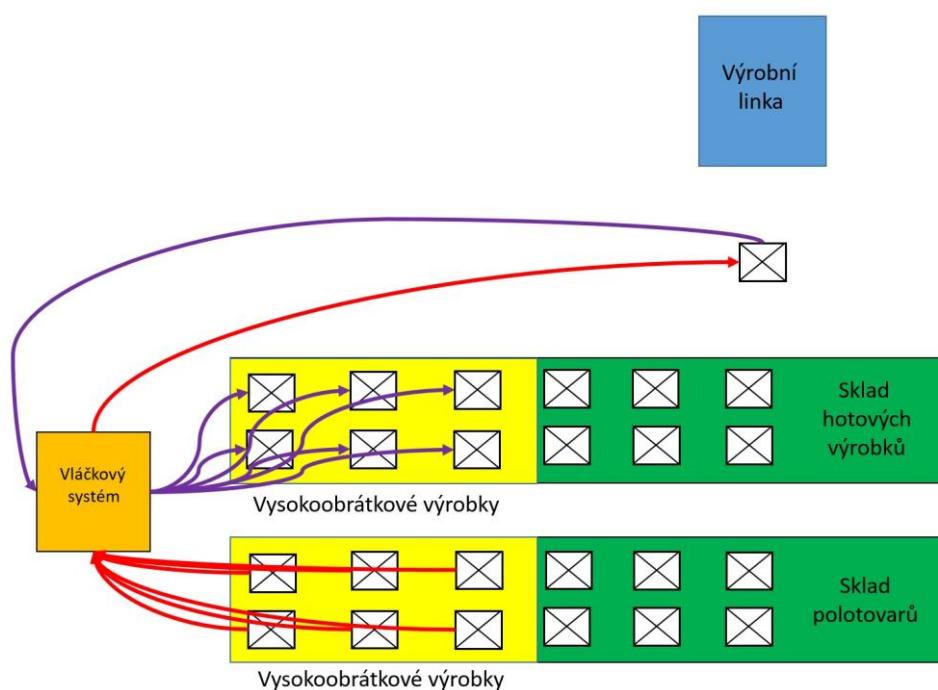
Toto opatření by bylo vhodné udělat pro obě poloviny skladu. Změna zpřehlední situaci ve skladu, zrychlí nakládku zboží pro zpracování a také vykládku již zpracovaného zboží. Také tato změna zrychlí expedici zboží ven ze společnosti. V neposlední řadě tato změna sníží využití vysokozdvížných vozíků a jejich jízdnou dráhu.

Následující tabulka shrnuje návrh nového skladového systému (Tab. 11).

Tab. 11 Nový návrh skladového systému.

Název	Čas
Časová náročnost operace nakládání	4 min na paletu
Úspora času	45 s na paletu
Časová náročnost operace po realizaci	3:15 min
Úspora dráhy na jednu paletu	30 m

Na obrázku (obr. 54) je zobrazen návrh nového rozložení skladového systému.



Obr. 54 Návrh nového skladovacího systému.

Tento návrh uspoří 15 % času potřebného pro naložení a vyložení výrobků určeného ke galvanickému zpracování. Úspora dráhy ve skladu na jednu paletu je kolem 30 m. Návrh také uspoří čas potřebný pro naložení palet s hotovými výrobky do nákladních vozidel, zde se úspora pohybuje kolem 1 minuty na paletu.

7 PODMÍNKY REALIZACE, PŘÍNOSY

V následující kapitole budou stanoveny podmínky realizace jednotlivých návrhů z předchozí kapitoly a jejich ekonomické hodnocení bude zaznamenáno do příslušných tabulek.

Z analýzy vyplynulo, že nejvíce časově náročné operace jsou operace manipulace s materiálem, proto se návrhy zaměřovaly na tuto problematiku. V následujících stranách budou tyto návrhy ekonomicky vyhodnoceny.

7.1 Vyhodnocení varianty 1

Předmětem návrhu varianty 1 je zrušení operace vyskládání dílců z palety do transportního boxu. Podmínkou realizace tohoto návrhu je samostatná existence operace, protože ne všechny dílce přijdou ke zpracování ve velkoobjemové paletě a není nutné je přeskládat.

Analýzou bylo zjištěno, že průměrný počet velkoobjemových palet je 30 kusů na den. Následující tabulka shrnuje ekonomické hodnocení varianty 1 (Tab. 12).

Tab. 12 Ekonomické vyhodnocení varianty 1.

