

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra řízení



Diplomová práce

**Optimalizace a ekonomické zhodnocení výroby rámců
podvozků drážních vozidel**

Bc. Petr Chleborád

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra řízení

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petr Chleborád

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Optimalizace a ekonomické zhodnocení výroby rámců podvozků drážních vozidel

Název anglicky

Optimization and economic evaluation of production of chassis frames for rail vehicles

Cíle práce

Navrhnout optimalizaci technologie výroby a materiálového toku pracoviště rámců podvozků za účelem navýšení výrobní kapacity a zlepšení efektivity pracoviště. Tento návrh ekonomicky vyhodnotit.

Dílčí cíle:

Popsat a analyzovat stávající technologii a dosahované výsledky. Navrhnout konkrétní opatření pro zvýšení efektivity výroby, materiálového toku a kvalitativních požadavků – racionalizace, automatizace, robotizace, dispoziční řešení. Provést ekonomické hodnocení navržených opatření včetně rozpočtu výdajů a návrhu financování.

Metodika

- analýza vnitropodnikové dokumentace a dostupné literatury
- pozorování na pracovišti, měření, sběr dat, časové studie
- analýza získaných dat, výpočty, popisná statistika, srovnání

Doporučený rozsah práce

60 – 70 stran

Klíčová slova

Automatizace, efektivita procesů, ekonomické hodnocení, materiálový tok, racionalizace, řízení kvality, řízení procesů, zlepšování.

Doporučené zdroje informací

Cibulka, V., Němejč, J.: Základní terminologie z oblasti projektování výrobních procesů a systémů. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2001.

ČSN EN ISO 9001, Systémy managementu kvality Požadavky, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010

Dostál, J., Heller, P.: Kolejová vozidla I. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007.

Jirásek, J.: Štíhlá výroba. Praha: Grada Publishing, 1998

Kleinová, J.: Ekonomické hodnocení výrobních procesů. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005

Římovská, P.: Metodické postupy v projektování podnikatelských projektů. Praha: ČZU, 2005.

Učeň, P.: Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšování. Praha: Grada Publishing, 2008

Vejdělek, J.: Jak zlepšit výrobní proces, Praha: Grada Publishing, 1998

Předběžný termín obhajoby

2016/02 (únor)

Vedoucí práce

doc. Ing. Tomáš Macák, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 4. 11. 2014

prof. Ing. Ivana Tichá, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 27. 09. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace a ekonomické zhodnocení výroby rámu podvozků drážních vozidel" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 11. 2015

.....

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Doc. Ing. Tomášovi Macákovi, Ph. D. za vedení mé práce, za přínosné rady a trpělivost při řešení problematiky související se zpracováním této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům společnosti Legios Loco a.s., především panu Ing. Pavlovi Marouškovi a Ing. Miroslavu Burešovi za poskytnutí potřebných informací, podkladů a materiálů nezbytných pro zpracování této práce.

Optimalizace a ekonomické zhodnocení výroby rámu podvozků drážních vozidel

Optimalization and economic evaluation of production of chassis frames for rail vehicles

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci procesů výroby, konkrétně podvozků drážních vozidel. Důležitým východiskem je pohled na moderní výrobní procesy a jejich racionalizaci. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je shrnut nejprve pohled na optimalizaci v kontextu s managementem podniku a jeho procesů, včetně specifík lidského výrobního faktoru, zavádění inovací a trvalého zlepšování v systémech řízení kvality. Rozbor pokračuje hlediskem toku materiálu a popisem metodiky časových studií. Dále je rozvedeno téma procesů svaření a jejich automatizace, jsou shrnuty poznatky z oboru robotizace průmyslové výroby a v závěru je uveden pohled na ekonomické posouzení výrobních procesů včetně hlediska racionalizačních investic.

V praktické části je nejprve charakterizován konkrétní výrobní podnik, jeho vývoj, současnost a produktové portfolio. Jsou popsány stávající procesy zkoumaného pracoviště. Navazuje provedení časové studie procesu svařování a návrh na využití robotizace některých operací. Práce je zakončena ekonomickým pohledem na navrženou optimalizaci procesu, vyhodnocením úspory a návratnosti investice do modernizace pracoviště, včetně návrhu financování a doporučení dalších opatření.

Summary

The diploma thesis focuses on optimization of the production processes related to chassis frames of railway vehicles. It stresses the important aspect of modern production processes and their rationalization. The thesis is divided into a theoretical and a practical part.

The theoretical part summarizes the concept of optimization in the context of enterprise management and its processes, including the particulars of the human factor in production, putting innovations into practice and sustainable improvement of quality

management systems. The analysis continues with the aspect of material flow and with the description of the stopwatch time study. This part of thesis also describes the welding processes and their automation, summarizes the knowledge in the field of robotics in industrial production and it concludes with the standpoint of economic evaluation of production processes including the perspective of rationalization investments.

The practical part describes a particular manufacturing plant, its development, current situation and the product portfolio. It defines existing processes of the analyzed plant. This part is followed by the stopwatch time study of the welding proces and the outline of possible implementation of certain robot-assisted operations. The conclusion of the thesis focuses on the suggested process optimization, the evaluation of savings and return of investments related to the workplace modernization, as well as suggested financing options and other measurements.

Klíčová slova: automatizace, efektivita procesů, ekonomické hodnocení, materiálový tok, optimalizace, racionalizace, řízení kvality, řízení procesů, zlepšování.

Keywords: automation, process efficiency, economic evaluation, material flow, optimization, rationalization, quality management, proces control, improvement

OBSAH

1	ÚVOD.....	14
2	CÍL A METODIKA PRÁCE	16
2.1	CÍL PRÁCE.....	16
2.2	METODIKA PRÁCE.....	16
3	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	18
3.1	ÚVOD DO VĚDECKÉHO ŘÍZENÍ PRÁCE.....	18
3.2	PODNIK A JEHO PROCESY	20
3.2.1	Výrobní činnost.....	20
3.2.2	Podnikové procesy.....	21
3.2.3	Lidský faktor v podniku	22
3.3	VÝROBNÍ TOK MATERIÁLU	25
3.3.1	Uspořádání výroby.....	25
3.3.2	Optimalizace materiálového toku	27
3.4	RACIONALIZACE, OPTIMALIZACE A INOVACE.....	28
3.4.1	Racionalizace	28
3.4.2	Optimalizace	30
3.4.3	Inovace.....	31
3.4.4	zlepšování procesů v managementu kvality	31
3.5	ČASOVÉ STUDIE JAKO NÁSTROJ V PROCESU ZLEPŠOVÁNÍ	34
3.5.1	Snímek pracovního dne	35
3.5.2	Snímek operace.....	36
3.5.3	Momentkové pozorování	37
3.5.4	Metoda předem stanovených časů	38
3.6	TECHNOLOGIE VÝROBY SVAŘOVÁNÍM	38
3.6.1	Základní charakteristiky procesu svařování	38
3.6.2	Požadavky na kvalitu	41
3.6.3	Kvalifikace personálu pro svářecí procesy	42
3.6.4	Proces svařování v ochranné atmosféře.....	43
3.7	ROBOTIZACE PROCESŮ PRŮMYSLOVÉ VÝROBY	44
3.7.1	Úvod do robotiky	44
3.7.2	Uplatnění průmyslových robotů	46
3.7.3	Využití robotů v automatizaci procesu svařování.....	48
3.8	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ PROCESŮ.....	49
3.8.1	Úvod do ekonomiky výrobních procesů.....	49
3.8.2	Hodnocení hospodárnosti výroby	50
3.8.3	Hodnocení výrobních variant.....	52
3.8.4	Investiční činnost	53
3.8.5	Investiční rozhodování.....	54
3.8.6	výpočet čisté současné hodnoty	55
3.8.7	Vnitřní výnosové procento.....	56
4	PRAKTICKÁ ČÁST	58
4.1	ÚVOD	58
4.2	VÝROBNÍ PROGRAM SPOLEČNOSTI.....	59
4.3	CERTIFIKACE	61

4.4	ORGANIZACE V PODNIKU.....	62
4.5	VÝROBNÍ PROCESY SPOLEČNOSTI	64
4.6	PROCESY TRVALÉHO ZLEPŠOVÁNÍ	65
4.7	PRACOVÍŠTĚ VÝROBY RÁMŮ PODVOZKŮ	68
4.7.1	Charakteristika výrobku.....	68
4.7.2	Charakteristika pracoviště.....	69
4.7.3	Charakteristika procesu.....	70
4.7.4	Časová analýza ručního svařování.....	72
4.8	NÁVRH OPTIMALIZACE A EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	74
4.8.1	Návrh automatizace procesu	74
4.8.2	Kalkulace ceny ručního sváření	78
4.8.3	Finanční aspekty navrženého opatření.....	78
4.8.4	Úspory automatizovaného procesu	79
4.8.5	Výpočet prosté návratnosti	82
4.8.6	Diskontovaná úspora a návratnost	84
5	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DOPORUČENÍ	87
6	ZÁVĚR	94
7	SEZNAM LITERATURY	96
8	PŘÍLOHY	I

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Obr. č. 1: Vzájemné vazby mezi podnikem a prostředím	19
Obr. č. 2: výrobní procesy	20
Obr. č. 3: výrobní procesy dle množství.....	21
Obr. č. 4: Produktový layout	25
Obr. č. 5: Technologický layout	26
Obr. č. 6: Buňkové uspořádání výroby.....	26
Obr. č. 7: Sankeyův diagram	27
Obr. č. 8: Osm druhů plýtvání	29
Obr. č. 9: Kaizen – metody pro kontinuální zlepšování	30
Obr. č. 10: Vazby mezi kontinuálním zlepšováním a reengineeringem.....	31
Obr. č. 11: Demingův cyklus trvalého zlepšování PDCA.....	32
Obr. č. 12: Normování práce – časové kategorie	35
Obr. č. 13: Metody svařování a jejich značení	40
Obr. č. 14: Princip obloukového sváření v ochranné atmosféře.....	44
Obr. č. 15: Ilustrační obrázek - svařovací robot spol. FANUC.....	49
Obr. č. 16: Kalkulační techniky.....	52
Obr. č. 17: Investiční magický trojúhelník	54
Obr. č. 18: Logo společnosti.....	59
Obr. č. 19: Cisternový vůz.....	59
Obr. č. 20: Plošinové vozy	60
Obr. č. 21: Výsypný vůz.....	60
Obr. č. 22: Letecký snímek provozoven Legiosu.....	63
Obr. č. 23: Mapa procesů společnosti Legios.....	63
Obr. č. 24: 3D model podvozku Y 25	68
Obr. č. 25: 3D model příčnicku Y 25	68
Obr. č. 26: 3D model podélníku Y 25	69
Obr. č. 27: 3D model sestavy rámu Y 25	69
Obr. č. 28: Umístění rozpracované výroby.....	70
Obr. č. 29: pracoviště svařování příčnicku Y 25	71
Obr. č. 30: pracoviště svařování podélníku Y 25	71
Obr. č. 31: kontrolní pracoviště podvozku Y 25	72
Obr. č. 32: pracoviště sváření příčnicků resp. podélníků	76
Obr. č. 33: pracoviště sváření rámu podvozků	77
Obr. č. 34: Automatizované pracoviště pro svařování robotem QRC 350.....	78
Graf č. 1: Fyziologická křivka pracovní výkonnosti v průběhu směny	23
Graf č. 2: Křivka denní výkonnosti	24
Graf č. 3: vývoj počtu robotů na světě v počtech kusů	47
Graf č. 4: Počty kusů průmyslových robotů - odhad 2015.....	47
Graf č. 5: Odhad ročních dodávek průmyslových robotů podle odvětví.....	48
Graf č. 6: P-Q diagram Legios.....	61
Graf č. 7: kolísání výkonnosti dle směny	75
Graf č. 8: Kapacitní vytížení robotů	82
Graf č. 9: Diskontovaná čistá návratnost v letech	86

Tab. č. 1: Podniková hierarchie	64
Tab. č. 2: výběrová chronometráž podélníku	73
Tab. č. 3: výběrová chronometráž příčnicku	73
Tab. č. 4: výběrová chronometráž sestavy rámu podvozku	74
Tab. č. 5: Investiční výdaj na robotizované pracoviště	79
Tab. č. 6: Úspora při robotizovaném sváření.....	79
Tab. č. 7: Celková úspora na robotizované pracoviště rámu podvozku Y 25	80
Tab. č. 8: Využití kapacit robotů – časové vytížení	81
Tab. č. 9: Prostá návratnost v kusech – nediskontované vyhodnocení investice a úspory..	82
Tab. č. 10: náklady na údržbu po dobu uvažované životnosti.....	83
Tab. č. 11: Bod zvratu se zohledněním odpisů a nákladů (nediskontované).....	83
Tab. č. 12: Prostá návratnost v letech.....	84
Tab. č. 13: Faktor současné hodnoty	84
Tab. č. 14: Diskontovaná čistá návratnost v letech	85

POUŽITÉ ZKRATKY

A. S.	Akciová společnost
ATD.	A tak dále
CF	Cash flow (peněžní toky)
CIT.	Citace
Č.	Číslo
ČD	České dráhy
ČSH	Čistá současná hodnota
ČSN	Česká národní norma
DB	Německé dráhy (Deutsche Bahn)
DÚ	Drážní úřad
ECM	Entity in charge of maintenance (odpovědnost za údržbu nákladních vozů)
EN	Evropská norma
FSH	Faktor současné hodnoty
HDS KV	Hlavní defektoskopické středisko kolejových vozidel
IFR	Mezinárodní federace pro robotiku
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IT	Informační technologie
MAG	Metall Active Gas (obloukové svařování v aktivním ochranném plynu)
MIG	Metall Inert Gas (obloukové svařování v inertním ochranném plynu)
MTM	Metoda předem stanovených časů
NAPŘ.	Například
OBR.	Obrázek
PDCA	Plánuj – dělej – kontroluj – jednej (Demingův cyklus trvalého zlepšování)
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
S.	Strana
S. R. O	Společnost s ručením omezeným
TIG	Tungsten Inert Gas (obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním ochranném plynu)
VPI	Předpis pro opravy železničních vozů
VVP	Vnitřní výnosové procento
ZSSK	Železniční společnost Cargo Slovakia

1 ÚVOD

V moderním podnikatelském prostředí se stále více dostává ke slovu otázka konkurenční výhody podniku. Již nepostačuje pružně reagovat na otázky výše ceny a dosažené kvality, ale do popředí se dostávají další důležité otázky. Mezi ty stěžejní patří ekonomický aspekt, tj. „s jakým zhodnocením“ jsou procesy realizovány a s tím souvisí faktor „kdo rychleji a efektivněji“. Nepostačuje uspokojit zákazníka, je nutné naplnit potřeby všech dalších zájmových skupin. Klíčovým parametrem se nutně stává přidaná hodnota výrobního procesu. Uvedeným otázkám je proto potřeba věnovat dostatečnou péči jak v samotné výrobě, tak ve vývoji a zlepšování těchto procesů, ale také v managementu organizace. Aby podniky obstály v tržním prostředí, kde neustále roste tlak konkurentů, jsou nuceny zavádět metody strategického řízení, uplatňovat systémový a procesní přístup v souladu s mezinárodními standardy pro řízení managementu kvality. V tomto multidisciplinárním pojetí, kdy se k podniku přistupuje jako k celku, kde vše souvisí se vším, má své nezastupitelné místo proces neustálého hledání slabých míst a potenciálů ke zlepšování. Na ně pak navazuje zavádění konkrétních opatření a nástrojů pro jejich realizaci, optimalizace procesů, zlepšení kvality a komplexní racionalizace s cílem zvýšit výkonnost podniku a tím dosáhnout vyšší přidané hodnoty.

Pro tuto práci bylo zvoleno téma „Optimalizace a ekonomické zhodnocení výroby rámců podvozků drážních vozidel“ z toho důvodu, aby poznatky autora z předchozího studia strojního inženýrství a následné praxe v oblasti managementu kvality byly smysluplně obohaceny a doplněny poznatky získanými při studiu na Provozně ekonomické fakultě. Vzhledem k současnému trendu růstu trhu železniční dopravy lze předpokládat růst konkurenčního prostředí v odvětví a na místě je připravenost flexibilně reagovat. Autor bude proto analyzovat pracoviště výroby rámců podvozků železničních vozidel společnosti Legios Loco a.s., které je specifické tím, že dominuje náročnou manuální činností a vysokými požadavky na kvalitu dílů.

V první části autor shrnuje poznatky a teoretické předpoklady, analyzuje pohled na optimalizaci procesů v kontextu s moderním řízením podniků a inovačními procesy v systémech řízení managementu kvality. Další částí je rozbor metodiky časových studií a teoretický popis procesu svařování. Navazuje téma potenciálu inovace výroby prostřednictvím využití průmyslových robotů a teoretickou část uzavírá pohled na ekonomické zhodnocení výrobních procesů.

V praktické části je nejprve charakterizován výrobní podnik Legios Loco a.s., jeho vývoj, současnost, výrobní portfolio a jsou charakterizovány stávající procesy s akcentem na pracoviště svařování rámu podvozků Y 25. Cílem studie je najít vhodné a rentabilní řešení pro zvýšení efektivity, kvality, snížení podílu manuální práce a tím k dosažení konkurenční výhody. Navazuje provedení časové studie procesu svařování a návrh na využití průmyslových robotů na pracovišti.

V závěru práce je provedeno ekonomické vyhodnocení návratnosti racionalizační investice a doporučení ke konkrétním opatřením.

2 CÍL A METODIKA PRÁCE

2.1 CÍL PRÁCE

Tématem práce je navrhnout optimalizaci technologie výroby konkrétního výrobního pracoviště, z čehož vyplývá hlavní cíl, kterým je navržení takových racionalizačních opatření, aby bylo dosaženo vyšší výrobní kapacity a lepší efektivity, než dosahuje stávající výrobní proces. Dalším cílem je tento návrh ekonomicky zhodnotit, aby bylo zřejmé, zda jsou navržená opatření dostatečně rentabilní a budou či nebudou doporučena k realizaci.

K naplnění hlavního cíle bylo zapotřebí stanovit dílčí cíle, mezi které patří:

- popsat a analyzovat stávající technologii a dosahované výsledky
- doporučit opatření pro trvalé zlepšování a inovace v konkrétním podniku
- navrhnout konkrétní opatření pro zvýšení efektivity výroby konkrétního výrobku ve smyslu optimalizace a racionalizace pracoviště
- ekonomicky navrženou variantu zhodnotit.

Pro praktickou část práce byla vybrána společnost Legios Loco a.s.. Důvodem této volby byla okolnost, že při současném růstu železničního trhu nabízí tento podnik potenciál pro získání a další upevnění dominantní pozice v tomto odvětví na našem trhu. Podnik je znám pro svoji dlouholetou historii a svými tradičními výrobními postupy, kde zcela dominují manuální práce. Ve společnosti je uplatněna jen zanedbatelná úroveň automatizace a není zde využita žádná robotizace. Firma za několik málo let expandovala z průměrné tuzemské opravárenské společnosti na předního výrobce železničních vozů na evropské úrovni. Je důvodné předpokládat, že tyto tři podstatné faktory, kterými jsou *rychlý rozvoj podniku, těžiště výrobních procesů v ručních technologiích a zároveň růst železničního trhu*, ve své kombinaci nenabízejí optimistický pohled do budoucna. V případě navýšení kontraktů by se totiž společnost ocitla před reálným rizikem ztráty konkurenční výhody. Logickým vyústěním této polemiky bylo hledat slabá místa a ty se pokusit optimalizovat, modernizovat a zhodnotit efektivitu vložené investice.

2.2 METODIKA PRÁCE

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část a v každé z nich bylo použito různých metod. V teoretické části šlo především o sběr informací prostřednictvím studia

odborné literatury a internetových zdrojů, včetně zdrojů cizojazyčných, s cílem získat širší přehled a znalosti ke zkoumané problematice. Ty jsou pak využity v praktické části, kde byly doplněny studiem vnitropodnikových dokumentů a informacemi získanými nestruturovanými rozhovory se zaměstnanci managementu i dělníky na samotném pracovišti. Analýza a srovnání dostupných informací teoretické i praktické části bylo další metodou podstatnou pro návrhovou část. Pro získání potřebných vstupů do optimalizačního procesu byla použita metoda pozorování, sběru dat a jejich vyhodnocení popisnou statistikou. Byla provedena časová studie metodou výběrové chronometráže s použitím aritmetického průměru. Získané poznatky byly doplněny o mnohaleté pracovní zkušenosti autora ve výrobním podniku a z absolvované diplomní praxe přímo na zkoumaném pracovišti. Induktivní metodou byly zobecněny získaná data a informace, dedukcí pak byla tato východiska ověřována v praxi.

Souhrnně lze vyjmenovat tyto použité metody:

- sběr informací, jejich analýza a srovnání*
- empirické pozorování, měření, sběr dat, výpočty*
- analýza a syntéza získaných údajů*
- logická indukce a dedukce.*

3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

3.1 ÚVOD DO VĚDECKÉHO ŘÍZENÍ PRÁCE

Na počátku dvacátého století byl zaznamenán nárůst sériové výroby. Inženýři H. F. Emerson, W. Taylor, F. Gilbert a další studovali efektivnost procesů a tak položili základní kameny pro obor vědeckého řízení práce. Emerson zdůrazňoval význam organizace práce, Taylor se soustředil na výkon dělníka a hledání prostředků, jak vysokých výkonů docílit. Gilbert prosazoval spíše přístup „poradců“, analýzu pracovních operací a hledání pomoci, jak zvládnout problémová místa. Propracoval grafickou metodu, která pracovní proces rozkládala na dílčí úkoly, jimž byly přiřazeny údaje o potřebném času. Narazil-li na namáhavé úseky, vykazující velkou spotřebu času, hledal potenciály, jak situaci zlepšit. Svým studiem mezilidských vztahů na pracovišti přispěl také E. Majo, který vyslovil názor, že dobrý kolektiv dokáže udělat z ničeho velké věci. Naopak s vizí organizace práce, která nesmí být ovlivněna personálními změnami, přišel M. Weber.¹

Postupně tak vznikla *klasická teorie řízení*, která vnímá podnik spíše z hlediska formálního a pracovníka chápe jako ekonomickou bytost. Člověk byl degradován na výrobní prostředek nebo stroj. *Moderní teorie řízení* již zahrnuje širší pojetí v souladu s dynamickým rozvojem různých oborů současné vědy. Procesní přístup vyzdvihuje do popředí manažerské funkce, hierarchii řízení a usiluje o harmonické fungování jednotlivých činností. U systémového přístupu dominuje komplexní chápání dílčích procesů jako celku a i při použití přísné racionality bere v úvahu lidský faktor se všemi jeho souvislostmi. Další přístup moderního řízení je psychologicko-sociální organizace. Ta respektuje potřeby výběru rozmístění, motivace a stimulace lidské pracovní síly. Empirické přístupy čerpají z bohatých praktických zkušeností, konfrontují je s teoretickými předpoklady a flexibilně reagují na vývoj doby. Kvantitativní přístup používá výpočetní techniku a matematické modely s cílem urychlit a zkvalitnit organizační plánovací i kontrolní manažerské dovednosti. Tyto modely managementu se v praxi do značné míry doplňují.