Úspora při zkrácení časů použitím varianty 1		
Počet pracovních dní v roce	250	dní
Časová náročnost operace	0:45	hod/den
Redukce času	100	%
Časová úspora po změně	0:45	hod/den
Náklady na hodinu práce	1000	Kč/hod
Časová úspora na operaci	112,5	hod/rok
Finanční úspora na operaci	450	Kč/den
Finanční úspora na rok	112 500	Kč

Zavedením této metody dojde k 100 % redukci času operace díky jejímu kompletnímu zrušení. Podnik tímto opatřením průměrně uspoří 0:45 hodiny denně a ročně 112,5 hodiny.

Z finančního hlediska společnost zavedením této metody ročně uspoří 112 500 Kč.

7.2 Vyhodnocení varianty 2

Varianta 2 obsahuje 2 návrhy změny jízdního řádu systému Milk Run.

Návrh 2a) počítá s postupným obsluhováním obou výrobních linek. Každá linka bude zavážena 5 paletami 1 x za 30 min. Podmínkou realizace této metody je dodržování času jízdního řádu, naplánovaných tras a maximální délky taženého závěsu, aby nedocházelo k problémům při projíždění zatáček. Maximální délka taženého přívěsu byla stanovena na 5 palet.

Následující tabulka shrnuje ekonomické hodnocení varianty 2a) (Tab. 13).

Tab. 13 Ekonomické vyhodnocení varianty 2a).

Úspora při zkrácení časů použitím varianty 2a)		
Počet pracovních dní v roce	250	dní
Původní čas rozvozu	2,4	hod/den
Nový čas rozvozu	0,8	hod/den
Redukce času rozvozu	66	%
Časová úspora rozvozu	1,6	hod/den
Náklady na hod rozvozu	400	Kč/hod
Časová úspora operace	400	hod/rok
Finanční úspora na rozvoz	640	Kč/den
Finanční úspora rozvozu/rok	160 000	Kč

Realizací návrhu bude vláčkový systém jezdit méně často, ale s větším nákladem a zároveň obslouží 2 výrobní linky. Tímto opatřením tedy dojde ke snížení času rozvozu. Podnik tímto opatřením zkrátí rozvoz z původního času 2.4 hod/den na čas 0.8 hod/den, což je úspora 66 % náročnosti. Ročně společnost uspoří 400 hod.

Z finančního hlediska firma ročně uspoří až 160 000 Kč.

Návrh 2b) počítá s jednosměrným obsluhováním obou výrobních linek. Linky budou zaváženy 4 paletami 1 x za 15 min. Jako u předchozí metody je podmínkou realizace dodržování času jízdního řádu, naplánovaných tras a maximální délky taženého závěsu, aby nedocházelo k problémům při projíždění zatáček. Délka taženého závěsu jsou u této metody 4 palety, vláček utáhne až 6 palet, ale nastal by problém s pravoúhlými zatáčkami. Díky jednosměrné dráze musí být věnována zvýšená pozornost naplánované trase, aby nedošlo ke kontaktu.

Následující tabulka shrnuje ekonomické hodnocení varianty 2b) (Tab. 14)

Tab. 14 Ekonomické vyhodnocení varianty 2b).

Úspora při zkrácení časů použitím varianty 2b)		
Počet pracovních dní v roce	250	dní
Původní čas rozvozu	2,4	hod/den
Nový čas rozvozu	1,6	hod/den
Redukce času rozvozu	25	%
Časová úspora rozvozu	0,8	hod/den
Náklady na hod rozvozu	400	Kč/hod
Časová úspora operace	200	hod/rok
Finanční úspora na rozvoz	320	Kč/den
Finanční úspora rozvozu/rok	80 000	Kč

Rovněž realizací návrhu 2b) bude vláčkový systém jezdit méně často, ale s větším nákladem a zároveň obslouží 2 výrobní linky. Tímto opatřením také dojde ke snížení času rozvozu. Společnost tímto opatřením zkrátí rozvoz z původního času 2.4 hod/den na 1.6 hod/den, což je 25 % úspora náročnosti. Ročně společnost uspoří 200 hod.

Z finančního hlediska firma ročně uspoří až 80 000 Kč.

Z návrhu metody 2 vyplývá, že ekonomicky příznivější je metoda 2a), protože ročně uspoří dvojnásobný počet hodin a o 80 000 Kč více.

7.3 Vyhodnocení varianty 3

Varianta 3 se zabývá změnou skladového systému ve výrobním podniku. Jedná se o rozdělení skladu na část s výrobky, které jsou vysokoobrátkové.

Podmínkou realizace je objem vysokoobrátkového zboží, které v současné době tvoří asi 20 % objemu zpracovávaného zboží. Další podmínkou je realizace návrhu jak v části skladu polotovarů, tak také v části skladu hotových výrobků.

Následující tabulka shrnuje ekonomické hodnocení varianty 3 (Tab. 15).

Tab. 15 Ekonomické vyhodnocení varianty 3.

Úspora při zkrácení časů použitím varianty 3		
Počet pracovních dní v roce	250	dní
Časová náročnost operace	2,5	hod/den
Nový čas operace	2,125	hod/den
Redukce času	15	%
Časová úspora po změně	0,375	hod/den
Náklady na hodinu práce	600	Kč/hod
Časová úspora na operaci	93,75	hod/rok
Finanční úspora na operaci	225	Kč/den
Finanční úspora na rok	56 250	Kč

Realizací návrhu 3 bude zpřehledněna situace ve skladu. Bude snížena časová náročnost operace nakládání a vykládání palet, rovněž bude urychlena expedice hotových výrobků z podniku. Toto opatření se konkrétně projeví zkrácení času z 2.5 hod/den na 2,125 hod/den, což je přibližně 15% zkrácení časové náročnosti. Tímto opatřením firma uspoří až 93,75 hodin ročně.

Z finančního hlediska firma ročně ušetří až 56 250 Kč.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo nalézt řešení, která povedou ke zvýšení časové efektivity využití výrobní linky ve firmě CVP Galvanika s.r.o. v provozu ve Ždánicích v jihomoravském kraji.

Prvním krokem bylo provedení analýzy současného stavu pro zjištění úzkých míst ve výrobním procesu. Analýza proběhla pomocí měření času jednotlivých operací užitím stopky. Každá operace byla měřena 5 krát, nezávisle na sobě.

Z analýzy bylo zjištěno, že největší úzké místo představuje manipulace s materiálem v celém výrobním procesu. Proto se návrhy na zlepšení zaměřovaly právě na tuto problematiku. Prvním návrhem bylo zrušení operace přeskládání dílců z velkoobjemové palety do transportního boxu. Zrušením této operace se zjednoduší výrobní proces a ušetří se čas manipulace. Druhým návrhem byla změna jízdního řádu vláčkového systému Milk Run. Tento systém není ve společnosti plně využit. Změna jízdního řádu byla zaměřena na zvýšení využití systému Milk Run a také počítá se zavedením trasy pro obsluhu druhé výrobní linky. Třetím návrhem byla změna skladového systému. Tento návrh sníží čas potřebný k naložení palet a také významně zkrátí dráhu VZV potřebných k naložení palet na vláčkový systém.

Posledním krokem bylo stanovení podmínek realizace a přínosů práce. Pro identifikaci těchto bodů bylo provedeno ekonomické hodnocení jednotlivých návrhů. Analýzou bylo zjištěno, že díky první metodě podnik ušetří až 112,5 hod ročně a ušetří tak až 112 500 Kč ročně. Druhý návrh obsahuje dvě varianty, kde první varianta společnosti ušetří až 400 hod ročně, což představuje snížení časové náročnosti rozvozu o 66 % a finanční úsporu až 160 000 Kč za rok. Druhá varianta sníží časovou náročnost rozvozu o 200 hod ročně, což představuje časovou úsporu 25 % a finanční úsporu až 80 000 Kč za rok. Poslední návrh přinese společnosti snížení časové náročnosti operace o 93,75 hodin ročně, což představuje časovou úsporu 15 %. Realizace poslední metody podniku uspoří až 56 250 Kč za rok.

Z hlediska posloupnosti zavádění návrhů by bylo nejvhodnější nejprve zavést metodu 1 a zjednodušit tak výrobní proces o jednu operaci. Následně zavést metodu 3 a zpřehlednit situaci ve skladu. Po realizaci těchto metod by měl následovat poslední návrh a to naplánování jízdního řádu vláčkového systému Milk Run využitím návrhu a) nebo b). Při tomto návrhu je nutné počítat s počtem velkoobjemových palet z celkového počtu a také s objemem vysokoobrátkových výrobků, které budou umístěny ve skladu blíže k lince. Tyto faktory budou rozhodovat o časovém plánu jízdního řádu a o variantě postupného nebo střídavého zavážení linek.

Z uvedených závěrů je patrné, že navrhnutá řešení povedou k lepším ekonomickým výsledkům, případně k neekonomickým výsledkům v podobě zlepšení pracovního prostředí a zjednodušení výrobního procesu.