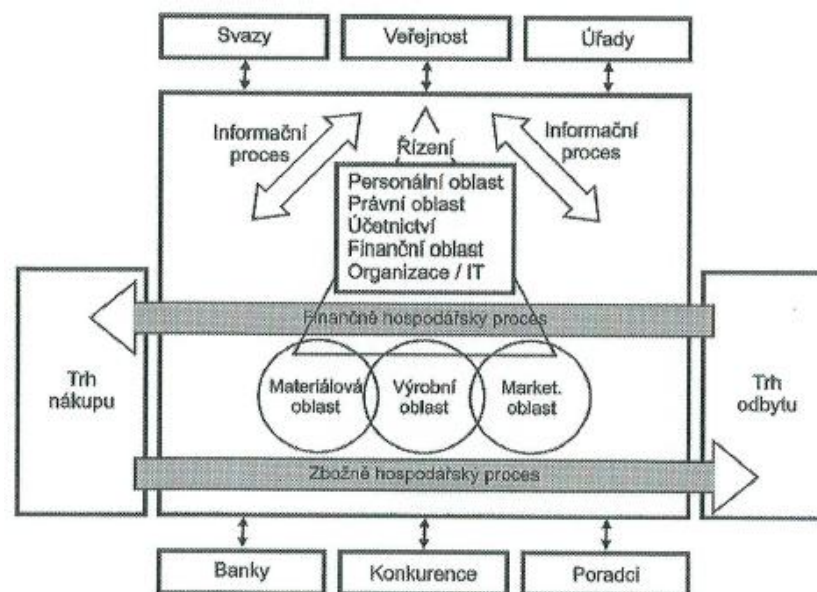
¹ CHLEBORÁD, P., *Využití časových studií v systému řízení jakosti*, s. 8

V současnosti je podnik postaven do tržního prostředí, kde je vystaven tlaku konkurentů. Podniky proto přijímají přístupy moderní teorie a do popředí se dostává nutnost strategického managementu podniku. Široce se uplatňuje systémový a procesní přístup v souladu s požadavky a doporučeními mezinárodních standardů pro řízení managementu kvality. Jedním z pilířů těchto přístupů je proces *neustálého hledání slabých míst a potenciálů ke zlepšování*. Tím lze dosáhnout vyšší přidané hodnoty, konkurenční výhody a konečně i uspokojení všech zájmových skupin.

Jak již bylo zmíněno v úvodu, úspěšný podnik se v moderní době nemůže měřit pouze úrovní zisku. Ve vnějším i vnitřním prostředí podniku existuje mnoho zainteresovaných stran. Podnik si uvědomuje také svůj vztah ke společnosti a měl by přijmout právní, etickou i filantropickou odpovědnost. Souhrnně je užíván termín společenská odpovědnost.²

Přehled vazeb možných zainteresovaných stran a jejich potřeb je uveden na následujícím obrázku.

Obr. č. 1: Vzájemné vazby mezi podnikem a prostředím



Zdroj: KLEINOVÁ, J., *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s.16

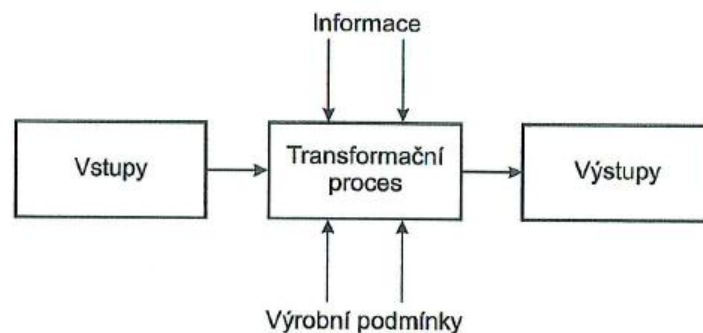
² TICHÁ, I., HRON, J., *Strategické řízení*, s. 8-11

3.2 PODNIK A JEHO PROCESY

3.2.1 VÝROBNÍ ČINNOST

Výroba patří mezi stěžejní procesy všech průmyslových podniků, neboť zahrnuje činnosti, které mají přidanou hodnotu. U těchto procesů je podstatná jejich efektivnost s určujícím dopadem na hospodaření podniku a jeho konkurenceschopnost. Na výrobní procesy lze nahlížet jako na transformační procesy. V jejich rámci dochází k přeměně vstupů na výstupy dle stanoveného postupu a za kombinace požadovaných výrobních faktorů, jak zjednodušeně ukazuje toto schéma.

Obr. č. 2: výrobní procesy



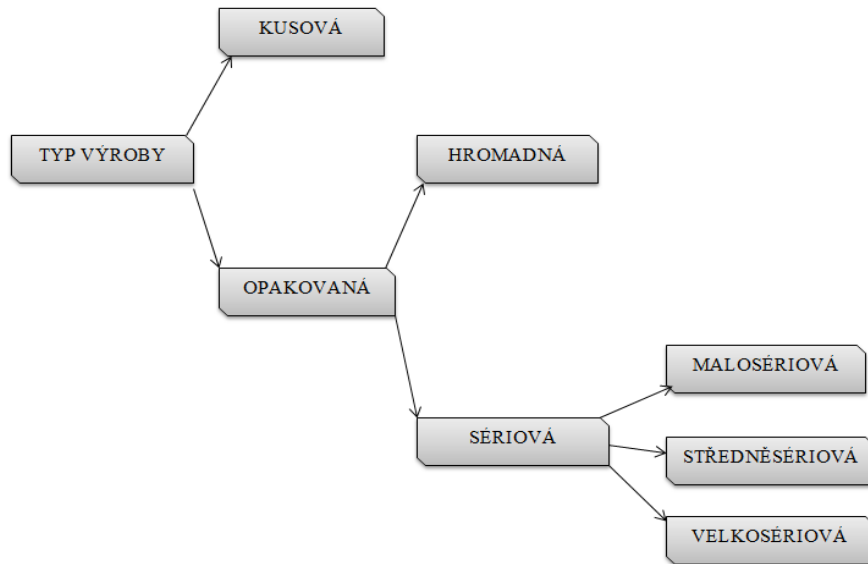
Zdroj: KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 14

Výrobní procesy lze rozdělit na ruční, strojní resp. mechanizované a automatizované, podle stupně podílu člověka v transformačním procesu. Zatímco při ručních operacích práci vykonává výhradně člověk, automatizované činnosti provádí stroj bez zásahu lidské ruky. Do kategorie automatizované činnosti patří také využití průmyslových robotů. Každá z kategorií má samozřejmě svá specifika. Problematika ruční práce a vliv faktoru člověka na její efektivitu a kvalitu bude podrobněji rozebrána v další části práce.

Dále se výroba odlišuje podle šíře výrobního portfolia a počtu vyráběných kusů, od výroby několika málo kusů až po mnohamilionové hromadné série. Pro každý typ výroby je specifické uspořádání procesů, volba technologie, materiálový tok atd. Jednou z možností, jak vyhodnotit výrobu z tohoto pohledu je grafické vyjádření prostřednictvím tzv. P-Q diagramu. Jde o zákres, kde se na ose X vynesou druhy jednotlivých produktů a na ose Y jejich vyráběné množství seřazené od největšího objemu produkce po nejmenší. Diagram se proloží logaritmickou křivkou – mělká křivka svědčí pro malosériovou až

kusovou výrobu, strmá a hluboká křivka se blíží velkosériové až hromadné výrobě. Diagram lze také doplnit Lorentzovo křivkou, čímž vzniká Paretův ABC diagram.³

Obr. č. 3: výrobní procesy dle množství



Zdroj: vlastní zpracování

3.2.2 PODNIKOVÉ PROCESY

Kromě *výrobních procesů* existuje v podniku velké množství jiných procesů, které nepřinášejí přidanou hodnotu nebo dokonce rozpočet podniku finančně dosti zatěžují. Mezi *hlavní procesy*, které vždy přidávají hodnotu a směřují k zákazníkovi, patří mimo již zmíněné výroby zboží také veškeré poskytování služeb. V literatuře se lze setkat s označením klíčové nebo „core“ procesy. Za tyto výstupy získává dodavatel od zákazníka peněžité plnění. Mezi hlavní procesy obvykle patří také všechny procesy spojené přímo s vyřizováním požadavků zákazníků, tedy obchodní procesy, péče o zákazníky, komunikace s nimi apod. Pro tuto oblast procesů se používá též termín *vedlejší procesy*.

Všechny zbývající procesy, které nemají přímou vazbu na zákazníka, a nepřinášejí přidanou hodnotu, bývají označovány jako *podpůrné procesy*.

Do této oblasti patří např.:

- řízení lidských zdrojů

³ KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 14 - 16

- finanční řízení a controlling
- správa organizace, budov a majetku
- IT procesy
- řízení kvality a zlepšování
- výuka a vzdělávání
- technická příprava výroby

a mnoho dalších procesů, jejichž cílem je zajistit správné fungování procesů hlavních a zajištění celkového chodu organizace.

K účelu zmapování všech procesů v organizaci se používají různé nástroje, nejčastěji matice nebo mapy procesů.⁴

3.2.3 LIDSKÝ FAKTOR V PODNIKU

V souvislosti s praktickou částí této práce je nezbytné uvažovat vliv lidské práce na pracovní výkon. Zde se uplatňuje mnoho faktorů. Pracovní výkon se posuzuje podle výsledů práce, odvedené kvality a především dosaženým množstvím produkce za jednotku času.

Výkonnost lze chápat jako soubor vlastností a dispozic pracovníka, které podmiňují úroveň plnění pracovního úkolu.

Výkonnost pracovníka ovlivňují:

- technicko-ekonomické podmínky
- osobní determinanty pracovníka
- pracovní podmínky
- společenské podmínky práce
- denní či týdenní časový průběh práce.

Zásadním způsobem se na výkonnosti pracovníka podepisuje *vliv únavy*. Rozlišuje se jednak únava fyzická (specifická pro manuální práce, kdy je namáhán pohybový a svalový aparát), tak také neuropsychická únava (např. manažerské profese). Zvláštní

⁴ MANAGEMENT MANIA, *Podnikový proces* [online]. © 2015 [cit. 2015-09-22] dostupné z <https://managementmania.com/cs/business-process-podnikovy-proces>

kategorií je únava emocionální, která se týká lidí pracujících v oborech náročných na citové prožívání.

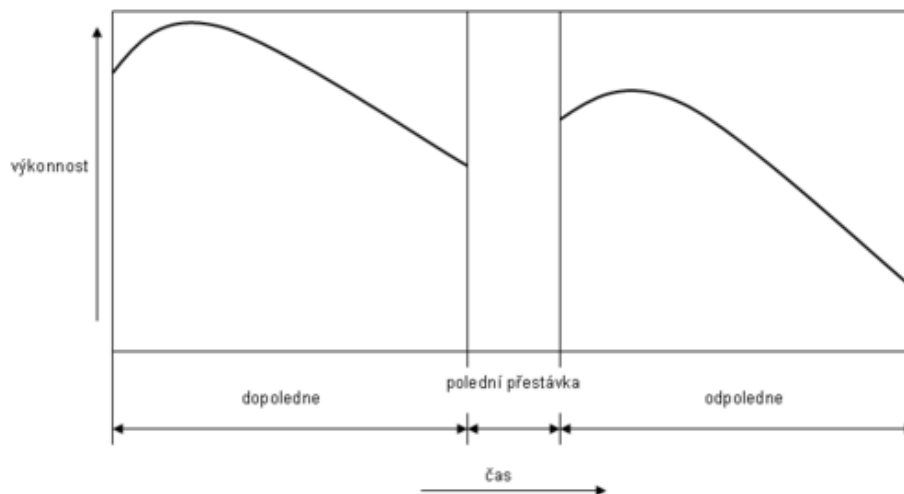
Vliv faktorů výkonnosti se vyjadřuje experimentálně pomocí výkonové křivky. Takové grafické vyjádření lze zakreslit, jsou-li výsledky práce průběžně měřené.

Je potřeba zabývat se optimálním nastavením pracovního režimu s pečlivým rozvržením času a odpočinku. Přestávky v práci předchází snižování výkonu a nárůstu stresu (neuropsychologické zátěže).⁵

Značná pozornost oboru psychologie práce je věnována také biologickým rytmům. Jejich význam spočívá ve střídání světla a tmy, jsou člověku vrozené a nelze je modifikovat. Během dne se mění řada tělesných procesů, ať už hospodaření s vodou a minerály, změny v počtu krvinek, tepové frekvenci i krevního tlaku. Kolísá též tělesná teplota, encefalografická křivka činnosti mozku, produkce hormonů atd. Výstupem ze studia těchto fenoménů je obecná dvouvrcholová křivka pracovní výkonnosti. Ta poukazuje na s maxima dopoledne mezi 9. a 10. hodinou a odpoledne kolem 16. hodiny.

Graficky je vliv těchto faktorů výkonnosti vyjádřen pomocí křivky na následujícím obrázku.

Graf č. 1: Fyziologická křivka pracovní výkonnosti v průběhu směny



Zdroj: Univerita online [online]. © 2015 [cit. 2015-09-22] dostupné z <http://www.univerzita-online.cz/mng/psychologie-v-ekonomicke-praxi/psychicka-zatez-stres/>

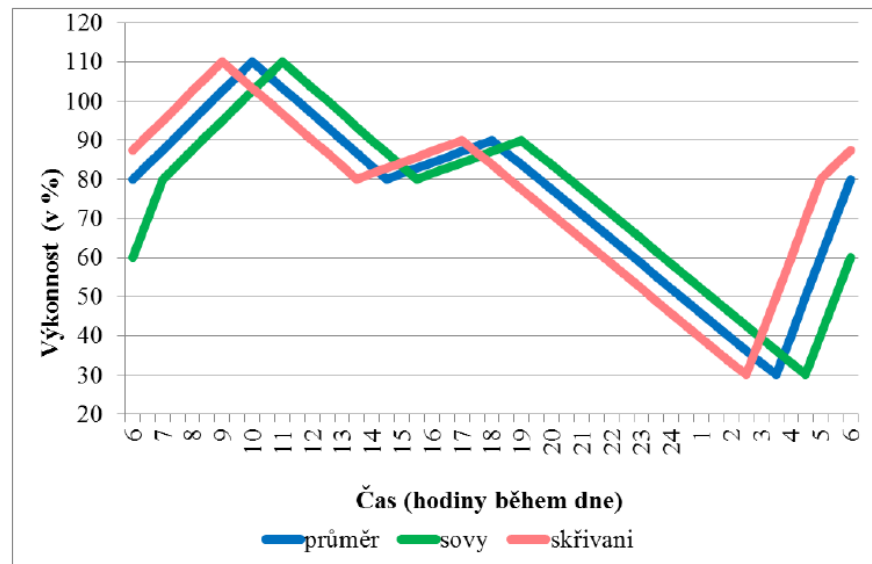
⁵ UNIVERZITA ONLINE, Psychologie v ekonomické praxi [online]. © 2015 [cit. 2015-09-22] dostupné z <http://www.univerzita-online.cz/kategorie/mng/psychologie-v-ekonomicke-praxi/>

Nejvyšší produktivita je, jak je zřejmé z předchozích informací, na ranních směnách, nejproblematictější bývají noční směny. Bývá však běžná praxe, že vnitropodnikové výkonnostní normy toto kolísání nerespektují a v praxi nejsou zohledněny.⁶

Výkonnostní inflexní body se mohou samozřejmě individuálně lišit. Kolísání není patrné jen v rámci jednoho dne, ale také během týdne. Na noční směny se organismus začíná adaptovat obvykle až po 2 - 4 týdnech.

Existují typy lidí, kteří jsou označováni jako „skřivani“, kteří mají výkonnostní vrchol posunutý o 1 - 2 hodiny dopředu, a naopak tzv. „sovy“ mají vrchol o 1 - 2 hodiny později. Následující graf ilustruje tuto skutečnost.⁷

Graf č. 2: Křivka denní výkonnosti



Zdroj: Šišková, V., *Design pracovního prostředí a jeho vliv na výkonnost pracovníka*, s. 19

Z uvedeného autor vyvozuje, že v obzvláště náročných procesech je nezbytné pečlivě reflektovat na vliv pracovních podmínek, ergonomie, individuálních i zkušenostních charakteristik pracovníka, stupeň jeho zapracování, délku pracovní doby, rozmístění přestávek, denní dobu práce atd. tak, aby nedocházelo k nadměrné zátěži, z níž

⁶ UNIVERZITA ONLINE, *Psychologie v ekonomické praxi* [online]. © 2015 [cit. 2015-09-22 dostupné z <http://www.univerzita-online.cz/kategorie/mng/psychologie-v-ekonomicke-praxi/page/2/>

⁷ ŠIŠKOVÁ, V., *Design pracovního prostředí a jeho vliv na výkonnost pracovníka*, s. 18

plynou rizika chyb, ztrát a v neposlední řadě rizika úrazu a negativních zdravotních dopadů.

3.3 VÝROBNÍ TOK MATERIÁLU

Mezi podstatná hlediska racionalizované výroby patří optimální rozmístění výrobních pracovišť a plynulost výrobního materiálového toku.

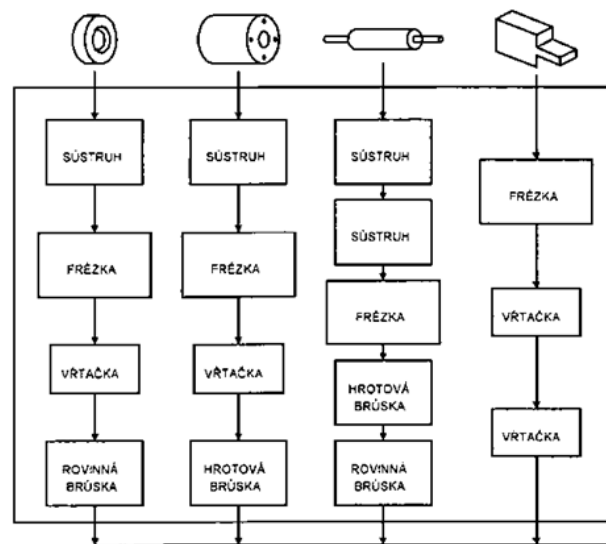
3.3.1 USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY

Oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25% pracovníků a obsadí až 55% podnikových ploch. Právě nesprávně navržený layout je v mnoha podnicích jednou z hlavních příčin plýtvání. Jde o zbytečně dlouhé materiálové toky, neefektivní skladování, manipulace, kontrolní činnosti, nepřehlednost procesů a s tím související komplikované řízení výroby i logistiky. Eliminace těchto nedostatků podle koncepce štíhlých podniků přináší úsporu výrobních prostor, snížení zásob a lepší přehled o pohybu rozpracované výroby včetně jednoduššího řízení.

Existuje několik přístupů k organizaci materiálového toku, mezi nimiž zaujímají základní kategorie technologický a produktový layout. Obvykle se v praxi kombinují oba modely tak, jak je tomu vhodné v každé konkrétní výrobě.

Produktové uspořádání má své přednosti v systémech opakující se sériové výroby a respektuje postup realizace daného produktu.

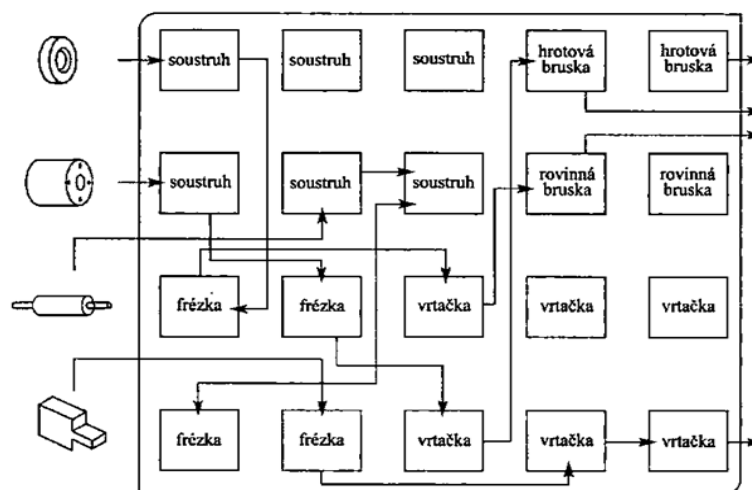
Obr. č. 4: Produktový layout



Zdroj: KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z., a kol., *Štíhlá výroba a inovativní podnik*, s. 137

Technologické uspořádání je vhodné tam, kde je pevné uspořádání výrobní základny s výrobou, která může být obměňována, nebo přerušována a jednotlivé strojní skupiny jsou rozloženy podle své technologické podobnosti.

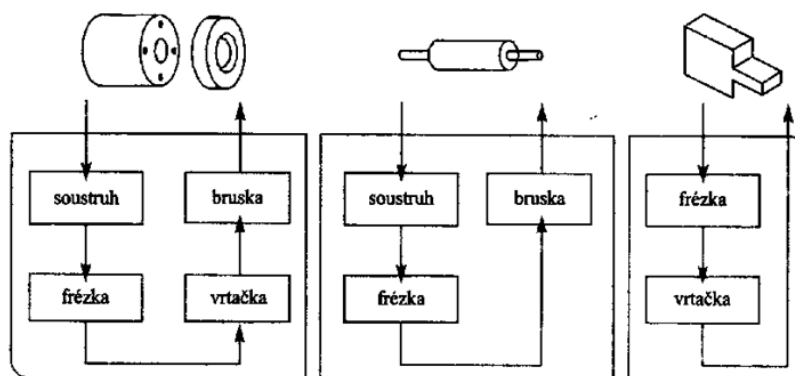
Obr. č. 5: Technologický layout



Zdroj: KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z., a kol., *Štíhlá výroba a inovativní podnik*, s. 136

V podnicích, kde je široké výrobní portfolio, nebývá příliš vhodné pro jednotlivé produkty sestavovat samostatnou linku. V tomto případě je vhodné volit uspořádání do tzv. *výrobní buňky*. Zde lze produkovat skupiny různých výrobků majících společné či příbuzné specifikace. Hlavní výhodou jsou stroje seřazené blízko sebe na společném pracovišti. Zde lze dosahovat značných úspor na manipulaci, přepravu, skladování a samozřejmě velikost rozpracované výroby.⁸

Obr. č. 6: Buňkové uspořádání výroby



Zdroj: KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z., a kol., *Štíhlá výroba a inovativní podnik*, s. 137

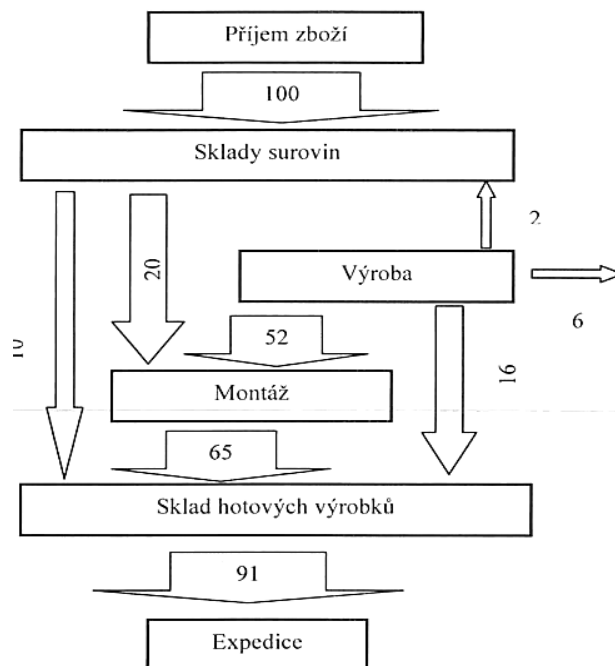
⁸ KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z., a kol., *Štíhlá výroba a inovativní podnik*, s. 135-137

3.3.2 OPTIMALIZACE MATERIÁLOVÉHO TOKU

Postupů a technik, jak hledat optimální tok materiálu popisuje odborná literatura celou řadu, od jednoduchých pozorování se stopkami, přes grafické či výpočtové metody, až po složité matematicko-ekonomické modelování. Základní a snadno využitelné metody jsou stručně představeny v následujícím textu.