Cílem této práce bylo provést studii efektivity využití výrobní linky a provést návrhy, které povedou k úsporám a ke zvýšení časové efektivity linky. Dle mého názoru byl cíl práce splněn.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. RASTOGI, M. K. *Production and operation management*. Bangalore: University science press, 2010, v, 168 s. : grafy, tab. ISBN 978-93-80386-81-2.
2. KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5
3. UČEŇ, Pavel. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Praha: Grada, 2008, 190 s. : il., tab. ISBN 978-80-247-2472-0.
4. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. : il., grafy, tab. ISBN 80-86851-38-9.
5. *Štíhlá logistika* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm>
6. *Druhy plýtvání* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.aleanjourney.com/2009/10/downtime-and-eight-wastes.html>
7. *Plýtvání* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.kcm.cz/kategorie/plytvani.aspx>
8. *Plýtvání* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/plytvani>
9. *Muda* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://qldkettlebells.com.au/toyotastrength/>
10. *7 druhů plýtvání* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://smartmanagement.info/lean-manufacturing/the-7-wastes/>
11. *Štíhlá výroba* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>
12. *Štíhlá výroba* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-vyroba-lean>
13. *Agentura API* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>
14. *Metoda 5S* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
15. *Metoda 5S* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25814n-zacnete-s-nami-metoda-5s-predpoklad-pro-dalsi-zlepsovani>
16. *5S* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/5s-metoda>
17. *Vizuální management* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-management-stihle-pracoviste>
18. *Vizuální management* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.stihlavyroba.eu/fotogalerie/>
19. *Mapování materiálového toku* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/nastroje-stihle-vyroby-lean-production.html>
20. *Mapování toku* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/value-stream-mapping>
21. *Mapování toku hodnot* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://cz.kaizen.com/slovník/value-stream-mapping.html>
22. *Mapování toku hodnot* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/mapovani-hodnotovych-toku-1-cast-kdy-mapovat-toky-hodnot-a-kdy-ne/>

-
23. *Just In Time* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp>
 24. *Just In Time* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/jit/>
 25. *Analýza a měření práce* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
 26. *Formulář dne* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.lean.org/common/display/?o=2192>
 27. *Snímek dne* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani.html>
 28. *Kanban* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>
 29. *Kanban* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
 30. KOŠTURIÁK, Ján a Kateřina JANOŠKOVÁ. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010, v, 234 s. : il., grafy, tab., formuláře. ISBN 978-80-251-2349-2.
 31. *Kaizen* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-kaizen/>
 32. *Kaizen* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/oeconsulting/six-steps-of-kaizen-by-operational-excellence-consulting>
 33. JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. : grafy, tab. ISBN 978-80-265-0059-9.
 34. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 stran : ilustrace, portréty. ISBN 978-80-247-5717-9.
 35. *TPM* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/efektivni-strategie-pro-rizeni-udrzby-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z06uRx25tHcOj0eO_SkKPZE/
 36. *Ukazatel OEE* [online]. [cit. 2017-12-19]. Dostupné z: <http://www.plantwatcher.cz/oeo-p141.htm>
 37. *CVP Galvanika s.r.o.* [online]. [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.cvp-galvanika.cz/>
 38. *Odmašťovací lázeň* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-32013/formulace-mikrofiltrovatelných-odmastovacích-lázní-1-cast.html>
 39. *Vliv na kvalitu povrchu* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-22016/funkce-a-vliv-preduprav-na-konečnou-kvalitu-galvanického-povlaku.html>
 40. *Galvanicky pokovené výrobky* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.knk.cz/eshop/technicke-kovani/nabytkove-zamky>
 41. *Filtrační aparáty* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.watek.cz/cs/filtracni-aparaty>
 42. *Galvanicky upravený blatník* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.nahradni-dily-zh.cz/zbozi/799051/Levy-predni-blatnik---galvanizovany.htm>
 43. *Pasivace* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.chromovani-zajic.cz/PasAl.php>
 44. *Závěsový přípravek* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <http://www.galvanovnaomega.cz/pokov/pokoveni.html>
-