Ke znázornění prostých přesunů materiálu a jejich přehlednou sumarizaci postačují *šachovnicové tabulky*. Ke grafickému vyjádření analýzy materiálového toku je vhodný např. *Sankeyův diagram*, který znázorňuje pohyb a směr materiálu mezi pracovišti. Šířka čar znázorňuje objem za čas, její délka určuje vzdálenost a výplň či šrafování definuje druh materiálu.

Obr. č. 7: Sankeyův diagram



Zdroj: ČUJAN, Z., MÁLEK, Z., *Obchodní a výrobní logistika*, s. 81

Pro plánování optimalizace množství přepravovaného materiálu je vhodná *trojúhelníková metoda*, která spočívá v minimalizaci vzdáleností mezi pracovišti, podle intenzity jejich vazeb. Ta pracoviště, která mají nejsilnější vazby, se umísťují vedle sebe.

Trojúhelníková metoda hodnocení vztahů rozšiřuje prostou trojúhelníkovou metodu a zohledňuje další faktory, jako jsou návaznosti procesů a jejich kombinace.

Metoda souřadnic je grafickým nástrojem, který analyzuje vhodné umístění centrálního objektu vůči ostatním objektům.

Za pomoci moderní výpočetní techniky lze využívat různé modely pokusu a omylu, kam patří také *metoda CRAFT*⁹. Cílem je hledání všech možných modelů až do okamžiku, kdy nalezené řešení již nelze zlepšit.¹⁰

Výčet metod je pouze informativní, neboť to není těžištěm práce a přesahuje její rámec.

3.4 RACIONALIZACE, OPTIMALIZACE A INOVACE

V této kapitole bude podrobněji rozebrán pohled na racionalizaci výroby, inovace a optimalizace procesů, a tato problematika bude uvedena do kontextu se současnými přístupy řízení podniku.

3.4.1 RACIONALIZACE

Termín racionalizace vychází původně z latinského „ratio“, které v překladu znamená „rozum“. Význam pojmu dle akademického slovníku lze vyložit ve 2 rovinách: obecně se vykládá jako upořádání podle rozumu, tedy logické a promyšlené úsilí o efektivnost lidské činnosti. V ekonomické rovině je pojem vyložen jako soustavné zdokonalování procesů usilující o nejlepší výsledky s nejučinnějším vynaložením poměru práce a nákladů.¹¹

V souvislosti s účinností procesu je na místě vymezit pojem *plýtvání*. Jako plýtvání lze označit všechny aspekty, které zvyšují náklady výrobku nebo služby, bez toho aniž by zvyšovaly jejich hodnotu. Podnik, který používá metody a postupy, které pomáhají z procesů odstraňovat plýtvání, bývá označen jako *štíhlý podnik* a procesy jako *štíhlá výroba*.¹²

Racionalizace je tedy činnost, jejímž cílem je s využitím rozumu dosáhnout maximálního ekonomického efektu (výstupů) s minimální spotřebou vstupů do procesu. Mezi klíčové vstupy lze zařadit spotřebu času, prostoru, materiálu, energie a práce.

Publikace *Nové cesty k vyšší produktivitě* uvádí osm druhů plýtvání.

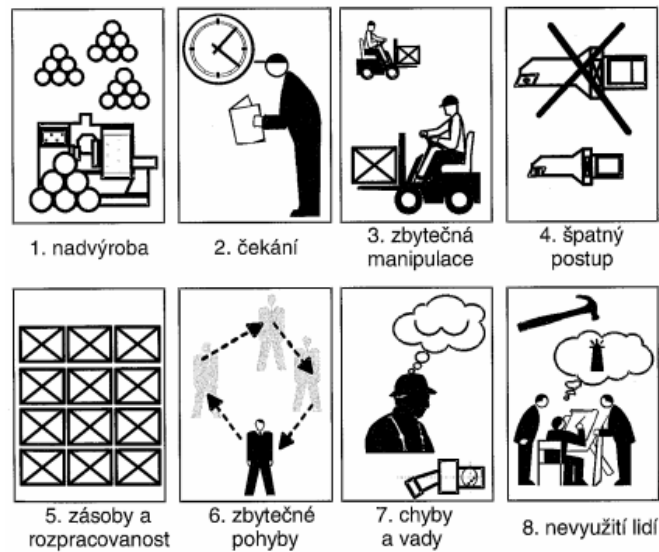
⁹ Computerized Relative Allocation of Facilities Technique tj. technika sestavení vzájemné polohy pracovišť.

¹⁰ LENC, J., *Optimalizace prostorového uspořádání pracoviště*, s. 36-37

¹¹ KRAUS, J., PETRÁČKOVÁ, V., *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*, s. 643

¹² NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P., *Racionalizace výroby*, s. 72

Obr. č. 8: Osm druhů plýtvání



Zdroj: MAŠÍN, I., *Nové cesty k vyšší produktivitě*, s. 45

Do oblasti racionalizace logicky zasahuje celá řada metod a sama zahrnuje poznatky z mnoha oborů a experimentálních studií. Je vhodné zdůraznit komplexnost a systematičnost racionalizace, neboť jednotlivé prvky ovlivňující proces se vždy prolínají a navzájem ovlivňují.

Metody na obecné rovině představují:

- rozbor stávajícího stavu (analýza)
- výběr prvků k sestavení systému (syntéza)
- srovnání (analogie)

Metody racionalizace lze podle oblasti aplikace rozdělit do základních skupin:

- metody racionalizace práce
- metody racionalizace techniky a technologie
- metody racionalizace organizace a řízení výroby

Racionalizační projekt je konkrétním postupem pro analýzu procesů a realizace opatření. Může být velmi obsáhlý a komplexní, nebo také aplikovaný pouze na dílčí proces, úsek, pracoviště.

Při tvorbě racionalizačních projektů lze postup zobecnit do několika kroků:

- 1) diagnostika – identifikace slabých míst, zjištění okruhu hlavních nedostatků
- 2) sběr informací

- 3) analýza studium zákonitostí, souvislostí, odhalení podstaty
- 4) návrh řešení a rozpracování samotného projektu projektu
- 5) realizace opatření
- 6) kontrola a opatření.¹³

3.4.2 OPTIMALIZACE

Termín optimalizace vyjadřuje „... organizaci technických a ekonomických systémů nebo procesů k dosažení předem stanoveného optima“.¹⁴ Tento pojem navazuje plynule na problematiku racionalizace, neboť *optimalizovaný proces je jedním z cílů racionalizačního projektu*. Souvisejícími pojmy jsou též výkonnost nebo efektivnost procesu. Optimalizaci lze dosáhnout průběžným zlepšováním po malých krocích nebo naopak skokovými projekty.

Jako zástupce metod průběžného zlepšování lze uvést např. metodu *KAIZEN* (KAI - změna, ZEN - dobře), která znamená kontinuální vylepšování „všech věcí všemi pracovníky“. Vychází z předpokladu, že pracovníci dobře vědí, jak proces probíhá a jak by mohl probíhat lépe.

Mezi skokové změny patří projekty vyšších inovačních řádů, označované např. jako *Reengineering*. Jde o radikální přehodnocení a přeměnu podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti.¹⁵

Obr. č. 9: Kaizen – metody pro kontinuální zlepšování



Zdroj: MAŠÍN, I., *Nové cesty k vyšší produktivitě*, s. 186

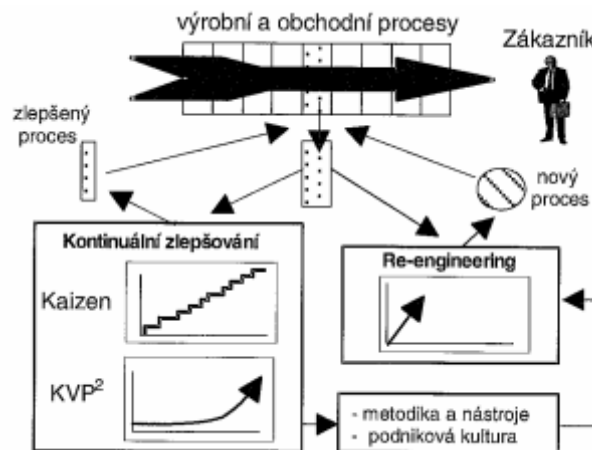
¹³ CHLEBORÁD, P., *Využití časových studií v systému řízení jakosti*, s. 8

¹⁴ KRAUS, J., PETRÁČKOVÁ, V., *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*, s. 546

¹⁵ ZÍDKOVÁ, H., ZVONEČEK, F., *Jakost - styl života pro třetí tisíciletí*, s. 110-111

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny vazby mezi těmito dvěma přístupy, přičemž existence kontinuálních zlepšovacích procesů znamená vždy určitou výhodu při realizaci dramatických zlepšovacích procesů, neboť poskytuje pracovníkům ucelené postupy pro týmová řešení a schopnost vidět organizaci jako celek.

Obr. č. 10: Vazby mezi kontinuálním zlepšováním a reengineeringem



Zdroj: MAŠÍN, I., *Nové cesty k vyšší produktivitě*. s. 193

3.4.3 INOVACE

Z dosud uvedeného textu vyplývá, že pro růst podniku jsou v procesu trvalého zlepšování nezbytné *inovační projekty*. Inovace, podle akademického slovníku, znamená obnovování nebo zavádění něčeho nového, přičemž původní stav, jako takový, zaniká.¹⁶

Za inovaci lze považovat jakoukoli změnu v podniku, která vede k novému stavu. Existují inovační řady odstupňované hodnotící škálou 0-7, které rozlišují míru této změny od pouhého obnovení původních kvalit, až po zcela nový rod. Podle toho lze změny provádět jednoduchými kontinuálními projekty, nebo radikálním skokovým procesem.¹⁷

3.4.4 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ V MANAGEMENTU KVALITY

Jedním z hojně využívaných přístupů, jak zabezpečit požadavky zákazníků i všech dalších zainteresovaných stran, je implementace a certifikace podniku dle standardů pro systémy managementu řízení kvality. Základním normativem je ČSN EN ISO 9001, má však řadu, pro specifická odvětví, doplňujících požadavků. Tato norma patří mezi

¹⁶ KRAUS, J., PETRÁČKOVÁ, V., *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*. s. 355

¹⁷ NĚMEC, V., *Projektový management*, s. 18, 19

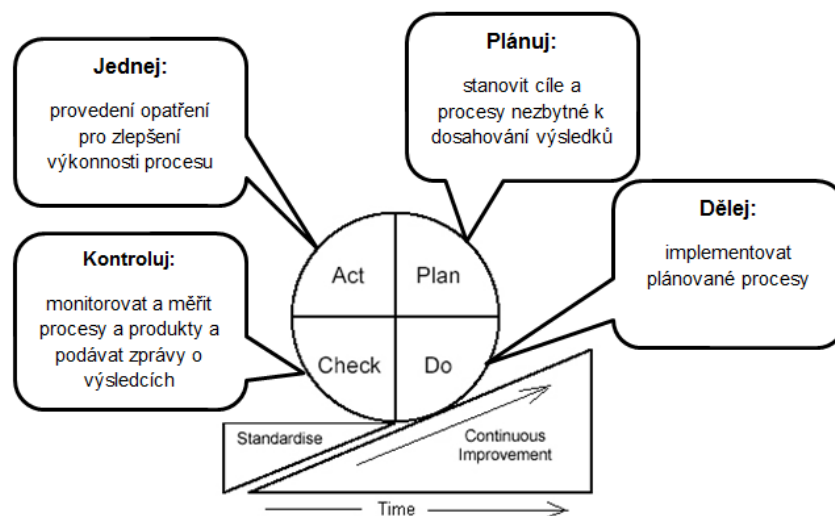
kontrakční normy definující požadavky, které jsou podniky povinny plnit zejména s ohledem na *spokojenost zákazníka, kvalitu produktu, stabilitu procesů a způsobilost kontrolních mechanismů*.

Požadavky ISO 9001 doplňuje nekontrakční norma ČSN EN ISO 9004, která je spíše doporučením a obsahuje návod pro *dosahování udržitelného úspěchu podniku v komplexním, náročném a dynamickém prostředí*. Již v samotném úvodním textu je poukazováno na potřebu plnit dlouhodobě a rovnoměrně potřeby a očekávání zákazníků a všech dalších zainteresovaných stran. Norma rozšiřuje model procesně orientovaného přístupu vymezeného v ISO 9001.¹⁸

Existuje množství rozličných postupů, doporučení a metod, jak ty které oblasti analyzovat a optimalizovat, v principu však všechny vycházejí z modelu trvalého zlepšování „PDCA“.

Tato metoda, tzv. Demingova cyklu, jak uvádí norma ISO 9001 v úvodní kapitole, je aplikovatelná na všechny procesy.¹⁹

Obr. č. 11: Demingův cyklus trvalého zlepšování PDCA



Zdroj: Vlastní zpracování

Autor práce doporučuje použití rozšířeného modelu systému managementu kvality podle ISO 9004, který je uveden na obrázku **v příloze č. 1** nejen pro organizace, které mají implementován systém dle ISO 9001. Napříč normou ISO 9004 lze najít řadu návodů, konkrétních modelů a doporučení. *Ve vztahu k optimalizaci, výkonnosti, inovaci a*

¹⁸ ČSN EN ISO 9004:2009, *Řízení udržitelného úspěchu organizace*, s. 10-12

¹⁹ ČSN EN ISO 9001:2009, *Systémy managementu kvality – Požadavky*, s 6-12

zlepšování je uveden přehled klíčových požadavků a doporučení tak, jak je uvádí norma v jednotlivých kapitolách (vždy v závorce uvedeny odkazy):

- vytvořit systém pro účinné využívání zdrojů, rozhodování na základě faktů a soustředění se na potřeby všech zainteresovaných stran (4.1)
- vytvářet procesy inovací a trvalého zlepšování (4.2)
- analyzovat nové technologie, posuzovat způsobilost procesů a identifikovat potřeby budoucích zdrojů a technologií (5.2)
- posuzování výkonnosti organizace a poskytování zdrojů pro zlepšování a inovace (5.3.2)
- zajišťovat procesy pro optimalizaci zdrojů a hledat příležitosti pro zlepšování jejich využívání (6.1)
- snižovat počty chyb procesů i produktů a eliminovat plýtvání (6.2)
- identifikovat omezení ve výkonnosti lidské práce (6.3.1)
- věnovat pozornost účinnosti, nákladům a kapacitě infrastruktury (6.5)
- zvažovat souvislosti s ergonomií, umístění pracovního místa a všemi fyzikálními i zdravotními aspekty pracovního prostředí (6.6)
- posuzovat vnitřní i vnější technologie, vyhodnocovat trendy, ekonomické náklady a přínosy, sledovat konkurenční prostředí (6.7.4)
- plánovat a řídit procesy s ohledem na potřeby vývoje a získání nových technologií tak, aby byla vytvářena přidaná hodnota (7.2)
- monitorovat svou výkonnost a posuzovat silné, slabé stránky, příležitosti a hrozby (8.2)
- sledovat ukazatele poskytující efektivnost a účinnost procesů, využití zdrojů a finanční výkonnost (8.3.2)
- provádět sebehodnocení s cílem neustále zlepšovat výkonnost a identifikovat příležitosti pro zlepšování, růst a inovace (8.3.4)
- předvídat potřeby zainteresovaných stran a vliv rozvíjejících se technologií na organizaci (8.4)

- zlepšovat všechny oblasti včetně procesů a produktu, organizační struktury, infrastruktury, technologií, inovovat je a přijmout přístup „učící se organizace“ (9).²⁰

Za velmi vhodnou pomůckou při výstavbě a zdokonalování managementu podniku doporučuje autor také respektovat osm zásad managementu kvality, které uvádí ČSN EN ISO 9004 v příloze B. Jsou to tyto zásady:

1. zaměření na zákazníka
2. vedení a řízení lidí
3. zapojení zaměstnanců
4. procesní přístup
5. systémový přístup managementu
6. neustálé zlepšování
7. rozhodování na základě faktů
8. vzájemně prospěšné dodavatelsko-odběratelské vztahy.²¹

3.5 ČASOVÉ STUDIE JAKO NÁSTROJ V PROCESU ZLEPŠOVÁNÍ

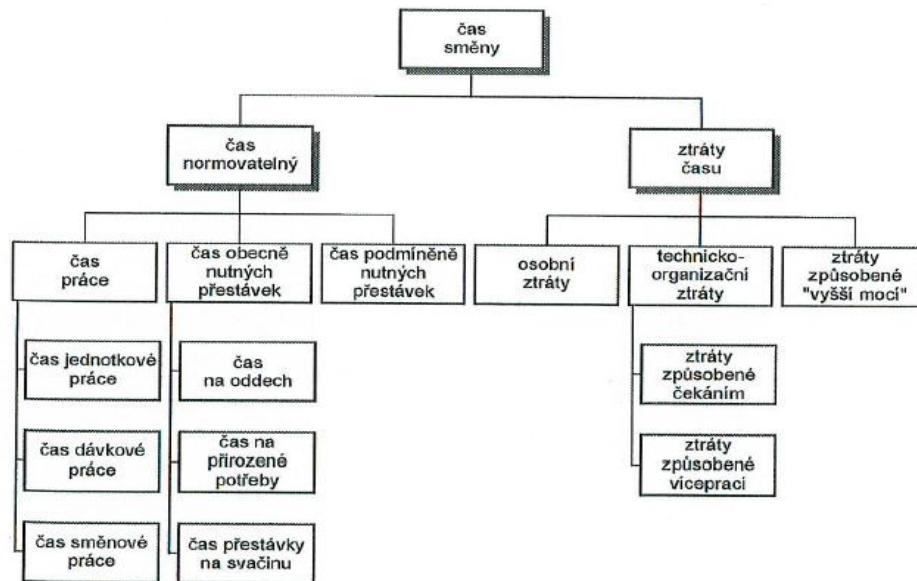
Časové studie se zabývají spotřebou a využíváním času v procesech. Uplatňují se jako diagnostická a srovnávací metoda založená na sběru informací z pozorování. Spotřeba času nutná k vykonání předepsaných úkolů je jedním z hlavních měřítek vhodnosti organizace, metodologie, psychologie práce v úzké souvislosti s ergonomií a technikou prostředí. Přínos časových studií spočívá především v identifikaci a odhalení problémů. Jde tedy o analytický nástroj, který lze použít pro hodnocení efektivnosti, plánování procesů, jejich stability i plynulosti výroby. Lze tak *na základě dat a informací získaných z pozorování zjišťovat potenciály ke zlepšování* a inovacím, identifikovat slabé stránky a hledat jejich příčiny. Získané informace o jednotlivých časech lze přiřadit do různých kategorií, obecně jde o časy *normovatelné*, kam patří časy práce a nutných přestávek, a časy *ztrátové*.

Základní kategorie času jsou uvedeny ve schématu v následujícím schématu.

²⁰ ČSN EN ISO 9004:2009, *Řízení udržitelného úspěchu organizace*, s. 6-31

²¹ ČSN EN ISO 9004:2009, *Řízení udržitelného úspěchu organizace*, s. 61-65

Obr. č. 12: Normování práce – časové kategorie



Zdroj: KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 33

Časové studie lze rozdělit do následujících základních skupin:

- nepřetržitě bezprostřední pozorování (snímek pracovního dne, operace)
- výběrové metody pozorování (momentkové pozorování)
- metody předem stanovených časů (např. MTM).

Mezi další postupy lze zařadit výpočtové metody – vhodné především pro strojní časy (dle technických parametrů) a časy operací (dle normativů), nebo sledování činnosti strojů pomocí automatizovaných měřících přístrojů – číslicové časoměrné přístroje, zapisovače času a kumulativní či nekumulativní impulsografy.²²

3.5.1 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE

Snímek pracovního dne se zakládá na pozorování a měření veškeré potřeby pracovního času v průběhu celé směny. Cílem je zjistit druhy a spotřeby pracovní doby, zejména velikost časových ztrát a neproduktivních časů a odhalit jejich příčiny. Patří sem snímek jednotlivce, čety, vlastního pracovního dne a obsluhy více strojů jednou osobou.

Postup lze shrnout do následujících etap:

²² CHLEBORÁD, P., *Využití časových studií v systému řízení jakosti*, s. 8

1) *Příprava pro snímkování* - prostudovat výrobní, pracovní, technologické podklady, zajistit spolupráci pracovníků, zajistit objektivitu měření tak, aby ani předem ani v průběhu měření nebyly podmínky na pracovišti upravovány (minimalizovat zkreslení výsledků), prostudovat a zaznamenat základní informace o zkoumaném pracovišti.

2) *Technika pozorování a záznam* - je nutné zachytit kompletně celou spotřebu času od počátku po dokončení pracovní směny, tj. všechny jednotlivé úkony, technologické přestávky, veškerá přerušení. Informace a časy se zaznamenávají bezprostředně do sběrného pozorovacího listu. Aby výsledky byly skutečně objektivní, je třeba studii několikrát opakovat pro dosažení co nejvyšší přesnosti.

3) *Rozbor a vyhodnocení snímků* - z každého pozorování se stanoví přehled stejnojmenných časů a provede se bilance, která ukazuje na spotřebu jednotlivých kategorií práce, spotřebu na nutné přestávky a na ztrátové časy. Pro hodnocení lze využít různých ukazatelů, například koeficient zaměstnanosti pracovníka.

4) *Vypracování racionalizačních návrhů*, které v reflexi na výsledky studie odstraní nebo zmírní zjištěné nedostatky.²³

3.5.2 SNÍMEK OPERACE

Tato metoda je obvykle označována pojmem chronometrůž.

Plynulá chronometrůž je metoda, při které se čas monitoruje nepřetržitě postupně u všech úkonů a to po celou dobu trvání. Je vhodná zejména pro sériovou a hromadnou výrobu

Výběrová chronometrůž – cílem není celá operace, ale jen její předem vybrané části, které se pravidelně opakují. Postačí zaznamenávat pouze časy začátku a konce předem stanovených úkonů.

Obkročná chronometrůž se používá tehdy, je-li potřeba zachytit spotřebu času jen ve velmi krátkých částech operací. Několik takových úkonů se seskupí do skupin a měří se při různých variantách. Tato metoda se používá spíše výjimečně.

Postup se odehrává v těchto krocích:

1) příprava - je potřeba prostudovat podmínky vykonávané práce, která se rozdělí na operace a ty pak dále na jednotlivé úkony. Pro každý úkon se stanoví mezní body (momenty, kdy jeden úkon končí a druhý začíná). Vhodné je přezkoumat faktory, které

²³ Novák, J., ŠLAMPOVÁ, P., *Racionalizace výroby*, s. 38, 39

celý výkon ovlivňují – hmotnost, vzdálenost, plocha, výška, obtížnost apod.. Dále se stanoví počet náměrů dle potřebné přesnosti výsledků.

2) Pro samotné pozorování a záznam je možné použít jak obyčejné stopky, tak digitální zapisovací přístroje, nebo již jsou k dispozici modernější IT aplikace.

Údaje o spotřebě času se měří a zaznamenávají buď:

- metodou postupných časů, kdy se čas odečítá vždy při dosažení mezního bodu jeden po druhém postupně a nepřerušovaně, tj. poskytuje ihned informaci o celkové spotřebě, nebo
- metodou jednotlivých časů, která je specifická tím, že při dosažení mezního bodu se čas odečte a další úkon se měří opět od nuly, tj. poskytuje přehled o absolutních časech jednotlivých úkolů

3) Vyhodnocení probíhá tak, že se vypočtou jednotlivé časy, ty se očistí od abnormálních výchylek a vyhodnotí se. To lze učinit výpočtem střední hodnoty aritmetického průměru, případně se použije metoda mediánu nebo modusu.²⁴

3.5.3 MOMENTKOVÉ POZOROVÁNÍ

Tuto metodu lze zařadit mezi matematicko-statistické nástroje, kdy se prostřednictvím náhodných pozorování stanovují podíly jednotlivých kategorií spotřeby času. Jde tedy o formu výběrového šetření, jehož podstatou je analýza náhodně vybraných částí prvků z celku daného objektu.

Podle získaných informací lze vytvořit úsudek o vlastnostech celého objektu. Dle standardizovaných postupů lze předem stanovit přesnost tak, aby se získané výsledky nelišily od výsledků, které by byly získány pomocí metod nepřetržitého pozorování. Čím více náhodných pozorování se provede, tím více se na měřené hodnoty blíží skutečnosti. Výhody momentkového pozorování oproti snímku pracovního dne spočívají v kladném vlivu na zaměstnance, eliminace stresu, práce není vyčerpávající a monotónní, pracnost metody nižší, je tedy značně levnější a ani nároky na kvalifikaci pozorovatele nejsou vysoké. Aplikační oblast momentkového pozorování je velmi rozsáhlá. Není ovšem

²⁴ NĚMEJC, Jiří. *Projektování a výstavba strojírenských podniků: učební text pro obor ekonomika a řízení strojírenské výroby*, s. 65-67

vhodná pro podrobné analýzy tam, kde pracovní prvky vykazují malou četnost nebo velmi krátkou dobu trvání.²⁵

3.5.4 METODA PŘEDEM STANOVENÝCH ČASŮ

V současné době lze bez problémů využívat moderní techniky a pořizovat filmové záznamy přímo na pracovištích. Pomocí těchto záznamů lze analyzovat nejen časové aspekty, ale také pohybové či ergonomické vazby na výkony analyzovaných procesů. Videosnímek totiž zachycuje trvale a dokonale potřebná data a to platí také pro mikropohybové studie, na jejichž základě se stanovují normativy základních pracovních pohybů. Činnosti se rozkládají až na nejzákladnější úkony, jimž je přiřazena časová hodnota dle obtížnosti. Takové normativy lze využít jak pro plánování před zahájením výroby, tak pro zlepšování již stávajících pracovních procesů.

Mezi nejznámější metody tohoto typu patří MTM²⁶. Principem této metody je hledání omezujících pohybů, všech možných kombinací pohybů, odhalení neefektivních pohybů, zlepšování a redukce spotřeby práce a normování práce. Podstatou je myšlenka, že veškerou manuální práci lze rozčlenit do základních pohybů, pro které jsou stanoveny tabulkově časové hodnoty. Jde v podstatě o kombinaci pohybových, ekonomických a časových faktorů. Faktory času pohybu jsou rozděleny do třech základních skupin: pohyby horních končetin, pohyby očí, pohyby dolních končetin a těla.²⁷

3.6 TECHNOLOGIE VÝROBY SVAŘOVÁNÍM

3.6.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY PROCESU SVAŘOVÁNÍ

Při svařování se vytváří nerozebíratelné spoje dvou a více dílů. Princip spočívá v působení energie, která se dodává do místa styku. S ohledem na způsob a formu přivádění této energie do místa spoje bylo vyvinuto mnoho různých metod svařování, jejichž uplatnění je zejména ve strojírenské výrobě, ale také v dopravě, chemii a potravinářském průmyslu.²⁸

²⁵ Novák, J., ŠLAMPOVÁ, P., *Racionalizace výroby*, s. 42

²⁶ Methods Time Measurement

²⁷ VAVRUŠKA, J., *Analýza a měření práce*, s. 8-11

²⁸ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 1, strana 1

Svařování má rozsáhlé a různorodé uplatnění v průmyslové výrobě při výrobě součástí, jejich skupin, nebo stavebních konstrukcí z polotovary hutní výroby. Uplatňuje se také v opravárenství jako způsob renovace či opravy opotřebovaných a porušených součástí.²⁹

Metody svařování lze rozdělit podle základního principu, kdy je pro aktivaci svarových ploch použita buď termická, nebo mechanická metoda. Při termické aktivaci je podmínkou pro vytvoření spoje vznik taveniny, to jsou *tavné metody*, při mechanické aktivaci svarových ploch je podmínkou vysoký stupeň plastické deformace a difuze a jde o *tlakové svařování*. Množství tepla vnesené do svaru na jednotku délky se označuje jako tepelný příkon, ten je upraven koeficienty tepelné účinnosti pro každou metodu.³⁰

Svařovat lze podle skupenství materiálu ve stavu tekutém či tuhém. Svařování ve stavu tekutém se podle zdroje tepla dělí na metody:

- *plamenem*
- *elektrickým obloukem* (obalenou elektrodou, pod tavidlem, v ochranném plynu)
- *odporem*
- *dalšími fyzikálními způsoby* (např. plazma, laser).

Metody lze dále rozdělit podle stupně mechanizace na ruční, mechanizované, automatizované, automatické a robotizované.

Každá použitá metoda má své normativní značení. Podle ČSN EN ISO 4063 se použije trojmístný číselný kód, kde první číslice určuje základní způsob svařování, druhá použitou metodu a třetí další upřesnění. Například kód 111 označuje ruční obloukové svařování obalenou elektrodou.³¹

Při samotné procesu vymezuje norma ČSN EN ISO 6947 pracovní polohy označované dvoumístným písmenným kódem, např. označení „PA“ znamená svařování ve vodorovné poloze shora.³²

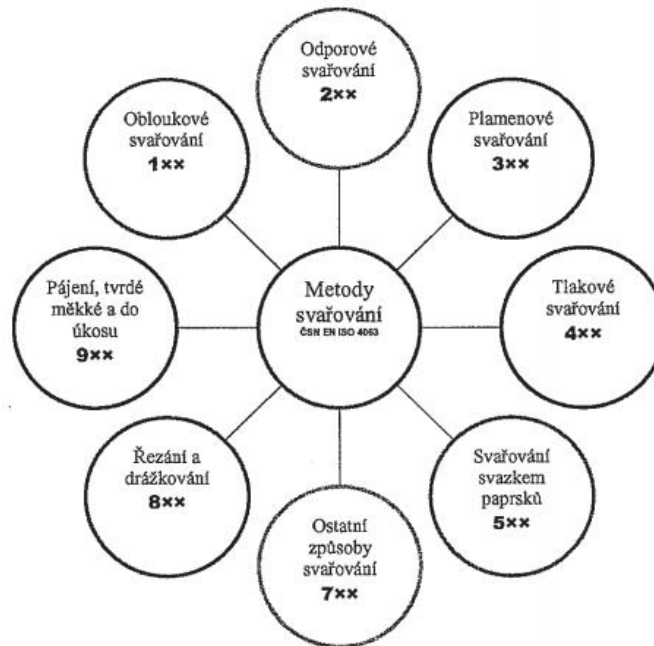
²⁹ PRUDKÝ, J., *Teorie a metodika svařování*, s. 3

³⁰ KOUKAL, J., ZMYDLENÝ, T., *Svařování I.*, s. 6,7

³¹ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 2, s. 1-6

³² DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 3, s. 2

Obr. č. 13: Metody svařování a jejich značení



Zdroj: KOUKAL, J., MYDLENÝ, T., *Svařování I.*, s. 6

Základním předpokladem pro dosažení kvalitního svarového spoje je dostatečná příprava svarových ploch, kam patří zejména čistota plochy, její odmaštění nebo odstranění rzi. Povrchy a hrany musejí být hladké a bez trhlin. Požadavky na tuto přípravu vymezuje norma ČSN EN 1011-1 a ČSN EN 29692.³³

Pro svařování je nutno používat přídavné materiály, jejichž složení se volí tak, aby měly stejné nebo lepší vlastnosti, než základní materiál. Jsou to obalené elektrody, svařovací dráty, plněné elektrody nebo pásy.³⁴

Svár vzniká tavením základního a přídavného materiálu. Jde o turbulentní proces. Podíl základního materiálu ve svarovém kovu se označuje jako promísení. Stupeň promísení je např. při ručním obloukové svařování 10 až 40 procent u automatů až 85 procent.³⁵

Přehled všech dostupných metod sváření je uveden na obrázku v příloze č. 2 této práce.

³³ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 5, s. 1

³⁴ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 6.2, s. 1

³⁵ KOUKAL, J., ZMYDLENÝ, T., *Svařování I.*, s. 9

3.6.2 POŽADAVKY NA KVALITU

Svařování jako proces se řadí mezi tzv. **zvláštní procesy**. Jde o procesy, jejichž výsledky nelze úplně ověřit následnou kontrolou a zkoušením. Proto musí být prováděny v řízeném režimu dle dokumentovaných postupů, aby bylo dosaženo stanoveného způsobilosti. Patří sem také způsobilost pracovníků. O způsobilosti procesů a pracovníků musí být udržovány záznamy. Mezi směrnice pro stanovení požadavků na jakost pro výrobce svařovaných součástí patří normy řady ČSN EN 729 - 1 až 4. Tyto normy stanovují tři požadavky na jakost: vyšší, standardní, základní.³⁶

Další důležitou normou je ČSN EN 25817. Ta slouží jako podklad při sestavování požadavků na vyhovující svarové spoje. Jsou vymezeny tři stupně jakosti, které jsou přiřazeny k faktorům, mezi něž patří zejména provozní namáhání, pracovní teplota a prostředí.

Jsou to stupně:

- B- vysoký stupeň jakosti
- C- střední stupeň jakosti
- D- nízký stupeň jakosti

Pro správnou volbu stupňů jakosti je určující typ konstrukce, druhy namáhání, pracovní podmínky, navazující technologické operace, ale také hospodárnost výroby a potenciální důsledky vad.³⁷

Zkoušení svarových spojů je důležitou součástí celého procesu a lze je rozdělit do dvou hlavních skupin: *destruktivní zkoušky a nedestruktivní metody*.

Mezi *destruktivní zkoušky* patří především zkoušky tvrdosti a mikrotvrdosti, mechanické zkoušky (tahem či rázem v ohybu), zkoušky lámavosti a zkoušky makro a mikrostruktury.³⁸

Během již odladěné výroby se daleko více využívají *nedestruktivní metody* zkoušení. Ty představují rozsáhlou oblast z oboru zkušebnictví a jsou významným prvkem péče o kvalitu v oblasti svařování. Tyto zkoušky se označují v běžné praxi termínem

³⁶ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 7.1, s. 1,2

³⁷ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 7.2, s. 1,2

³⁸ KOUKAL, J., ZMYDLENÝ, T., *Svařování I.*, s. 25

defektoskopie. Výsledky testů upozorňují na nedostatky a napomáhají odstranit jejich příčiny. Metody lze aplikovat v jakékoliv fázi výroby, vhodné jsou jak pro vstupní, mezioperační i pro výstupní kontrolu.

Mezi hlavní nedestruktivní metody patří vizuální posouzení, penetrační zkouška, magnetická prášková metoda a použití vířivých proudů. Používají se ke zjišťování povrchových vad. K odhalení vnitřních vad se využívá radiologické a ultrazvukové metody.³⁹

Defektoskopické metody zkoušení mají své specifické přednosti a nedostatky, které jsou určeny využívanými fyzikálními principy pro danou metodu. Není známa univerzální a stoprocentní defektoskopická kontrola. Každá z metod má různou rozlišovací schopnost, avšak jednotlivé způsoby se dobře doplňují a vhodnou kombinací lze dosáhnout optimálních výsledků v požadovaném technicko-ekonomického pohledu.⁴⁰

3.6.3 KVALIFIKACE PERSONÁLU PRO SVÁŘECÍ PROCESY

Vzhledem k tomu, že svařování patří mezi zvláštní procesy, musí být nad touto činností prováděn příslušný dozor. Základní personální zajištění procesů lze rozdělit do tří oblastí: kvalifikovaný svářeč, svářečský dozor a svářečský inspekční personál. Normativně jsou stanoveny 4 stupně svářečského personálu od zaškoleného pracovníka až po evropského inspektora. Požadovaná kvalifikace se odvíjí od metody sváření, typu svařovaného a přídavného materiálu, požadovaného stupně jakosti atd. Kvalifikace je časově omezená a zkoušku je třeba pravidelně opakovat.⁴¹

Zvláštní kvalifikace je kladena také na pracovníky nedestruktivní kontroly. Ti musí vlastnit platný certifikát pro daný obor zkoušení. Kvalifikace pro defektoskopy je dle mezinárodních dohod stanovena ve třech stupních, přičemž osoba certifikovaná v prvním stupni pracuje vždy pod dohledem pracovníka ve stupni druhém nebo třetím. Osoba ve druhém stupni provádí a řídí zkoušení již samostatně dle schválených postupů, interpretuje výsledky a hodnotí je dle příslušných norem. Certifikace ve třetím stupni je nejvyšší, avšak

³⁹ KOUKAL, J., ZMYDLENÝ, T., *Svařování I.*, s. 52, 56

⁴⁰ PRUDKÝ, J., *Teorie a metodika svařování*, s. 132

⁴¹ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 3, kapitola 8.1, strana 1,2

vždy platí pouze pro metodu, ve které je osoba kvalifikována. Certifikát vydává příslušný akreditovaný certifikační orgán.⁴²

3.6.4 PROCES SVAŘOVÁNÍ V OCHRANNÉ ATMOSFÉŘE

S ohledem na charakter praktické části této práce bude podrobněji rozebrána pouze metoda svařování obloukem v ochranné atmosféře. Tato metoda je nejvíce používanou technologií svařování. Základním principem je elektrický oblouk vznikající mezi elektrodou a svařovaným materiálem, který vytváří zdroj tepla. Lze využít jak střídavého, tak stejnosměrného proudu. Používá se nízkých napětí v rozsahu 14 – 35 V. Svařovací proudy se pohybují mezi 100 – 400 A podle druhu svaru, tloušťky materiálu, rychlosti svařování a dalších technických specifikací. Teplota v oblouku se pohybuje mezi 6 000 až 8 000 °C. Při tom se roztaví kov elektrody i základní materiál, vznikne tavná lázeň a následně svar.⁴³

Svařování v ochranné atmosféře lze rozdělit podle druhu a funkce ochranné atmosféry na metody:

- MIG, kdy se využívá inertního plynu (argon, helium) – vhodné pro vysokolegované ocele
- MAG, aktivního plynu (směsi CO₂, argon, kyslík) - vhodné pro nízkolegované a nelegované ocele.
- WIG, využití inertního plynu a netavící se wolframové elektrody – použití pro nerezové ocele i hliníkové slitiny.

Používání těchto metod se stále rozvíjí, neboť jsou vhodné pro použití téměř ve všech polohách a velmi dobře se uplatňují v oblasti *automatizace a robotizace*.

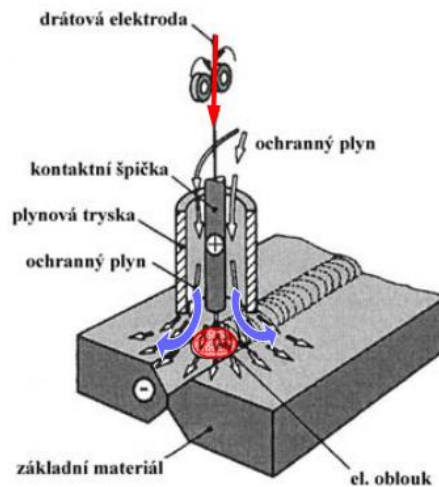
Funkce ochranné atmosféry spočívá jednak v ochraně před účinky atmosféry (zabraňuje v kontaktu s ní), jednak pro zlepšení přenosu energie do tavné lázně.⁴⁴

⁴² KOUKAL, J., ZMYDLENÝ, T... *Svařování I.*, s. 55

⁴³ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 4, kapitola 2.4, strana 1,2

⁴⁴ PRUDKÝ, J., *Teorie a metodika svařování*, s.46-48

Obr. č. 14: Princip obloukového sváření v ochranné atmosféře



Zdroj: Svařování metodou MIG a MAG, online [cit. 2015-11-03], dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~hla80/2009Svarovani/07-08-131-135.pdf>

3.7 ROBOTIZACE PROCESŮ PRŮMYSLOVÉ VÝROBY

S ohledem na praktickou část této práce, kde se bude autor zabývat automatizací pracoviště svařování pomocí průmyslových robotů, budou v této kapitole shrnuty základní údaje o robotizaci v průmyslové výrobě.

3.7.1 ÚVOD DO ROBOTIKY

Robotika je obor, jehož vznik se datuje do let 1959-1961, kdy vznikaly první průmyslově využitelné prototypy. Díky rychlému rozvoji byly již v 80 letech běžně nasazovány především ve strojírenství. Robotika je založena na výsledcích mnoha vědních oborů, které se nachází neustále v etapě rychlého vývoje. Při řešení těchto složitých technických systémů spolupracují specialisté mnoha oborů, a z tohoto důvodu není jednoduché sjednotit se na univerzální uspokojivé definici.⁴⁵

Poprvé se pojem *robot* objevil v díle Karla Čapka R.U.R z roku 1920. První *průmyslový robot* byl vyroben již v roce 1962, a sice firmou AMF pod označením Versatran.⁴⁶

Websterův slovník uvádí, že robot je antropomorfní mechanická bytost postavená k rutinní manuální práci pro lidské bytosti. Americký institut pro robotiku definuje již

⁴⁵ SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory*, s. 9

⁴⁶ JURIŠICA, L., HUBINSKÝ, P., KARDOŠ, J., *Robotika*, s. 9

specifičtěji: robot je re-programovatelný, multifunkční manipulátor, navržený pro přenášení materiálu, součástí, nástrojů, nebo specializovaných zařízení, pomocí variabilně programovaných pohybů k provádění různých úkolů. Jedno z širších pojetí definuje průmyslového robota jako mechanické zařízení, které může být naprogramováno pro vykonávání různých úkolů manipulačních a pohybových, při automatickém řízení.

Byť není snadné nalézt pojmovou shodu, lze shrnout základní charakteristiky robotu do tří bodů:

- 1) umožňuje nějakou formu mobility
- 2) může být naprogramován k různým úkolům
- 3) pracuje dle programu v automatickém režimu.

Mezinárodní organizace pro normalizaci zavádí v normě ISO 8373 definici průmyslového robota jako automaticky řízený, re-programovatelný, víceúčelový manipulační stroj, stacionární nebo umístěný na pojezdu, určený k použití v průmyslové automatizaci s tím, že má nejméně tři naprogramovatelné pohybové osy.⁴⁷

Průmyslové roboty je možné rozdělit podle charakteru činnosti na:

- technologické, které vykonávají přímo výrobní operace – například svářecí či montážní
- obslužné – vykonávají pomocné operace, například manipulaci
- univerzální – vykonávají základní i pomocné operace v technologickém procesu.⁴⁸

Další důležitou klasifikací je stupeň volnosti robotu:

- 1) univerzální robot – 6 stupňů volnosti
- 2) redundantní robot – s více než 6 stupni volnosti, vhodný pro stísněné nebo komplikované prostory
- 3) deficitní robot – méně než 6 stupni volnosti – zejména montážní roboty používané v rovině.

Jiné rozdělení je možné například podle kinematické struktury na sériové, paralelní a hybridní roboty, nebo podle pohonů na elektrické, hydraulické a pneumatické.⁴⁹

⁴⁷ SKAŘUPA, J., *Průmyslové roboty a manipulátory*, s. 10

⁴⁸ JURIŠICA, L., HUBINSKÝ, P., KARDOŠ, J., *Robotika*, s. 11

⁴⁹ SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory*, s. 16, 17

Parametry průmyslových robotů

Každá aplikace robotu se volí podle užitečných vlastností a charakteristik.

Jde o:

- geometrické charakteristiky - pracovní a provozní prostor (m³), přesnost polohování
- statické charakteristiky – např. tuhost
- kinematické charakteristiky - počet stupňů volnosti, typ pohybů, rychlost, zrychlení atd.
- dynamické charakteristiky - dynamické síly, momenty, tuhost
- výkonové charakteristiky - nosnost, účinnost, energetická náročnost
- provozní charakteristiky - montážní poloha, hmotnost, výkon, příkon, spotřeba energie
- charakteristika spolehlivosti - životnost, bezporuchovost, pohotovost
- poměrové charakteristiky - např. poměrná hmotnost, spotřeba, operační rychlost, provozní prostor
- charakteristika řízení – způsob řízení pohybu, počet programovatelných bodů, časové trvání
- charakteristika konstrukce – koncepce, typ řídicího systému a senzorického vybavení
- cena – návratnost investice⁵⁰

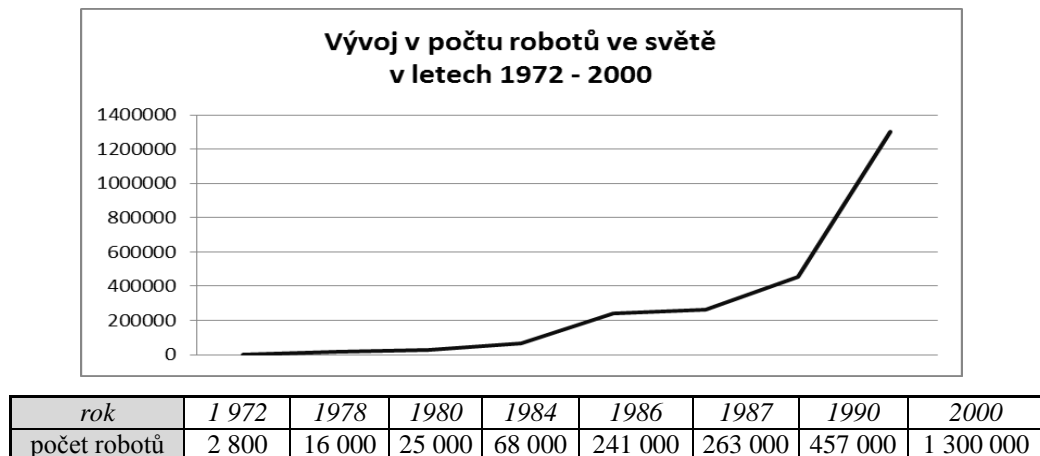
3.7.2 UPLATNĚNÍ PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ

Rozvoj využití průmyslových robotů od jejich vzniku neustále roste a dramatický rozvoj zaujímá v posledních deseti letech.

Následující graf ilustruje jejich vývoj v čase.