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Hlavní výrobní faktory.....	9
Obrázek č. 2 Výrobní management.....	10
Obrázek č. 3 Struktura štíhlého podniku.....	11
Obrázek č. 4 Schéma přidané a nepřidané hodnoty.....	12
Obrázek č. 5 Druhy plýtvání v podniku.....	12
Obrázek č. 6 7 typů plýtvání.....	13
Obrázek č. 7 Schéma štíhlé výroby.....	14
Obrázek č. 8 Metoda 5S.....	15
Obrázek č. 9 Příklad vizuálního managementu.....	16
Obrázek č. 10 Mapování hodnotového toku.....	17
Obrázek č. 11 Schéma metody JIT.....	18
Obrázek č. 12 Formulář pro chronometráž.....	19
Obrázek č. 13 Snímek pracovního dne.....	20
Obrázek č. 14 Schéma Kanbanu.....	20
Obrázek č. 15 Postup Kaizenu.....	21
Obrázek č. 16 Total Productive Maintenance.....	22
Obrázek č. 17 Základní principy TPM.....	23
Obrázek č. 18 Schéma ukazatele CEZ.....	25
Obrázek č. 19 Pohled na společnost CVP Galvanika.....	27
Obrázek č. 20 Expedice společnosti CVP Galvanika.....	28
Obrázek č. 21 Certifikát ISO 9001.....	29
Obrázek č. 22 Certifikát VDA 6.1.....	29
Obrázek č. 23 Certifikát ISO 14001.....	29
Obrázek č. 24 Pohled na výrobní halu.....	30
Obrázek č. 25 Závěsová výrobní linka.....	30
Obrázek č. 26 Sklad polotovarů.....	31
Obrázek č. 27 Organizační struktura společnosti.....	32
Obrázek č. 28 Mapa procesů.....	33
Obrázek č. 29 Příklad odmašťovací lázně.....	35
Obrázek č. 30 Příklad součásti před a po moření.....	36
Obrázek č. 31 Dělení elektrolytického odmašťování.....	36
Obrázek č. 32 Galvanické pokovování.....	37
Obrázek č. 33 Příklad galvanicky pokoveného výrobku.....	38
Obrázek č. 34 Příklad filtru pro použití při galvanizaci.....	38
Obrázek č. 35 Galvanicky zpracovaný blatník společnosti Audi.....	39
Obrázek č. 36 Zleva neupravený díl, po chromátování, transparentní pasivace.....	40
Obrázek č. 37 Závěsový mechanismus.....	41
Obrázek č. 38 Schéma postupu galvanického pokovování.....	42
Obrázek č. 39 Závěsová výrobní linka.....	43
Obrázek č. 40 Montáž závěsového mechanismu.....	44
Obrázek č. 41 Špagetový diagram operace navěšování a svěšování.....	45
Obrázek č. 42 Velkoobjemová paleta.....	46
Obrázek č. 43 Transportní box.....	47
Obrázek č. 44 Špagetový diagram manipulace s dílci.....	47
Obrázek č. 45 Skladové prostory společnosti.....	48
Obrázek č. 46 Palety naložené na podvozku.....	48
Obrázek č. 47 Tažná soustava systému Milk Run.....	49
Obrázek č. 48 Špagetový diagram rozvozu materiálu.....	50

Obrázek č. 49 Expedice ze skladu.....	50
Obrázek č. 50 Graf přehledu operací v procesu.....	51
Obrázek č. 51 Srovnání špagetových diagramů operace.....	53
Obrázek č. 52 Špagetový diagram nového a původního stavu.....	54
Obrázek č. 53 Špagetový diagram jednosměrného návrhu trasy.....	55
Obrázek č. 54 Návrh nového skladovacího systému.....	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Přehled zákazníků.....	30
Tabulka č. 2 Naměřené hodnoty výrobního času linky.....	43
Tabulka č. 3 Naměřené hodnoty navěšování.....	44
Tabulka č. 4 Naměřené hodnoty svěšování.....	45
Tabulka č. 5 Vyskládání dílců do palety.....	46
Tabulka č. 6 Analýza rozvozu.....	49
Tabulka č. 7 Přehled různých operací v procesu.....	51
Tabulka č. 8 Návrh změny operace vyskládání dílců z palety.....	54
Tabulka č. 9 Změna jízdního řádu s postupným obsluhováním.....	55
Tabulka č. 10 Změna jízdního řádu se současným obsluhováním.....	56
Tabulka č. 11 Nový návrh skladového systému.....	57
Tabulka č. 12 Ekonomické vyhodnocení varianty 1.....	58
Tabulka č. 13 Ekonomické vyhodnocení varianty 2a).....	59
Tabulka č. 14 Ekonomické vyhodnocení varianty 2b).....	60
Tabulka č. 15 Ekonomické vyhodnocení varianty 3.....	61

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
NVA	-	Non-Value Added
VA	-	Value Added
TPM	-	Total Productive Maintenance
CEZ	-	Celková efektivita zařízení
OEE	-	Overall Equipment Effectiveness