⁵⁰ SKAŘUPA, Jiří. Průmyslové roboty a manipulátory, s. 21-30

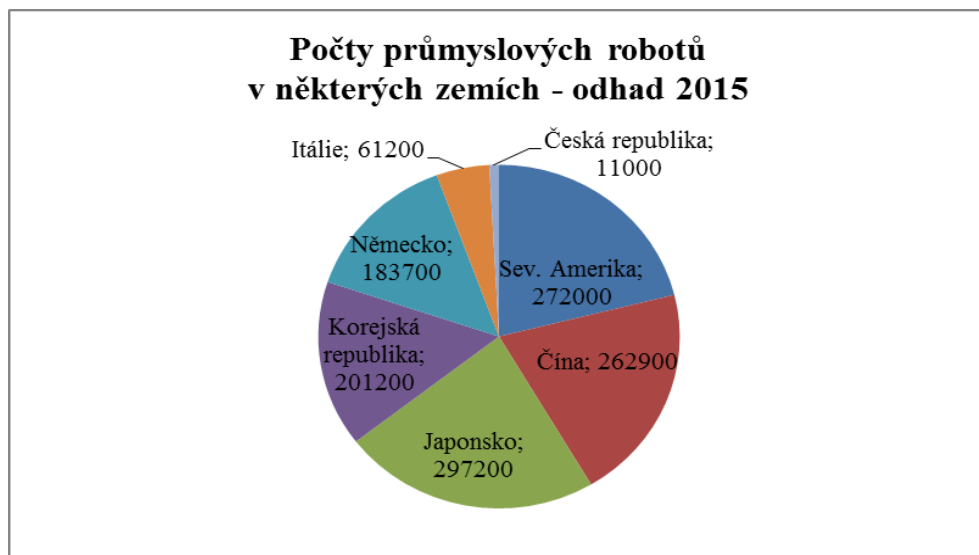
Graf č. 3: vývoj počtu robotů na světě v počtech kusů



Vlastní zpracování, Zdroj: SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory*, s. 14

Na dalším grafu je uveden odhad pro rok 2015 zveřejněný IFR (Mezinárodní federace pro robotiku) podle počtu kusů roborů v jednotlivých státech. Odhad celosvětového počtu robotů v roce 2015 je 1.664.000 ks a pro rok 2018 činí odhad 2.327.000 robotů.

Graf č. 4: Počty kusů průmyslových robotů - odhad 2015



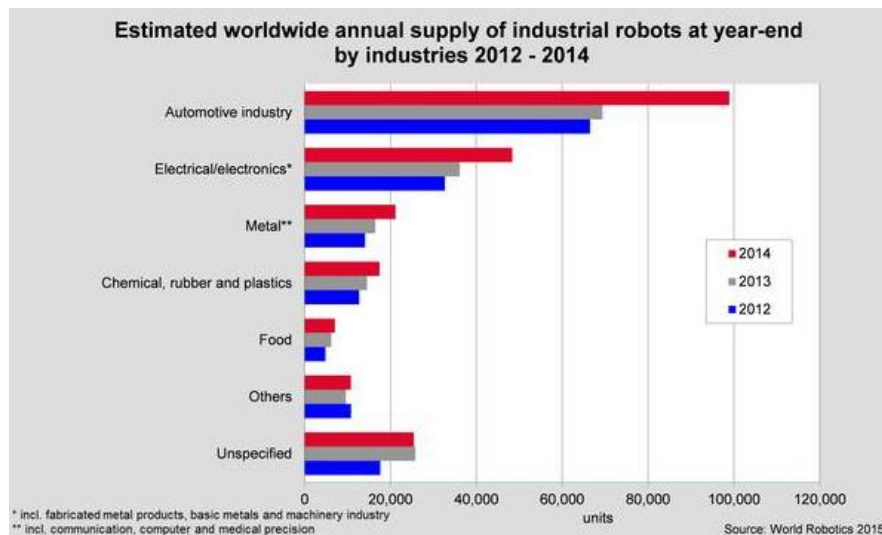
Vlastní zpracování. Zdroj <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/> online [cit. 2015-11-03]

Využití robotů v současnosti dominuje v průmyslových oborech, relativně nově také v agro-průmyslu a potravinářství, zdravotnictví a v péči o postižené. Tradiční využití

je ve vojenství, v kosmickém výzkumu, ale v neposlední řadě také ve veřejném sektoru, službách a konečně v domácnosti.

Podle statistiky zveřejněné IFR⁵¹ je dominantním průmyslovým oborem automobilový průmysl a elektrotechnika.

Graf č. 5: Odhad ročních dodávek průmyslových robotů podle odvětví



Zdroj: <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/> online [cit. 2015-11-03]

Mezi přední celosvětové výrobce, které dodávají desítky tisíc robotů na trh a vyrábí velký sortiment robotů (tzv. rodinu robotů) s velkým rozpětím parametrů a charakteristik, patří např. společnosti Kuka, Reis, ABB, Kawasaki, Fanuc.⁵²

3.7.3 VYUŽITÍ ROBOTŮ V AUTOMATIZACI PROCESU SVAŘOVÁNÍ

Aby výroba svařovaných dílů byla ekonomicky co nejvíce rentabilní, sahají stále častěji producenti po náhradě ruční práce prostřednictvím mechanizovaných či automatizovaných systémů. Roboty nahrazují lidskou práci a navíc jsou univerzální, přeprogramovatelné a dosahují díky stabilitě procesu vyšší kvality. Využívá se automatického manipulátoru, který je programovatelný ve třech osách, a svařovací hubice.

Pro robotizované svařování jsou velmi vhodné *obloukové metody v ochranných atmosférách*. Tyto specializované roboty mají obvykle nejméně 6 stupňů volnosti a řadu různých senzorových systémů, dotykových či bezdotykových, nebo se využívají také

⁵¹ Mezinárodní federace pro robotiku

⁵² SKAŘUPA, J., *Průmyslové roboty a manipulátory*, s. 186

televizní systémy technického zraku. Během procesu vyhodnocuje senzor signály při změnách vzdáleností a charakteristik svařovacího proudu i napětí a tím je umožněno kontinuální upravení charakteristik pro dosažení optimálního procesu.⁵³

Obr. č. 15: Ilustrační obrázek - svařovací robot spol. FANUC



Zdroj: <http://www.fanuc.eu/cz/cs/roboty>, online [cit. 2015-11-03]

3.8 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ PROCESŮ

Základní činností výrobního podniku je transformace vstupů na výstupy, která probíhá prostřednictvím výrobních procesů. Komplexní ekonomické hodnocení, tedy vyjádření ukazatelů, jakých efektů se touto transformací dosáhne, je alfa a omegou každého podniku.

3.8.1 ÚVOD DO EKONOMIKY VÝROBNÍCH PROCESŮ

Stěžejním ekonomickým předpokladem je navrhnout a analyzovat výrobní procesy tak, aby byl pro daný objem výroby nalezen *optimální výrobní postup*, který dosáhne co nejlepší rentability. Mezi hlavní ukazatele patří objem produkce a výrobní kapacita.

Úvodním pojmem do ekonomiky výrobních procesů je *produkční funkce*. Jde o funkci, která zevšeobecňuje na vysokém stupni abstrakce výrobní proces. Matematicky lze tuto funkci, která vyjadřuje kontinuální přeměnu výrobních faktorů na finální výrobky, zapsat:

⁵³ DRASTÍK, F., *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*, část 12, díl 5, kapitola 2.4, s. 5

$$Q = F (X_1, X_2, X_3 \dots X_n),$$

kde Q je množství vyrobené produkce a X_n je množství jednotlivých nasazených výrobních faktorů.

Výrobní kapacitu lze chápat jako maximální možný objem produkce dosažené za určitý čas. Lze ji stanovit v naturálních jednotkách jednoduchým vztahem:

$$Q_p = T_p \times V_p,$$

kde T_p je využitelný časový fond a V_p je výkon v naturálních jednotkách za hodinu.

Další možností je stanovit výrobní kapacitu pomocí norem pracovních:

$$T_k = t / k_1 \times k_2,$$

kde t je pracovní výkon výrobku v normohodinách, k_1 je koeficient plnění norem a k_2 je koeficient progresu.

Výrobní kapacita je pak dána vztahem:

$$Q = T_p / T_k$$

Stupeň využití výrobní kapacity je poměr mezi skutečným objemem výroby a výrobní kapacitou.

$$k_c = Q_s / Q_p \times 100 [\%]^{54}$$

3.8.2 HODNOCENÍ HOSPODÁRNOSTI VÝROBY

Hlavním kritériem pro hodnocení hospodárnosti výroby je řízení nákladů výroby. K tomu se využívají technickohospodářské normy, mezi nimiž zaujímají přední postavení normy *spotřeby materiálu* a *výkonové normy*. Na jejich základě lze stanovit náklady na jednici výkonu. Jednotlivé složky nákladů jsou dány kalkulačním vzorcem, který obsahuje položky nákladů *přímých i nepřímých*. Pomocí vlastních nákladů výroby lze vyjádřit úspory a návratnost (kalkulační členění) nebo nákladové a ziskové body zvratu (členění na fixní a variabilní náklady).

Normy spotřeby materiálu určují množství materiálu spotřebovaného na výrobní jednici. Metody pro stanovení normy spotřeby materiálu jsou

- propočtově analytické metody (náročná metoda, vhodná pro sériovou výrobu)
- experimentální metody (pokud není k dispozici dostatek potřebných údajů)

⁵⁴ KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 23 - 29

- porovnávací metody (vychází ze spotřeby obdobného produktu, vhodné pro výrobu s nízkou opakovatelností)
- statistické metody (nelze-li použít předchozí metody).

Výkonové normy určují spotřebu času práce nebo strojního času na výrobek či operaci. Tyto technické normy odrážejí nejvhodnější technologii a organizaci práce výroby. Techniky pro stanovení optimální organizace práce na pracovišti ve všech souvislostech, včetně aspektů ergonomie či techniky prostředí, se nazývají časové studie a je jím v této práci věnována podrobně samostatná kapitola č. 3.5 této práce.

V dalším kroku následuje stanovení normy času, a sice metodou rozborovou nebo metodou sumární.

Metoda rozborová analyzuje pracovní operace na úkony a pohyby, podmínky na pracovišti, spotřebu produktivního času i času nutných i podmíněných přestávek dle požadavků technologického postupu. Patří sem metoda rozborově výpočtová, rozborově chronometrážní a rozborově porovnávací.

Metoda sumární se zabývá pouze časem spotřebovaným na danou operaci a neanalyzuje další pracovní podmínky. Mezi sumární metody se zahrnují metody sumárních empirických vzorců, metody sumárně porovnávací a metoda statistická nebo sumární odhad.

Aby byly normy objektivní, je potřeba je soustavně zpřesňovat, analyzovat jejich úroveň i kvalitu. Kvalita je dána použitou metodou. Úroveň se kontinuálně sleduje koeficientem plnění norem K_n , který je podílem normohodin a skutečně odpracovaných hodin.

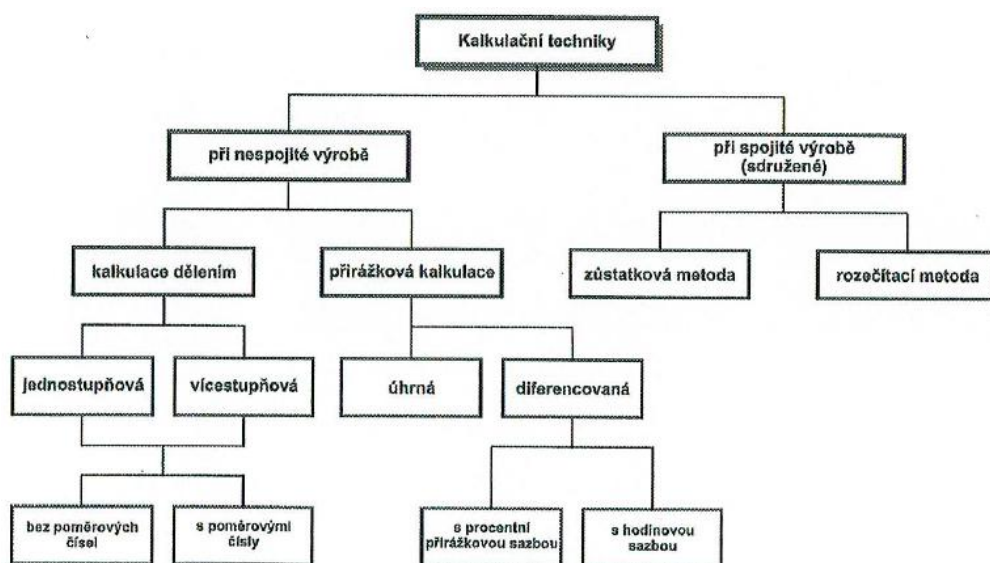
Kalkulace výrobních nákladů zahrnuje přímé (též jednicové) i nepřímé (též režijní) náklady. Doporučené kalkulační položky obsahuje typový kalkulační vzorec, který lze zapsat takto:

$$\begin{array}{rcl}
 & & \textit{přímý materiál} \\
 + & & \textit{přímé mzdy} \\
 + & & \textit{ostatní přímé náklady} \\
 + & & \textit{výrobní režie} \\
 = & & \textbf{vlastní výrobní náklady} \\
 + & & \textit{správní režie} \\
 = & & \textbf{vlastní náklady výkonu} \\
 + & & \textit{odbytová režie} \\
 = & & \textbf{úplné vlastní náklady}
 \end{array}$$

Odborná literatura popisuje množství různých kalkulačních technik, které se liší především ve vhodnosti jejich aplikace. *Kalkulace dělením* je vhodná především v homogenní produkci hromadné výroby. *Přirážková kalkulace* je vhodná u různorodějšího výrobního portfolia a vyjadřuje se procentem nebo sazbou. Kalkulace ve sdružené výrobě má uplatnění tam, kde jedním technologickým postupem vzniká více druhů výrobků (např. zpracování ropy).⁵⁵

Přehled kalkulačních technik je uveden na následujícím obrázku:

Obr. č. 16: Kalkulační techniky



Zdroj: KLEINOVÁ, J., *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 38

3.8.3 HODNOCENÍ VÝROBNÍCH VARIANT

Na základě vyčíslení výrobních nákladů se provede hodnocení výrobních variant. Pro porovnání nové a stávající technologie se hodnotí *úspora nákladů* a *doba návratnosti investice*.

Roční úspora vyjádřená v peněžních jednotkách za období roku se vypočte vztahem

$$\dot{U}_r = VNV_s - VNV_n,$$

kde VNV_s jsou vlastní výrobní náklady stávající technologie na objem výroby a VNV_n jsou vlastní výrobní náklady nové technologie na objem výroby.

⁵⁵ KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 30 - 38

Další metodou jak posuzovat ekonomickou výhodnost *racionalizační investice* je *doba úhrady dodatkové investice*:

$$TÚ = (I_2 - I_1) / (VN_1 - VN_2)$$

kde $I_2 - I_1$ vyjadřuje dodatkovou investici a $VN_1 - VN_2$ je roční úspora. Mezi jednorázové náklady (I) se obvykle zahrnují pořizovací náklady, stavební či jiné vyvolané investiční náklady, náklady na zařízení a přípravky, ale také např. náklady na zpracování projektu.⁵⁶

3.8.4 INVESTIČNÍ ČINNOST

Investice dle akademického slovníku znamená „*vklad (zpravidla finanční) do budování nových budov, pořízení strojů, náradí, zařízení a podobně, například na jejich modernizaci a rozšíření.*”⁵⁷

Římovská definuje investici jako prostředky na obnovu, rozšiřování a zkvalitňování výrobního a nevýrobního majetku, nebo také jako obětování dnešní jisté hodnoty ve prospěch budoucí nejisté hodnoty.⁵⁸

Z *makroekonomického hlediska* lze rozlišit investice obnovovací (náhrada za vyřazené statky) a čisté (použité k rozvoji). Z *mikroekonomického hlediska* jsou investice chápány jako výdaje, které jsou vynaloženy s cílem budoucí přeměny na příjmy.

Pro potřeby podnikání se použité peněžní výdaje nazývají *kapitálové* a patří sem výdaje na:

- rozšíření či obnovu hmotného investičního majetku
- výzkum a vývoj
- trvalý přírůstek zásob a pohledávek
- nákup dlouhodobých cenných papírů
- výchovu a zapracování zaměstnanců.

Investice lze dle druhu majetkových složek rozdělit na věcné (hmotné), finanční (pohledávky a podíly) a nehmotné (nemateriální).

Podle ekonomické efektivity se rozlišují investice s produkčním účinkem, u nichž dochází k růstu množství vyrobeného produktu, nebo s nákladovým účinkem, které snižují náklady. Podle hodnoty investic v období jsou buď obnovovací (reinvestice) nebo

⁵⁶ KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*, s. 46 - 49

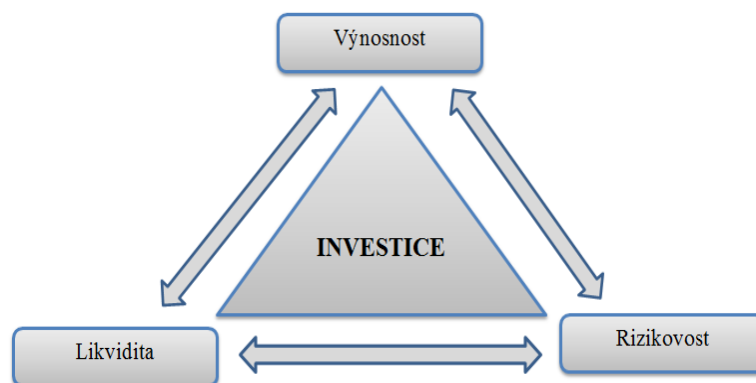
⁵⁷ KRAUS, J., PETRÁČKOVÁ, V., *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*, s. 345

⁵⁸ ŘÍMOVSKÁ, Pavla. *Metodické postupy v projektování podnikatelských projektů: teoretické přístupy a praktické návody k aplikaci*, s. 216

rozšiřovací (netto investice). V praxi se obě často prolínají, neboť např. obnovením strojního vybavení dochází i k rozšíření kapacit, zvýšení stupně kvality nebo se dostaví další racionalizační efekty. Jejich celková výše se nazývá brutto investice.

Každé investici předchází *investiční plánování*. Jde o činnost, která vychází ze strategického podnikatelského plánu s cílem připravit co nejoptimálnější investiční projekt. Při jeho přípravě je důležité zhodnotit a sladit věcné, kapacitní, kvalitativní, časové a prostorové faktory. Cílem každého investičního propočtu, tzv. feasibility study (technickoekonomické zhodnocení), by mělo být posouzení rentability, rizikovosti a doby návratnosti investice. Tato jednotlivá hlediska mohou být do značné míry protichůdná, neboť např. vysoký výnos bývá doprovázen vysokým rizikem. Vazby a souvislosti těchto tří hledisek nazývá odborná literatura pojmem magický trojúhelník.⁵⁹

Obr. č. 17: Investiční magický trojúhelník



Zdroj: vlastní zpracování

3.8.5 INVESTIČNÍ ROZHODOVÁNÍ

V odborné literatuře se rozlišují dva koncepční přístupy pro investiční rozhodování a sice:

- metody statické
- metody dynamické.

Klasické metody statického hodnocení neuvažují vliv času. Díky tomu neumožňují respektovat vliv rozložení období vzniku peněžních příjmů a výdajů a se tím spojených

⁵⁹ ŘÍMOVSKÁ, Pavla. *Metodické postupy v projektování podnikatelských projektů: teoretické přístupy a praktické návody k aplikaci*, s. 217-221

změn hodnoty peněz v průběhu sledovaného období. Vychází často z dat finančního účetnictví a pracují s průměrnými hodnotami.

Jsou to následující metody:

1. srovnávání nákladů
2. srovnávání zisku
3. výpočty rentability
4. výpočty doby úhrady.

Dynamické propočty mají oproti klasickým tu výhodu, že respektují změny vlivem toku času od plánování až po vyřazení objektu z provozu (ukončení životnosti). Odúročené nebo zúročené příjmy a výdaje jsou označovány jako současné hodnoty. Určení současné hodnoty příjmů či výdajů se provádí násobením budoucích či minulých hodnot tabulkovým faktorem úročení nebo odúročení. To závisí na zvolené kalkulační úrokové míře, která vyjadřuje v podstatě nejmenší požadované zúročení investovaného kapitálu (spodní hranici výnosovosti).

3.8.6 VÝPOČET ČISTÉ SOUČASNÉ HODNOTY

Při tomto výpočtu je kritériem posuzování investice ukazatel čisté současné hodnoty peněžního kapitálu. Princip je popsán vzorcem sumy odúročených hodnot příjmů – suma odúročených výdajů. Pokud je ČSH kladná, nebo rovna nule, je projekt realizovatelný. Je-li $ČSH > 0$, je projekt přijatelný, neboť dosahuje zadané míry výnosu. Jeli $ČSH < 0$, projekt nezajišťuje očekávaný výnos a jeho realizace by znamenala pokles tržní hodnoty.

Varianta s nejvyšší pozitivní hodnotou ČSH platí za nejvýhodnější. V tomto případě nepatří k přímým výdajům kalkulační odpisy a kalkulační úroky, neboť ty jsou již zohledněny v pořizovacích výdajích, nebo jsou součástí úrokové míry.

Čistá současná hodnota (net present value – NPV) je vyjádřena matematickým zápisem:

$$ČSH = \sum_1^N P_a \frac{1}{(1+i)^n} - K$$

kde N je doba životnosti, P_a je příjem v roce a, i je úrokový koeficient a K je kapitálový výdaj.

Faktor současné hodnoty, neboli odúročitel, se vypočte podle vztahu:

$$FSH = 1 / (1 + \text{kalkulační úroková míra})^n$$

kde n znamená roky životnosti investice.

3.8.7 VNITŘNÍ VÝNOSOVÉ PROCENTO

Mezi další dynamické metody patří výpočet vnitřního výnosového procenta. Ta je konstruována na základě peněžních příjmů za dobu životnosti a respektuje faktor času. Princip je stejný jako u modelu čisté současné hodnoty, ale na rozdíl od ní není diskontní sazba zadaná, nýbrž je hledanou neznámou. Často je tato metoda pojímána jako obrácená hodnota ČSH. Vnitřní výnosové procento (angl. IRR - internal rate of return) je taková úroková míra, při níž se současná hodnota peněžních příjmů z investice rovná kapitálovým výdajům.

Z této definice vyplývá, že se při výpočtu hledá hodnota, při které je ČSH = 0.

Tento vztah vyjadřuje vzorec

$$VVP = \sum_1^N P_n \frac{1}{(1+i)^n} - K = 0$$

kde P_n - příjem v roce, i - úrokový koeficient p/100, K - kapitálový výdaj

Výnosové procento udává, o kolik procent narůstá v průměru hodnota investované částky za celé období trvání (provozu) projektu.

Metoda je vhodná pro srovnání různých projektů přičemž za výhodnější se považuje návrh vykazující vyšší VVP.

Za přijatelné se považují projekty, kde VVP je vyšší než požadovaná míra výnosnosti investic na kapitálovém trhu, nebo vyšší než minimální úroveň stanovená podnikem.

Postup spočívá ve výpočtu ČSH pro libovolně zvolenou diskontní sazbu. Je-li kladná, opakuje se výpočet ČSH pro vyšší diskontní sazbu tak, až ČSH vyjde záporná. VVP lze poté určit lineární interpolací dle vzorce:

$$VVP = i_n + \frac{|\dot{C}SH_n|}{|\dot{C}SH_n| + |\dot{C}SH_v|} \times (i_v - i_n)$$

kde i_n - nižší zvolená úroková sazba

i_v - vyšší zvolená úroková sazba

$\check{C}SH_n$ - absolutní hodnota $\check{C}SH$ při nižší sazbě

$\check{C}SH_v$ - absolutní hodnota $\check{C}SH$ při vyšší sazbě

Při hledání VVP lze využít také grafické interpolace – zákresu přímky z vypočtených krajních hodnot $\check{C}SH$. V místě průniku hodnot $\check{C}SH$ v souřadné soustavě s osou úroků je hledaná hodnota VVP.

Vnitřní výnosové procento se v praxi často používá samostatně nebo souběžně s $\check{C}SH$, má však, jako každá metoda, své nevýhody a omezení. Nelze ji např. použít, pokud je předpoklad nekonvenčního průběh peněžních toků, kdy dochází ke změnám z kladného toku na záporný (případy dodatečných investic).⁶⁰

⁶⁰ KOUDELA, Vladimír, *Efektivnost investic a jejich financování* [online]. © 2015 [cit. 2015-11-02] Dostupné z <http://fast10.vsb.cz/koudela/Ei>, s. 52-55

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 ÚVOD

Společnost Legios Loco a.s. se řadí mezi přední dodavatele v odvětví výroby železničních nákladních vozů, jejich oprav i modernizaci a v poslední době se zabývá také výrobou a opravami lokomotiv.

Podnik má v tomto oboru dlouhodobou tradici, počátky lze datovat již do let 1872-1873. Tehdy se vybudovaly první prostory pro opravy kolejových vozidel a byl zahájen jejich provoz pod hlavičkou společnosti „Pražsko-duchcovské dráhy“. Na konci 19. stol. dosahovala plocha pro opravy vozů i lokomotiv již 10 971 m².

Postupně se podnik dále rozvíjel a to včetně období první světové války. V padesátých letech dvacátého století byla kapacita přesunuta z oblasti osobních vozů k vozům nákladním.

V souvislosti s ukončením éry parních lokomotiv začala společnost v 70 letech vyrábět atypické ocelové konstrukce a s tím souvisela potřeba provést značnou reorganizaci i přestavbu celého závodu. Před rokem 1989 bylo portfolio z devadesáti pěti procent zaměřeno na opravy a modernizace nákladních drážních vozidel. Po revoluci nastala přirozeně zcela nová etapa.

Firma byla v rámci privatizace převzata soukromými investory a v roce 1992 byla založena společnost Lostr s.r.o.. V roce 1998 byla mimo oprav zahájena také výroba kompletních železničních vozů (novovýroba) a vzniklo vlastní vývojové a konstrukční oddělení.

V roce 2002 byla firma transformována na Lostr a.s.. V roce 2007 byly vyrobeny první vlastní podvozky Y 25. Podnik postupně expandoval do Horního Slavkova a Nymburka. V roce 2010 vznikla značka Legios, pod níž byly uvedeny na trh první cisternové vozy. V roce 2013 vzniká společnost Legios Loco a.s..⁶¹

Sama společnost se prezentuje takto:

„LEGIOS je významnou součástí evropského strojírenského průmyslu v oboru železniční techniky. Se svou 140letou tradicí a masivními investicemi do moderních technologií se řadí mezi největší výrobce a opravce železničních kolejových vozidel. Mezi klíčové aktivity

⁶¹ LOSTR A.S., *135 let železničního opravárenství v Lounech a 10 let výroby vagonů*, s. 6-32

společnosti patří výroba vagónů, dále opravárenství, modernizace a remotorizace železničních vozů všech značek.

Mezi klíčové aktivity společnosti LEGIOS patří:

- výroba a prodej nových železničních nákladních vagónů, lokomotiv a železničních komponentů
- servis, opravy, modernizace a remotorizace použitých železničních vozidel všech značek
- výzkum a vývoj, projektová a konstrukční činnost.⁶²

V současné době se společnost zabývá především vývojem, konstrukcí, opravami a výrobou železničních vozů a lokomotiv.

Obr. č. 18: Logo společnosti



Zdroj: Legios. [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu>

4.2 VÝROBNÍ PROGRAM SPOLEČNOSTI

Následující kapitola představuje základní portfolio společnosti.

Cisternové vozy se používají pro přepravu minerálních olejů a chemických látek (až 95 m³). K dispozici je varianta s vytápěním a varianta bez vytápění.

Obr. č. 19: Cisternový vůz



Zdroj: Legios. [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu>

⁶² Profil společnosti. Legios. [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu/profil-spolecnosti/>

Plošinové vozy slouží pro přepravu kontejnerů nebo objemných výrobků a vyrábí v provedení buď se dvěma dvounápravovými podvozky, nebo v provedení kloubový vůz se třemi dvounápravovými podvozky.

Obr. č. 20: Plošinové vozy



Zdroj: Legios. [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu>

Pro přepravu uhlí, štěrku a písku a dalších sypkých materiálů se vyrábí výsypné vozy s max. kapacitou až 85 m³.

Obr. č. 21: Výsypný vůz



Zdroj: Legios. [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu>

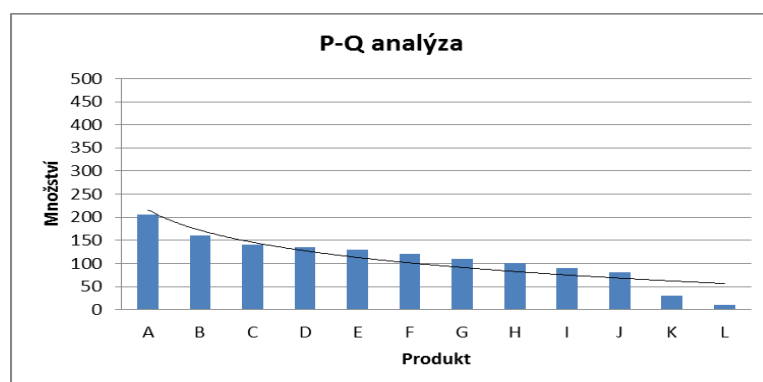
Opravy a revize nákladních vozů dle předpisů VPI

- opravy a revize nákladních vozů
- přestavby nákladních vozů
- opravy a revize speciálních nákladních vozů
- opravy a výroba dílů pro kolejová vozidla

- opravy a revitalizace lokomotiv
- opravy a modernizace osobních vozů.⁶³

Výroba je interně považována za převážně kusovou, neboť podle implementovaného principu projektového řízení je každá, i sebemenší zakázka, samostatným vstupem, ke kterému je zpracována dokumentace. Od nákupu materiálu až po certifikaci hotového produktu a jeho expedici k zákazníkovi představuje objednávka vždy samostatný obchodní případ. Dle následujícího P-Q diagramu, který opticky vyjadřuje vztah portfolia a množství lze konstatovat, že jde o mělkou křivku, tedy jde o výrobu malosériovou. (Pozn.: S ohledem na požadavek společnosti jsou výrobky označeny kódem a počty jsou zkráceny koeficientem.)

Graf č. 6: P-Q diagram Legios



Zdroj: vlastní zpracování

4.3 CERTIFIKACE

Společnosti LEGIOS je držitelem řady osvědčení a certifikátů. Některé jsou čistě strategickým cílem společnosti, jako je certifikace systému managementu kvality a další požadavky na integrovaný systém managementu. Další osvědčení již vyžaduje legislativa pro výrobu drážních vozidel v daném státě, kde jsou výrobky uvedeny na trh. Mezi ty zcela stěžejní patří Osvědčení o způsobilosti dodavatele ČD, certifikace oprávnění VPI, způsobilost výrobce dle RID a další. Firma dlouhodobě pracuje na svém vnitřním systému řízení a přijala za svou filosofii přístup podle principů ISO 9001. Pro Legios není kvalita jen „znak produktu“, ale znamená daleko více než běžná záruka kvality. Dlouhodobá

⁶³ LEGIOS. *Produkty a služby*, [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu/produkty/>

spokojenost zákazníků, plnění náročných technických požadavků na výrobu železničních vozů a jejich povýrobní servis, ale také společenská odpovědnost, jsou v centru pozornosti vedení firmy.

Proto společnost v posledních letech rozšířila systém managementu kvality o procesy environmentálního managementu nebo řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. V současné době se může Legios prezentovat desítkami certifikátů, oprávnění, osvědčení a čestných uznání, z nichž lze považovat za klíčové tyto:

- **certifikát ISO 9001:2008**
- certifikát ISO ČSN EN 14001: 2005
- certifikát ČSN OHSAS 18001
- certifikát DIN EN 15085-2
- certifikát ČSN EN ISO 3834-2 (ČD V95/5)
- osvědčení o způsobilosti dodavatele ČD a.s. č. 408 a 415
- certifikace oprávně dle předpisu VPI
- certifikace k defektoskopickému zkoušení od DB
- oprávnění k defektoskopickému zkoušení ČD a.s. HDS KV
- osvědčení pro subjekt odpovědný za údržbu a pro funkce údržby (ECM)
- osvědčení o technické způsobilosti dodavatele SŽDC
- Úřad pre reguláciu železničnej dopravy (NDT)
- DÚ - Osvědčení o způsobilosti výrobce dle RID
- osvědčení o způsobilosti dodavatele ZSSK
- DAKO-CZ - opravy brzdových přístrojů
- KINEX – technická způsobilost údržby valivých ložisek PLC 410.⁶⁴

4.4 ORGANIZACE V PODNIKU

Legios má v současné době centrální řízení a tři provozovny, resp. výrobní závody. Jde o výrobní haly v Lounech, v Horním Slavkově a v Nymburce. Celkový počet zaměstnanců kolísá v posledních letech okolo hranice 1 000 pracovníků.

⁶⁴ LEGIOS - MANAGEMENT KVALITY, *Vnitropodniková prezentace společnosti*, vydání 10/2014

Obr. č. 22: Letecký snímek provozoven Legiosu



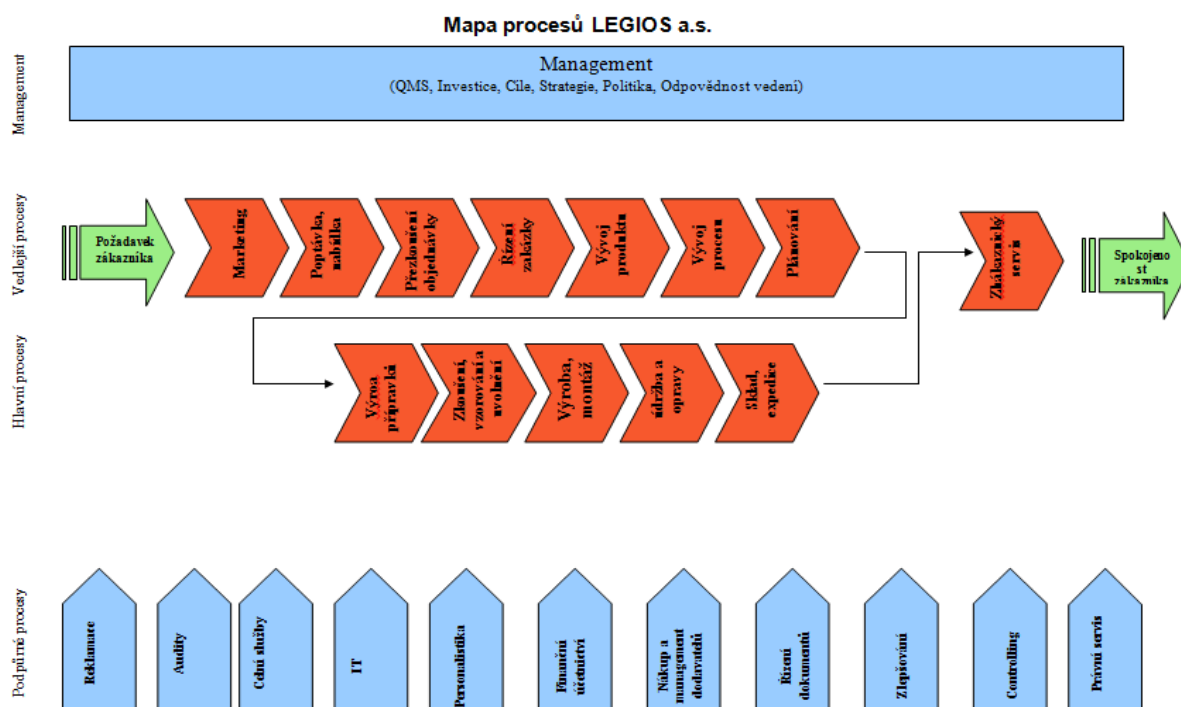
Zdroj: interní materiály společnosti Legios

Procesy ve společnosti jsou zařazeny v souladu s procesním řízením rozčleněny do těchto kategorií:

- hlavní procesy, které vytváří přidanou hodnotu
- vedlejší procesy, které doplňují hlavní procesy a jsou napojeny přímo na zákazníka
- podpůrné procesy, které nemají přidanou hodnotu, ale jsou nezbytné pro zajištění chodu podniku
- procesy vrcholového managementu podniku

Tyto procesy lze pro bližší přehled shrnout následujícím schématem:

Obr. č. 23: Mapa procesů společnosti Legios



Zdroj: vlastní zpracování

Aby bylo možno jednotlivé odpovědnosti a také kompetence přiřadit k jednotlivým procesům, stanovila společnost podnikovou hierarchii ve vazbě na působnost dle úrovně řízení.

Tab. č. 1: Podniková hierarchie

stupeň	pracovník	působnost
1	Generální ředitel	Společnost
2	Ředitel	Úsek
3	Manažer	Oddělení
4	Vedoucí	Provoz
5	Mistr	Středisko
6	Referent, dělník	Pracoviště, tým, četa

Zdroj: vlastní zpracování

Podrobný přehled procesů spadajících pod jednotlivé úseky je uveden v příloze č. 3.

4.5 VÝROBNÍ PROCESY SPOLEČNOSTI

S ohledem na výrobní portfolio společnosti lze považovat výrobu za malosériovou. Ke každé zakázce je zpracována samostatná dokumentace a to i v případě výroby typových produktů. Mimo vývojových prací jsou **hlavní výrobní procesy**, které přinášejí přidanou hodnotu, tyto:

- dělení materiálu
- stavba a montáž
- tryskání
- svařování
- lakování
- lepení
- nýtování a šroubování.

Proces dělení a **svařování** jsou stěžejními procesy. Naprostá většina finálních výrobků je sestavena ze základního materiálu, kterým jsou ocelové plechy a profily. Z těchto hutních polotovarů se dělí materiál na základní díly, které se dále ohýbají, svařují do podsestav a nakonec sestaví a smontují. Tyto operace v současné době probíhají manuálně, jedná se tedy o naprosto dominantní zastoupení ruční práce kvalifikovanými dělníky. K tomu je zapotřebí uvést, že svařování patří mezi **zvláštní procesy**, kde jsou kladeny specifické požadavky jak na personál, tak na zkoušení svařenců. Zde autor odkazuje na teoretickou část této práce, kde jsou uvedeny potřebné souvislosti.

Společnost Legios má v tomto ohledu bezesporu jednu z konkurenčních výhod a tou je vlastní svářečská škola, která byla založena již v roce 1988. Tato škola od roku 2011 disponuje všemi dosud známými a dostupnými technologiemi pro dělení a spojování kovových materiálů. Je možné zde získat kvalifikaci v základních i Evropských kurzech včetně přezkušování svářečského personálu. Podnik disponuje také vlastním defektoskopickým pracovištěm způsobilým pro nedestruktivní zkoušení svarových spojů.⁶⁵

4.6 PROCESY TRVALÉHO ZLEPŠOVÁNÍ

Jak bylo uvedeno v úvodu praktické části, podnik uplatňuje systém řízení podle ISO 9001 a navazujících norem. V souladu s těmito požadavky také přistupuje k procesům zlepšování. Základním stavebním kamenem je vnitropodniková dokumentace. Vrcholovým dokumentem je Příručka kvality, politika a cíle. Cíle mají stanoveny jasné odpovědnosti, jsou určeny pro každý proces (úsek), jsou jim přiděleny termíny plnění, jsou měřitelné a vychází z dosavadních dostupných informací. V každé interní směrnici navazující na příručku kvality je samostatná kapitola "Zlepšování", kde jsou uvedeny konkrétní činnosti, které budou v daném procesu zlepšovány.

Dokumentace je odpovídajícím způsobem řízena v prostředí Lotus notes a je členěna do následující hierarchie.

Dokumentace 1. úrovně

Stanovuje základní popis managementu jako celku, jeho strukturu a pravidla pro jeho řízení a spravování z úrovně vedení organizace. Tímto dokumentovaným postupem je Příručka kvality.

Dokumentace 2. úrovně

Zpřesňuje popis managementu do potřebných podrobností. Stanovuje pravidla pro řízení managementu kvality a postupy pro jednotlivé úseky / funkce k výkonu jednotlivých prvků a procesů. Stanovuje rozhraní a vztahy mezi úseky organizace a rozhraní a vztahy navenek z organizace k zákazníkovi a ostatním partnerům.

Dokumentace 3. úrovně

Stanovuje způsoby zabezpečování činností v rámci jednotlivých procesů prováděných uvnitř úseků organizace, nebo řeší specifické způsoby zabezpečování činností vzhledem k

⁶⁵ LEGIOS, *Příručka kvality QL-1*, vyd. 2 z 10/2014

charakteru výrobního procesu v organizaci. Rozsah vypracování této dokumentace je vždy přiměřený charakteru výrobní činnosti.⁶⁶

Téma trvalého zlepšování procesů je akcentováno již v samotné politice kvality:
*„ ...Podstatným aspektem našeho současného postoje je přístup ke zlepšování jako k trvalému cíli. **Proces neustálého zlepšování** bude podporován na všech úrovních podniku. Pro správná a včasná rozhodování se zaměříme na sběr, analýzu a vyhodnocení dat o výsledcích stanovených cílů a trendů jejich vývoje. Tímto rozhodováním zakládajícím se na faktech identifikujeme nové příležitosti ke zlepšování... “.*⁶⁷

V příručce kvality je dále prohlášeno, že na prvním místě jsou ve společnosti kladeny zájmy a potřeby zákazníka. Cílem organizace je neustálé zlepšování všech procesů a hledání příležitostí ke zvýšení výkonnosti, ke snižování nákladů a ke zkracování termínů zakázek. Důraz je kladen na prevenci a předcházení neshod. Při této činnosti je využíváno výsledků přezkoumání systému managementu, cílů kvality a výsledků interních i externích auditů. Vedení podniku rovněž podporuje tvořivou aktivitu zaměstnanců vyhlášením a řízením zlepšovateľského hnutí a vytvářením bezpečného pracovního prostředí a přijímá společenskou odpovědnost.

Podnik také zřizuje Radu strategického vedení. Ta zasedá nejméně jednou ročně ke kompletnímu vyhodnocení zlepšování v podniku. Samozřejmostí jsou procesy pro preventivní a nápravná opatření.

Postup:

1) Rozhodnutí

Rozhodnutí o zahájení opatření vydává manažer kvality. Podnět k zahájení opatření může dát každý zaměstnanec na základě individuálně zjištěných problémů nebo návrhů na zlepšení.

2) Rozbor a návrh opatření

Rozbor a návrh opatření zabezpečuje úsek/oddělení nebo funkce určený v rozhodnutí. Ukončený rozbor a navržené opatření předloží Radě strategického vedení.

⁶⁶ LEGIOS, *Intrerní směrnice Řízení dokumentů*, 10/2015

⁶⁷ LEGIOS, *Politika kvality*, Q1-530L, 23.10.2015, s. 1

3) Rozhodnutí o opatření

Rozhodnutí o provedení opatření vydává zmocněnec pro kvalitu na základě posouzení od Rady strategického vedení. Rozhodnutí obsahuje vždy funkci odpovědnou za provedení opatření a termín provedení.

4) Kontrola a vyhodnocení opatření

Kontrolu a písemné vyhodnocení opatření provádí vedoucí úseku odpovědného za realizaci opatření.

5) Přezkoumání efektivnosti opatření

Po provedení opatření a po jeho vyhodnocení přezkoumá autor rozboru a navrhovatel efektivnost realizovaného opatření.

6) Dokumentování

Dokumentování celého procesu opatření zajišťuje zmocněnec pro kvalitu. Spisovou a jinou dokumentaci vzniklou při řešení opatření ukládá do samostatného spisu vedeného pro každé opatření.

7) Informace do Rady strategického vedení

Po ukončení a zdokumentování realizovaného opatření informuje zmocněnec pro kvalitu Radu strategického vedení o celkových výsledcích řešení opatření.⁶⁸

V závěru této kapitoly je možné shrnout, že podnik uplatňuje zásady moderního řízení podniku, má zavedený efektivní systém managementu kvality a respektuje procesní i projektový přístup. Pravidelně podnik stanovuje vizi, politiku a cíle. Cíle jsou v souladu s přístupem SMART⁶⁹.

V přístupu k trvalému zlepšování využívá společnost přístup PDCA i doporučení osmi zásad managementu podle ISO 9004. Organizace uplatňuje také přístup „5S“, kde je kladen důraz na zlepšování pracovního prostředí a tím i kvality. To se týká jak výrobních prostor, tak kancelář administrativy a THP⁷⁰.

V přístupu ke zlepšování autor uvádí v kap. č. 5 této práce některá další doporučení.

⁶⁸ LEGIOS, *Příručka kvality*, QL-1 vydání 2 z 10/2014

⁶⁹ Cíle by měli být směrodatné, měřitelné, ambiciozní, reálné a termínované

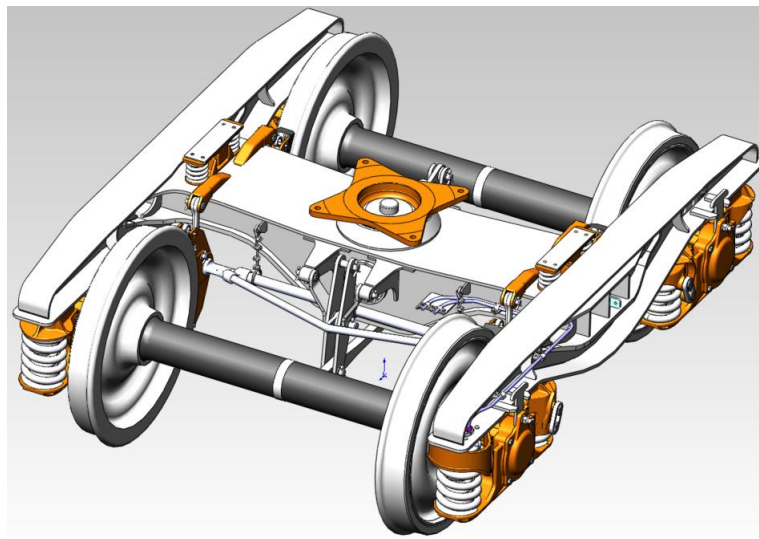
⁷⁰ Technicko-hospodářský pracovník

4.7 PRACOVISTĚ VÝROBY RÁMŮ PODVOZKŮ

4.7.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

S ohledem na zadání práce a informace poskytnuté managementem společnosti se autor zaměřil na pracoviště svařování rámu podvozků Y 25. Technický výkres sestavy je uveden v příloze č. 4 této práce. Na obrázku je zobrazena finální sestava výrobku osazeného dvojkolím.

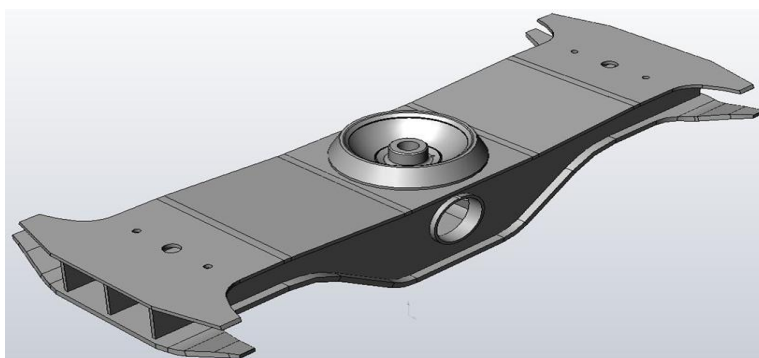
Obr. č. 24: 3D model podvozku Y 25



Zdroj: Interní materiály spol. Legios a vlastní zpracování

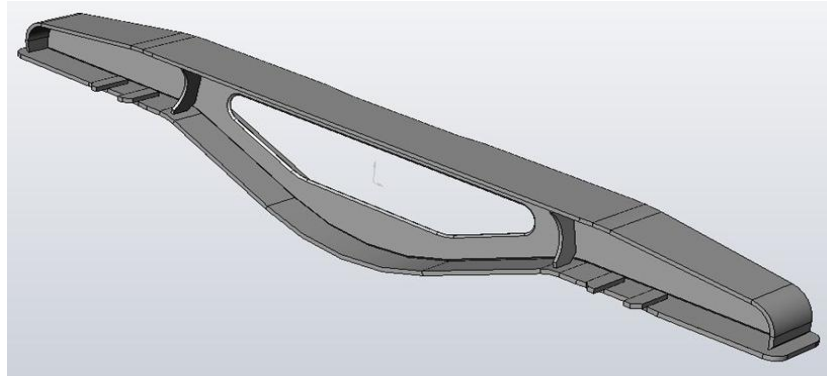
Vlastní sestava rámu podvozku se skládá ze dvou podélníků a jednoho příčnicku, které jsou znázorněny níže uvedenými obrázky.

Obr. č. 25: 3D model příčnicku Y 25



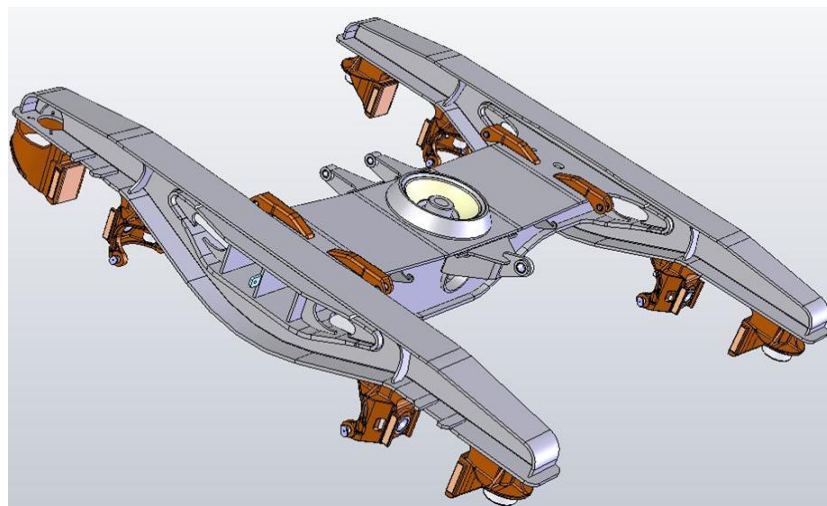
Zdroj: Interní materiály spol. Legios a vlastní zpracování

Obr. č. 26: 3D model podélníku Y 25



Zdroj: Interní materiály spol. Legios a vlastní zpracování

Obr. č. 27: 3D model sestavy rámu Y 25



Zdroj: Interní materiály spol. Legios a vlastní zpracování

4.7.2 CHARAKTERISTIKA PRACOVIŠTĚ

Zkoumané pracoviště výroby rámu podvozků je kapacitně úzké místo a v případě navýšení kontraktů na výrobu železničních vozů, které lze v následujících letech s ohledem na růst železničního trhu předpokládat, by za stávajících podmínek mohlo znamenat neschopnost plnit množstevní požadavky zákazníků.

Pracoviště je specifické manuální náročností i kvalitativními požadavky na proces dlouhého ručního svařování. Dalším potenciálem je přeuspořádání výrobního toku, neboť v současné době je zde neracionální tok materiálu, kdy se podsestavy z jednoho pracoviště odesílají do jiné haly k dokončení sestavy.

Uspořádání výroby lze s ohledem na malosériovou až kusovou výrobu vyhodnotit jako technologické. V podniku je pevné uspořádání výrobní základny a jednotlivá

pracoviště jsou rozložena podle své technologické podobnosti. Výroba příčnicku a podélníku probíhá v hale P22 „kotlárna“ a výroba sestavy rámu v provozu P23 „učňovka“. Layout je uveden v **příloze č. 5 a č. 6** této práce. Vzhledem k náročnosti manipulace díky vysoké hmotnosti dílů jsou jednotlivé součásti rozpracované výroby skladovány na k tomu definovaných prostorech ve výrobní hale.⁷¹

Obr. č. 28: Umístění rozpracované výroby



Zdroj: vlastní zpracování

4.7.3 CHARAKTERISTIKA PROCESU

Proces svařování se realizuje výhradně ruční manuální činností za pomoci jeřábů a manipulačních přípravků.

Předchozí operací je řezání plechového polotovaru, navazující operací je tryskání. K samotnému sváření je využita technologie obloukového svařování v ochranné atmosféře MAG. Označení metody je číselným kódem 135. Je využíván aktivní směsný plyn Argon + CO₂ (poměr 82:18) s označením M21 v rychlosti 13 litrů za minutu. Průměr přídatného materiálu je 1,2 mm. Jde o přídatný drát označeným G4Si1, tento poměděný drát je vhodný pro svařování nelegovaných konstrukčních ocelí v ochranných atmosférách plynů. Hlavní předností tohoto materiálu je vysoká kvalita v poměru cena - výkon. Rychlost podávání drátu se realizuje v hodnotách 10-14 metrů za minutu.

V procesu se využívá koutových a tupých svarů v poloze PA - poloha vodorovná shora nebo v poloze PB - poloha vodorovná šikmo shora.

⁷¹ Zdroj: Vlastní pozorování na pracovišti

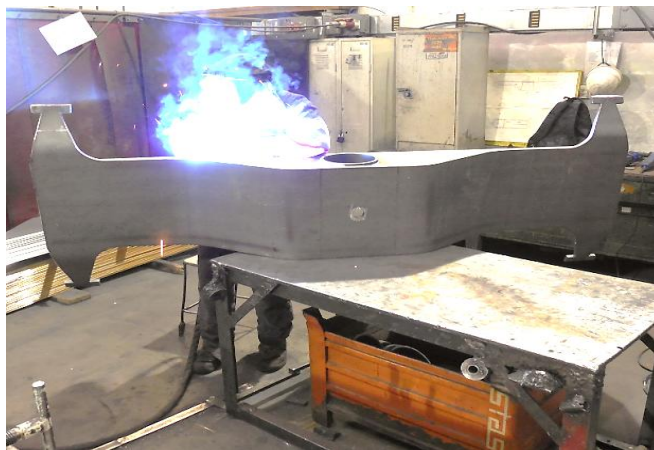
Základní materiál je ocelový plech válcovaný za tepla. Použita je jemnozrnná uhlíková nelegovaná konstrukční ocel třídy 11 se zaručenou čistotou, obsahem fosforu, síry a zaručenou minimální pevností v tahu, mezi kluzu a tažností. Tyto ocele jsou vhodné pro svařované konstrukce.

Některé ze svarů (zejména podélné svary) jsou mimořádně náročné ručně prováděné procesy s dlouhým operačním časem.⁷²

Požadavky na kvalitu a zkoušení jsou samostatnou rozsáhlou oblastí upravenou v souladu s EN ISO 5817. Jejich bližší specifikace je uvedena v **příloze č. 7** této práce.

Ukázku stávajícího ručního svařování na pracovišti ilustrují fotografie.

Obr. č. 29: pracoviště svařování příčnicku Y 25



Zdroj: vlastní zpracování

Obr. č. 30: pracoviště svařování podélníku Y 25



Zdroj: vlastní zpracování

⁷² Zdroj: Technologický postup procesu svařování WPS

Obr. č. 31: kontrolní pracoviště podvozku Y 25



Zdroj: vlastní zpracování

4.7.4 ČASOVÁ ANALÝZA RUČNÍHO SVAŘOVÁNÍ

Na základě technologického předpisu byly určeny na provedení náročné svary, jejichž optimalizace bude předmětem další části práce. Jedná se o dlouhé průběžné svary. Byla provedena časová studie na pěti kusech příčnicků, podélníků i sestavy celého rámu. Jako vhodná metoda se použil snímek operace, tedy výběrová chronometráž metodou postupných časů s použitím aritmetického průměru. Pro informaci je uveden i výběrový medián.

Výsledky měření jsou přehledně shrnuty v následujících tabulkách.⁷³

⁷³ Zdroj: vlastní měření na pracovišti

Tab. č. 2: výběrová chronometráž podélníku

Výběrová chronometráž - metoda postupných časů - pozorovací list

Podnik: Legios Loco Operace: svařování Datum pozorování: 16.9.2015
 Součást: podélník Y25 Obrázek:  Doba pozorování: 08-16 h
 Č. výkresu: 10622618.1.48.1 Číslo listu: 1

číslo náměru / záznam času

p.č.	úkon	1	2	3	4	5	suma	X	medián
1	příprava	0:01:35	0:01:09	0:01:15	0:01:02	0:01:40	0:06:41	0:01:20	0:01:15
2	svařování	1:09:00	1:14:00	1:06:00	1:09:00	1:06:00	5:44:00	1:08:48	1:09:00
3	otáčení	0:02:02	0:02:08	0:03:20	0:02:51	0:02:38	0:12:59	0:02:36	0:02:38
4	čištění hubice	0:09:20	0:09:33	0:09:020	0:09:57	0:08:45	0:37:35	0:07:31	0:09:26
5	ostatní tlg. Čas	0:02:55	0:03:44	0:03:46	0:04:38	0:03:27	0:18:30	0:03:42	0:03:44
	SUMA	1:24:52	1:30:34	1:14:21	1:27:28	1:22:30	6:59:45	1:23:57	1:24:52

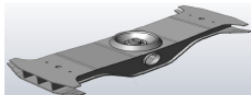
Poznámka:

Pozorovatel: Chleborád
 Zpracoval: Chleborád

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. č. 3: výběrová chronometráž příčnicku

Výběrová chronometráž - metoda postupných časů - pozorovací list

Podnik: Legios Loco Operace: svařování Datum pozorování: 16.9.2015
 Součást: příčník Y25 Obrázek:  Doba pozorování: 08-16 h
 Č. výkresu: 10622618.1.46 Číslo listu: 1

číslo náměru / záznam času

p.č.	úkon	1	2	3	4	5	suma	X	medián
1	příprava	0:00:54	0:01:02	0:01:12	0:01:13	0:01:02	0:05:23	0:01:05	0:01:02
2	svařování	1:10:00	1:07:00	1:07:00	1:06:00	1:08:00	5:38:00	1:07:36	1:07:00
3	otáčení	0:02:00	0:02:02	0:02:11	0:02:23	0:01:46	0:10:22	0:02:04	0:02:02
4	čištění hubice	0:07:25	0:06:54	0:08:21	0:06:56	0:07:39	0:37:15	0:07:27	0:07:25
5	ostatní tlg. Čas	0:02:55	0:03:44	0:03:46	0:04:38	0:03:47	0:18:50	0:03:46	0:03:46
	SUMA	1:23:14	1:20:42	1:22:30	1:21:10	1:22:14	6:49:50	1:21:58	1:22:14

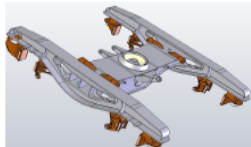
Poznámka:

Pozorovatel: Chleborád
 Zpracoval: Chleborád

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. č. 4: výběrová chronometráž sestavy rámu podvozku

Výběrová chronometráž - metoda postupných časů - pozorovací list

Podnik:	Legios Loco	Operace:	svařování		Datum pozorování:	16.9.2015 - 17.9.2015
Součást:	rám podvozku Y25				Doba pozorování:	07-16 h
Č. výkresu:	00622618.1	Obrázek:			Číslo listu:	1

číslo náměru / záznam času

p.č.	úkon	1	2	3	4	5	suma	X	medián
1	příprava	0:04:19	0:04:13	0:04:28	0:04:16	0:03:58	0:21:14	0:04:15	0:04:16
2	svařování 1	1:33:00	1:31:00	1:36:00	1:29:00	1:30:00	7:39:00	1:31:48	1:31:00
3	čištění hubice	0:03:15	0:03:01	0:02:56	0:03:12	0:03:03	0:15:27	0:03:05	0:03:03
4	manipulace	0:10:20	0:10:30	0:10:20	0:11:00	0:10:45	0:52:55	0:10:35	0:10:30
5	svařování 2	1:32:00	1:32:00	1:35:00	1:34:00	1:33:00	7:46:00	1:33:12	1:33:00
6	ostatní tlg. čas	0:08:02	0:07:30	0:07:25	0:07:50	0:07:15	0:38:02	0:07:36	0:07:30
	SUMA	3:30:56	3:28:14	3:36:09	3:29:18	3:28:01	17:32:38	3:30:32	3:29:18

Poznámka:

Pozorovatel: Chleborád
Zpracoval: Chleborád

Zdroj: vlastní zpracování

Dosažené průměrné spotřeby časů ručním svařováním na jeden kus podvozku je pro:

- podélník Y 25 = 84 minut
 - příčnick Y 25 = 82 minut
 - rám podvozku Y 25 = 210 minut
- (pozn.: zaokrouhлено).

4.8 NÁVRH OPTIMALIZACE A EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V této kapitole je navržena automatizace procesů manuálního sváření včetně ekonomického pohledu na stávající i navrhované technologie.

4.8.1 NÁVRH AUTOMATIZACE PROCESU

S ohledem na trendy ve výrobě svařovaných konstrukcí, byla první volba hledání varianty automatizovaného sváření.

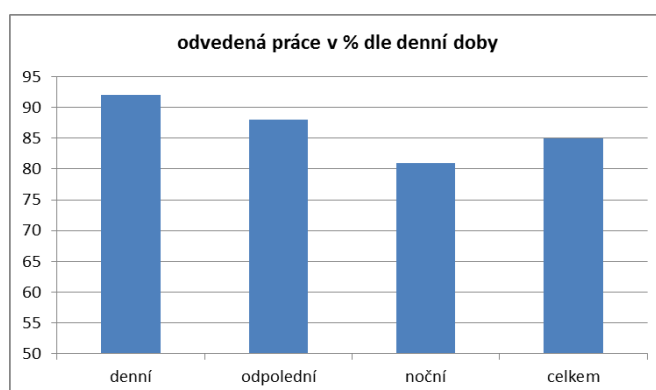
Odůvodnění

Použití automatizované manipulace a sváření robotem je perspektivní náhrada za ruční práce a pohyby těžkými polotovary za pomoci přípravků a jeřábů. Značným aspektem je zvýšené riziko úrazu, náročnost požadavků na bezpečnost a ochranu zdraví při práci a nestabilní kvalita svarů i přes vysoké požadavky na kvalifikaci svářecího personálu a následné defektoskopické zkoušení.

Nezanedbatelnou veličinou, která rapidně ovlivňuje výstupy ručního svařování, je kolísání výkonnosti pracovníků nejen v průběhu jednotlivé směny, ale také podle toho, zda jde o směnu denní nebo noční. Tyto zkušenosti z výroby korespondují s poznatky výzkumů psychologie práce. Problematika je rozvedena v kap. č. 3.2.3 této práce.

Do procesu tak vstupuje vliv fyzické i mentální únavy. V podniku probíhá s akcentem na dosahovanou kapacitu pracoviště třisměnný provoz. To je také důvodem kolísání výkonnosti na jednotlivých směnách. Následující graf ukazuje údaje z evidence odvodu práce na jednotlivých směnách v odvedených normohodinách vůči časovému fondu.

Graf č. 7: kolísání výkonnosti dle směny



Zdroj: vlastní zpracování

Dalším důvodem je fakt, že v současné době je kvalifikovaný svářeč na trhu práce velmi žádanou profesí, cena této profese neustále roste a dostupnost klesá. Z tohoto pohledu je perspektivním východiskem využití nejnovějších robotizovaných technologií, které zcela eliminují tyto limity lidského faktoru i faktoru trhu práce. Kladným efektem je též zvýšení prestiže podniku v odvětví.⁷⁴

⁷⁴ Rozhovor s vedoucím personálního úseku

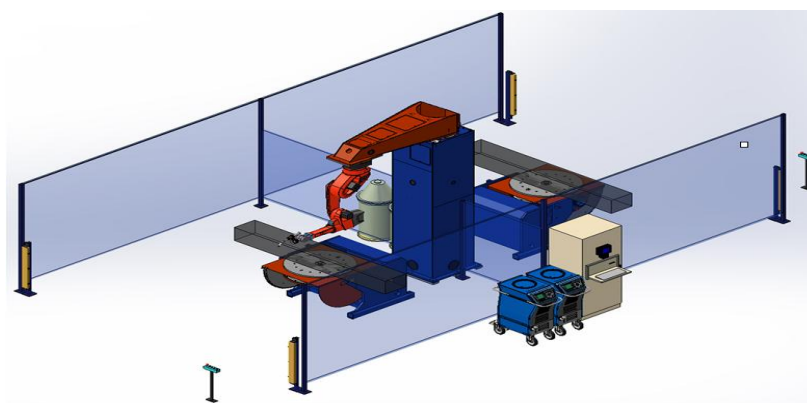
Svařovací roboty jsou univerzální a re-programovatelné, sami vyhodnocují svařovací parametry tak, že je přizpůsobuje potřebám procesu. Docilují výrazně vyšších svařecích rychlostí, které se dosahují především díky flexibilním úpravám parametrů napětí, proudu, případně dalších charakteristik tak, aby se docílilo co nejoptimálnějšího procesu.

Významně eliminují spotřebu času na upnutí a manipulaci, neboť lze vyrábět na zdvojeném pracovišti, jak znázorňuje následující schéma pro výrobu příčníků. Samotný proces navíc probíhá nepřerušovaně, čehož u ruční práce nelze docílit.

Autor konzultoval tento návrh v týmu⁷⁵. Výslednicí byl návrh oslovit experta zastoupení německého výrobce pro automatizované svařování technologií svařovacích robotů, a sice společnosti CLOOS Schweisstechnik GmbH⁷⁶, se kterou byl již v minulosti navázán kontakt. Firma je v České republice výhradně zastoupena společností Ferier s.r.o.. Tato společnost působí na našem trhu již od roku 1997 a poskytuje zákazníkům komplexní služby, včetně poradenství při řešení konkrétního pracoviště, zpracování technického projektu, dodávky techniky pro automatizaci a robotizaci svařecích pracovišť i zaškolení personálu a záručního i pozáručního servisu.⁷⁷

Na základě studie podmínek na pracovišti a potřebného pracovního rozpětí, bylo navrženo zařízení řady QIROX, konkrétně model QRC 350 s manipulátorem a zdvojeným pracovištěm pro úsporu časů na manipulaci a upínání.

Obr. č. 32: pracoviště svaření příčníků resp. podélníků



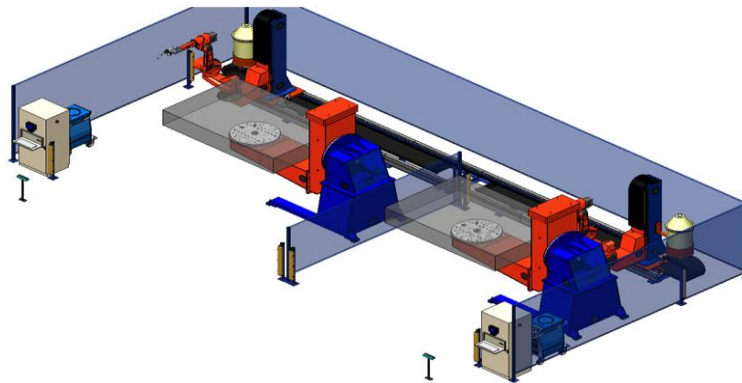
Zdroj: Interní materiály spol. Ferier s.r.o.

⁷⁵ Workshop: výrobní ředitel, vedoucí technolog, hlavní svařecí inženýr a manažer pro kvalitu

⁷⁶ společnost s ručením omezeným

⁷⁷ Zdroj: <http://www.cloos.de>

Obr. č. 33: pracoviště sváření rámu podvozků



Zdroj: Interní materiály spol. Ferier s.r.o.

Tento robot je schopen zajistit procesy na všech třech pracovištích (příčníc, podélníc, rám podvozku).

Zákres pracovní plochy je uveden v **příloze č. 8** této práce. Jde o robustní průmyslový robot s dostatečným pracovním rozsahem vybavený skládacím ramenem. Přes štíhlou a kompaktní konstrukci má mechanika mimořádnou tuhost a silný motor. Tato kombinace je garancí vysoké dynamiky, což je parametr určující pro procesy průběžného sváření. V praxi to znamená vysokou samostatnost robota bez nutnosti přípravků a dalších pomůcek pro zajištění tuhosti, přesnosti a jakosti. Robot vyniká digitální hnací technikou a vysokou přesností (přesnost opakování menší než 0,1 mm).

Zařízení se vyrábí v provedení konstrukce s otočným kloubem, s počtem šesti os. Dráhu měří digitální senzor absolutními přírůstky. Pracovní rozsah je kulový, dosahuje průměru 4 200 mm, hmotnost robota je 205 kg.⁷⁸

Reálný pohled na popisovanou technologii ilustruje následující obrázek, na kterém je zobrazeno toto zařízení ve velmi analogickém výrobním procesu.

⁷⁸ Interní materiály společnosti Ferier s.r.o., technický list k zařízení QRC 350

Obr. č. 34: Automatizované pracoviště pro svařování robotem QRC 350



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=11SwOjtfGBs> a vlastní zpracování

4.8.2 KALKULACE CENY RUČNÍHO SVÁŘENÍ

Podle interní metodiky společnosti byla finančním oddělením stanovena hodinová sazba pro výpočet úspory. Tato cena zahrnuje náklady na mzdy, které zohledňují efektivitu, jako je vliv nemocnosti, dovolenou a veškeré další odvody. Efektivita pracovníků svářecích pracovišť po započtení všech vlivů činí 70%. Při mzdové nákladové ceně ve výši 214,- Kč činí efektivní mzdový náklad 306,- Kč za hodinu. Dále je do kalkulace zahrnuta částka 65,- Kč jako odpis stávající technologie ručního svařování. Ostatní výrobní režie zahrnuje náklady především na pracovní pomůcky a činí 16,- Kč za hodinu.

Celkem cena $306 + 65 + 16 = 387,-$ Kč na hodinu.

Tato složka záměrně neobsahuje náklady na materiál a nealokovanou výrobní a správní režii kalkulačních nákladů, neboť bude nadále počítáno pouze s úsporou dosaženou nahrazením ruční práce automatizovanou technologií.⁷⁹

4.8.3 FINANČNÍ ASPEKTY NAVRŽENÉHO OPATŘENÍ

Analýzou parametrů ručního sváření v předchozí části práce a modelováním automatizovaného procesu byla navržena tři samostatná robotizovaná pracoviště. Nabídkové ceny kompletního zařízení robotizovaných pracovišť včetně manipulátorů jsou

⁷⁹ Rozhovor s vedoucím oddělení finančního controllingu

uvedeny v tabulce.⁸⁰ Měnový kurz pro přepočtení ceny z Eur na Kč byl použit ve výši 27,030 Kč, ve výpočtech zaokrouhloeno na 27,- Kč.⁸¹

Tab. č. 5: Investiční výdaj na robotizované pracoviště

<i>Zařízení</i>	<i>Cena v Eur</i>	<i>Kurz</i>	<i>Cena v Kč</i>
Robot č. 1 - Podélník	224 026,-	27,-	6 048 702,-
Robot č. 2 - Příčnick	205 856,-	27,-	5 558 112,-
Robot č. 3 - Sestava	427 156,-	27,-	11 533 212,-
Celkem	857 038,-	27,-	23 140 026,-

Zdroj: vlastní zpracování

Dle nabídkové studie byla stanovena časová úspora metodou srovnání času operace na jeden vyrobený kus v provedení výroby manuálním svářením oproti robotizovanému procesu. Úspora byla vyjádřena v peněžních jednotkách dle stanovené hodinové sazby v kapitole 4.8.2. Tato hodinová sazba činí 387,- Kč za hodinu.

Tuto úsporu je však nutné očistit o zvýšené náklady na energii v automatizovaném procesu, neboť robot, aby dosáhl optimálních parametrů a rapidního zvýšení svářecí rychlosti, bude vyžadovat vyšší spotřebu energie. Tato spotřeba elektrické energie vzroste přibližně o 5-8 KW za hodinu. Zvýšený náklad byl oceněn na 17,- Kč za hodinu. Konečnou částkou úspory je stanovena **hodinová sazba 370,- Kč**.

4.8.4 ÚSPORY AUTOMATIZOVANÉHO PROCESU

Vstupním údajem pro další analýzu je výpočet úspory, která plyne ze srovnání stávající a návrhové technologie. Prostřednictvím údajů časových studií a modelu automatizovaného procesu lze pomocí hodinové sazby stanovit úsporu za jednotku času.

Tab. č. 6: Úspora při robotizovaném sváření

Robot č. 1 - Podélník Y 25

čas robot (min)	42
čas ruční (min)	84
úspora (min)	42
sazba / hod (Kč)	370
úspora (Kč)	259

⁸⁰ Nabídková studie společnosti Ferier s.r.o.

⁸¹ Devizový kurz dle České národní banky ke dni 6.11.2015, dostupné z http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/

Robot č. 2 - Příčnický Y 25

čas robot (min)	41
čas ruční (min)	82
úspora (min)	41
sazba / hod (Kč)	370
úspora (Kč)	253

Robot č. 3 - Rám Y 25

čas robot (min)	90
čas ruční (min)	210
úspora (min)	120
sazba / hod (Kč)	370
úspora (Kč)	740

Zdroj: vlastní zpracování

Celkový přehled dosažených úspor na jednotlivá pracoviště i na celý výrobní komplex ukazuje tabulka č. 7.

Tab. č. 7: Celková úspora na robotizované pracoviště rámu podvozku Y 25

Celková úspora na podvozek - 3 roboty (úspora v Kč na kus)			
	<i>úspora (Kč)</i>	<i>ks / podvozek</i>	<i>úspora celkem (Kč)</i>
podélník - robot č. 1	259	2	518 Kč
příčnick - robot č. 2	253	1	253 Kč
rám - robot č. 3	740	1	740 Kč
Celkem (Kč) / podvozek			1 511 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

V dalším kroku jsou ověřeny výrobní kapacity. Byl uvažován nepřetržitý provoz 7 dní v týdnu a 51 týdnů v roce. To je 10 080 minut za pracovní týden, 514 080 min za rok. Z důvodu pojištění rizik, předpokládané údržby a možných výpadků je každému robotu navíc započtena časová rezerva ve výši 10% ze stanovených technologických časů.

Všechny další výpočty jsou rozděleny na 2 předem stanovené výrobní kapacity. **Pesimistická varianta** uvažuje týdenní produkci ve výši 40 ks, což je využití 10 % pod stávající kapacitou dle aktuálních kontraktů.

Optimistická varianta uvažuje nárůst zakázek a dosažení výrobní kapacity 90 ks týdně.

Tab. č. 8: Využití kapacit robotů – časové vytížení

Robot č. 1 - Podélník Y 25

čas podélníku Levý (min)	42
čas podélníku Pravý (min)	42
celkový čas (min)	84
čas cyklu (+10% rezerva) (min)	92,4
časový fond pracovní týden 6 dní (min)	10 080
vytížení robota při 30 ks (%)	36,7
vytížení robota při 90 ks (%)	82,5

Robot č. 2 - Příčnick Y 25

čas příčnicku (min)	42
čas cyklu (+10% rezerva) (min)	46,2
časový fond pracovní týden 6 dní (min)	10 080
vytížení robota při 30 ks (%)	18,3
vytížení robota při 90 ks (%)	41,25

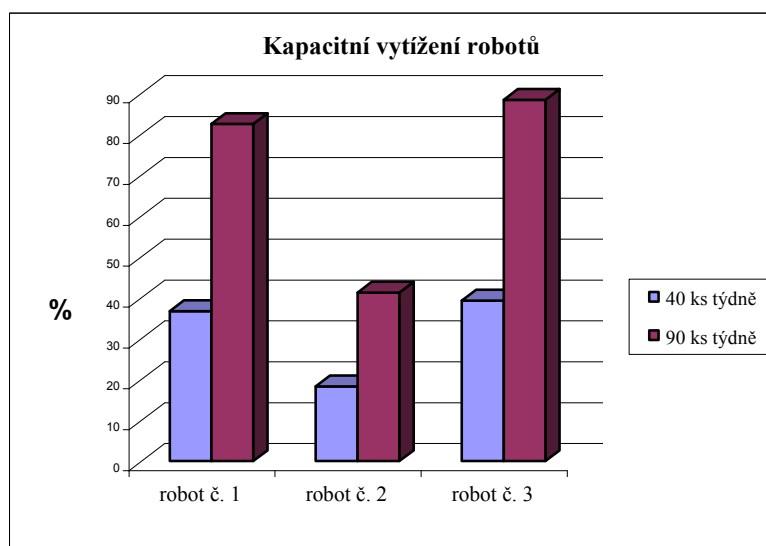
Robot č. 3 – Sestava rámu podvozku Y 25

čas rámu (min)	90
čas cyklu (+10% rezerva) (min)	99
časový fond pracovní týden 6 dní (min)	10 080
vytížení robota při 30 ks (%)	39,3
vytížení robota při 90 ks (%)	88,4

Zdroj: vlastní zpracování

Z uvedeného propočtu je zřejmé, že nebude problém, ani v případě optimistické varianty, dosáhnout požadované produkce. Z grafického vyjádření je patrné, že robot č. 2 bude ale vytížen jen na necelou polovinu kapacit.

Graf č. 8: Kapacitní vytížení robotů



Zdroj: vlastní zpracování

4.8.5 VÝPOČET PROSTÉ NÁVRATNOSTI

Následující tabulka shrnuje výpočty bodu zvratu⁸² v absolutním počtu vyrobených kusů a nezahrnuje vliv času ani další související náklady. Je tedy jen velmi orientačním pohledem na poměr investovaných prostředků dosahované úspory. Z tohoto výpočtu je však již patrné, že nejproblematictější bude robot č. 2 na pracovišti výroby příčnicku. Robot je zde nedostatečně využitý a k zajištění prosté návratnosti by bylo zapotřebí vyrobit o více než 30% kusů, než by bylo vyrobeno celkových sestav.

Tab. č. 9: Prostá návratnost v kusech – nediskontované vyhodnocení investice a úspory

	investiční náklady (Kč)	úspora na kus (Kč)	bod zvratu (ks)
Robot č. 1 - podélník	6 048 702	518	11 677
Robot č. 2 - příčnick	5 558 112	253	21 969
Robot č. 3 - sestava rámu	11 533 212	740	15 585
Celkové vyhodnocení	23 140 026	1 511	15 314

Zdroj: vlastní zpracování

Pro další výpočet bylo zapotřebí stanovit životnost zařízení. Výrobce udává životnost přes dvacet let, pro účely této práce bylo uvažováno se životností v délce třináct

⁸² Běžně se lze setkat s pojmem "break point"

let. Získaná úspora z investice je považována za výnos. Mimo energii, která již byla zohledněna v kalkulaci hodinové úspory, byly stanoveny další faktory, které budou z úspory odečteny jako náklad.

Jedná se o mzdové náklady na kvalifikovaného seřizovače robotů, které v prvním roce činí 360 000,- Kč. Mzdové náklady jsou rozděleny na všechna pracoviště s tím, že náklady na sestavu rámu tvoří 44%, náklady na příčnick a podélník pak po 28%. Je uvažován meziroční růst mezd o 2%.

Dalším nákladem je údržba, která postupně v jednotlivých letech narůstá úměrně stárnutí technologie a zohledňuje náročnost pracoviště a vytížení stroje.

Tab. č. 10: náklady na údržbu po dobu uvažované životnosti

<i>Náklady na údržbu technologie (Kč/rok)</i>	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Robotizace pracoviště podélníku Y 25	20 000	20 000	20 000	25 000	25 000	25 000	35 000
Robotizace pracoviště příčnicku Y 25	10 000	10 000	10 000	20 000	20 000	20 000	30 000
Robotizace pracoviště rámu Y 25	20 000	20 000	20 000	25 000	25 000	25 000	35 000
Robotizace všech pracovišť podvozku Y 25	50 000	50 000	50 000	70 000	70 000	70 000	100 000
<i>Náklady na údržbu technologie (Kč/rok)</i>	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Robotizace pracoviště podélníku Y 25	35 000	35 000	35 000	45 000	45 000	45 000	45 000
Robotizace pracoviště příčnicku Y 25	30 000	30 000	30 000	35 000	35 000	35 000	35 000
Robotizace pracoviště rámu Y 25	35 000	35 000	35 000	45 000	45 000	45 000	45 000
Robotizace všech pracovišť podvozku Y 25	100 000	100 000	100 000	125 000	125 000	125 000	125 000

Zdroj: vlastní zpracování

V následující tabulce jsou výsledky výpočtu bodu zvratu v počtech ks za rok a v počtech ks za týden, které zohledňují odpisy technologie po dobu životnosti 13 let, mzdové náklady na seřizovače robotů a náklady na údržbu zařízení po celou dobu jeho životnosti. Jde o propočet návratnosti, ve kterém není zohledněn faktor času.

Tab. č. 11: Bod zvratu se zohledněním odpisů a nákladů (nediskontované)

	životnost (v letech)	odpisy roční (kč)	náklady seřizovač a údržba (kč za rok)	bod zvratu (ks/rok)	bod zvratu (ks/ týden)
Robot č. 1 - podélník	13	465 285	124 615	1 139	22
Robot č. 2 - příčnick	13	427 547	132 308	2 213	43
Robot č. 3 - sestava	13	887 170	192 308	1 459	29
Všechna pracoviště	13	1 780 002	449 231	1 475	29

Zdroj: vlastní zpracování

Z dosud známých údajů lze stanovit prostou návratnost poměrem roční úspory a investičních nákladů.

Tab. č. 12: Prostá návratnost v letech

Prostá návratnost (v letech)	Optimistická varianta (90 kusů týdně)	Pesimistická varianta (40 kusů týdně)
Robot č. 1 - podélník	2,68	6,46
Robot č. 2 - příčník	5,29	13,69
Robot č. 3 - sestava	3,96	11,13
Všechna pracoviště	3,91	11,19

Zdroj: vlastní zpracování

4.8.6 DISKONTOVANÁ ÚSPORA A NÁVRATNOST

Stěžejním výpočtem ekonomického vyhodnocení racionalizačního záměru je výše uvedené výsledky podrobit vlivu času, tzn. čisté výnosy odúročit. Jak bylo rozvedeno v teoretické části této práce, každá dnešní hodnota se vzhledem k působení vlivu času nemůže rovnat hodnotě budoucí. Obvykle se investiční projekty vyhodnocují pomocí metody čisté současné hodnoty, kde je celkové cash-flow podrobena diskontnímu koeficientu. Tento koeficient se nazývá faktor současné hodnoty a odvíjí se od stanovené požadované procentní sazby. FSH se vypočte podle vztahu

$$FSH = 1 / (1 + \text{kalkulační úroková míra})^n$$

kde n znamená roky životnosti investice.

Úroková míra byla zvolena ve výši 4%. V době vypracování práce se nachází běžně u zajištěných investičních úvěrů sazba do 3 % p.a. a míra inflace kolísá kolem 0,5%. Proto autor považuje úrokovou míru 4% za dostatečnou. Úroky z úvěru budou hrazeny ročně, vždy ke konci kalendářního roku.

Pro stanovenou životnost 13 let a úrokovou míru 4% je FSH spočteno dle uvedeného vztahu v následující tabulce.

Tab. č. 13: Faktor současné hodnoty

1. Rok	2. Rok	3. Rok	4. Rok	5. Rok	6. Rok	7. Rok
0,9615385	0,924556	0,888996	0,854804	0,821927	0,790315	0,759918
7. Rok	8. Rok	9. Rok	10. Rok	11. Rok	12. Rok	13. Rok
0,7599178	0,73069	0,702587	0,675564	0,649581	0,624597	0,600574

Zdroj: vlastní zpracování

Pomocí těchto faktorů současné hodnoty byl proveden výpočet diskontované návratnosti, tedy návratnosti, která vyjadřuje budoucí úspory v dnešních penězích. Princip výpočtu je stanoven tímto algoritmem:

$$\begin{aligned}
 &+ \text{celková roční úspora}^{83} \\
 &- \text{celkové roční mzdové náklady seřizovače robotů} \\
 &- \text{celkové roční náklady na údržbu} \\
 &= \text{celková prostá roční úspora} \\
 &\underline{\hspace{10em}} \\
 &* \text{Faktor současné hodnoty} \\
 &= \text{diskontovaná roční čistá úspora} \\
 &\underline{\hspace{10em}}
 \end{aligned}$$

Podílem celkových investičních nákladů vůči odúročené roční úspoře je stanovena diskontovaná návratnost v letech. Tento výpočet byl proveden pro všechna jednotlivá pracoviště a s ohledem na rozsah výpočtů jsou tyto uvedeny v **příloze č. 9, 10, 11** této práce.

Výsledky sumarizuje následující tabulka.

Tab. č. 14: Diskontovaná čistá návratnost v letech

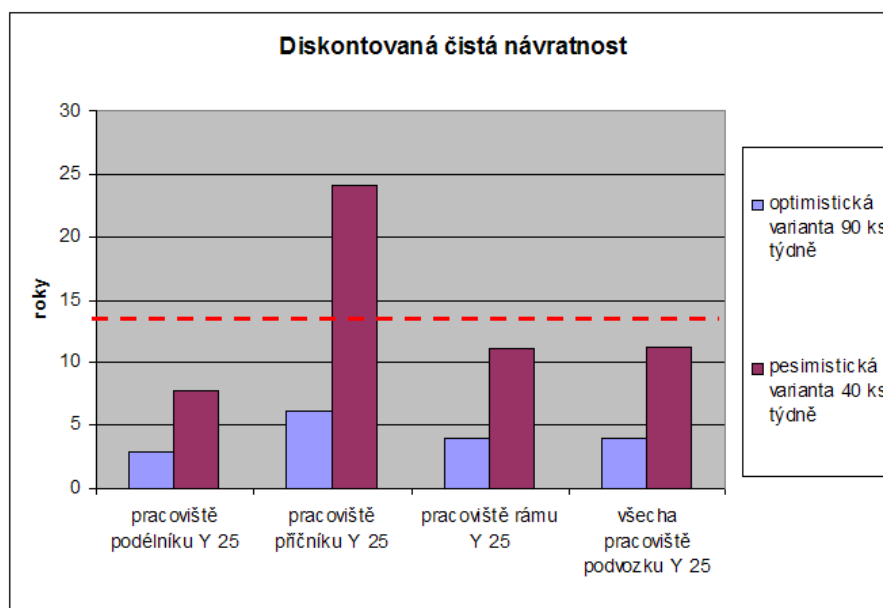
<i>Diskontovaná čistá návratnost v letech</i>	optimistická varianta 90 ks týdně	pesimistická varianta 40 ks týdně
Robotizace pracoviště podélníku Y 25	2,89	7,73
Robotizace pracoviště příčnicku Y 25	6,13	24,17
Robotizace pracoviště rámu Y 25	3,96	11,13
Robotizace všech pracovišť podvozku Y 25	3,91	11,19

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky pro lepší přehlednost zobrazuje graf, ve kterém přerušovaná linie znázorňuje stanovenou životnost v délce 13 let.

⁸³ zahrnuje úsporu na efektivních mzdových nákladech, odpis stávající technologie, alokovanou ostatní výrobní režii a odpočet rozdílu spotřeby energie

Graf č. 9: Diskontovaná čistá návratnost v letech



Zdroj: vlastní zpracování

Výpočty ukázaly, že pro celkovou sestavu je při pesimistické variantě (40 ks týdně) diskontovaná návratnost 11,19 let a při optimistické variantě (90 ks týdně) je návratnost 3,91 let. Nejlepší návratnost investice dosahuje pracoviště podélníků (2,89 let pro optimistickou a 7,73 let pro pesimistickou variantu). Pracovištěm výroby podélníků a sestavy rámu se vymyká pracoviště výroby příčnicků, kdy hodnoty návratnosti při pesimistické variantě dosahují 24,17 let a při optimistické variantě 6,13 let. U tohoto pracoviště je dlouhá návratnost dána malým kapacitním vytížením robotu (při pesimistické variantě vytížení pouhých 18,3 %).

5 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DOPORUČENÍ

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci procesů výroby, konkrétně podvozků drážních vozidel. Důležitým východiskem je pohled na racionalizace moderní průmyslové produkce. V současném podnikatelském prostředí se stále více dostává ke slovu otázka, který podnik dosáhne vyšší konkurenční výhody. Hlavním cílem práce bylo navržení takových racionalizačních opatření tak, aby bylo dosaženo vyšší výrobní kapacity a lepší efektivity, než dosahuje stávající výrobní proces. Dalším hlavním cílem je ekonomicky zhodnotit investiční výdaj na optimalizaci. Téma práce bylo zvoleno s ohledem na znalosti autora z předchozího studia strojního inženýrství, následné praxe ve výrobním podniku a certifikace manažera kvality podle harmonizovaného schématu Evropské společnosti pro kvalitu (EN ISO/IEC 17024), které jsou obohaceny a doplněny poznatky získanými při studiu na Provozně ekonomické fakultě.

Vzhledem k současnému trendu růstu dopravního trhu, na kterém mj. dominuje železniční doprava, především v nákladní přepravě, lze předpokládat růst konkurenčního prostředí v tomto odvětví. Na místě je připravenost flexibilně reagovat na požadavky zákazníků. Firma Legios Loco a.s. za několik málo let expandovala z průměrné tuzemské společnosti na předního výrobce železničních vozů na evropské úrovni. Rychlý rozvoj podniku, těžiště výrobních procesů v ručních technologiích a zároveň růst železničního trhu jsou pádným důvodem hledat potenciály k růstu konkurenční výhody.

Společnost Legios se řadí mezi přední dodavatele v odvětví výroby železničních nákladních vozů, jejich oprav i modernizaci, a v poslední době se zabývá také výrobou a opravami lokomotiv. Legios má v současné době strukturu centrálního řízení a tři výrobních závodů. Celkový počet zaměstnanců kolísá okolo hranice 1 000 pracovníků. Dle P-Q diagramu jde o výrobu malosériovou. Společnost je držitelem řady osvědčení a certifikátů. Některé jsou výsledkem čistě strategického řízení společnosti, jako je certifikace systému managementu kvality a dalších požadavků na integrovaný systém managementu. Jiné jsou klíčovými kvalifikačními předpoklady pro dodavatele drážních vozidel v jednotlivých zákaznických zemích.

Flexibilní podniky nutně přijímají přístupy moderní teorie řízení a do popředí se dostává nutnost strategického přístupu k managementu podniku. Jedním z pilířů těchto přístupů je proces neustálého hledání slabých míst a potenciálů ke zlepšování. Tím lze dosáhnout vyšší přidané hodnoty, konkurenční výhody a konečně i uspokojení všech

zájmových skupin. Legios dlouhodobě pracuje na svém vnitřním systému řízení a přijímá za svou filosofii přístup podle principů ISO 9001. V posledních pěti letech rozšířila systém managementu kvality o procesy environmentálního managementu i řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a respektuje tak společenskou odpovědnost.

Tlak zákazníků, navyšování výrobních kapacit a potřeba dosahovat co nejvyšší ekonomické efektivity logicky vyústilo v identifikaci slabých míst a potřeby pokusit se je optimalizovat, modernizovat a předně zhodnotit efektivitu potenciální investice. Z tohoto důvodu se autor zaměřil na pracoviště výroby rámu podvozků, které je kapacitně úzkým místem celého výrobního toku. Při vypracování práce byly použity metody sběru informací, jejich analýza, srovnání, empirické pozorování, měření, syntéza údajů a indukce resp. dedukce o získaných poznatcích.

Výroba patří mezi stěžejní procesy průmyslových podniků, neboť zahrnuje klíčové činnosti, které mají přidanou hodnotu. Ve společnosti Legios jsou stěžejním výrobním postupem procesy svaření. Svařování má obecně rozsáhlé a různorodé uplatnění v průmyslové výrobě při výrobě součástí, jejich skupin, nebo stavebních konstrukcí z polotovarů hutní výroby a uplatňuje se také v opravárenství. Metody lze rozdělit podle stupně mechanizace na ruční, mechanizované, automatizované, automatické a robotizované. V Legiosu není dosud implementována žádná automatizovaná svařecí technologie a svařovací procesy se realizují ručně. K samotnému svařování je využita oblouková technologie v ochranné atmosféře MAG za využití aktivního směsného plynu Argon + CO₂.

V souvislosti s manuálně realizovanými procesy svařování ve spol. Legios byl zohledněn vliv lidského faktoru na pracovní výkon, kde se ukazuje, v souladu s teoretickými poznatky, rozdíl výkonnosti na denní, odpolední a noční směně. S ohledem na náročnou manipulaci a tok materiálu bylo reflektováno také uspořádání výroby. Podsestavy se vyrábí v jiných halách než celková sestava. Uspořádání pracovišť má s ohledem na malosériovou výrobu převážně technologický charakter. Tento fakt výrazně ovlivňuje plynulost toku materiálu a prodražuje výrobní proces.

Hlavním cílem práce je optimalizace výroby. K jeho naplnění bylo nejprve potřeba vymezit teoretická východiska racionalizace. Cílem racionalizace je dosáhnout, za využití dostupných poznatků, experimentálních studií a logického uvažování, maximálního ekonomického efektu (výstupů) s minimální spotřebou vstupů do procesu. Mezi klíčové

vstupy lze zařadit spotřebu času, prostoru, materiálu, energie a práce. Racionalizační projekt si klade za cíl minimalizovat jakýkoliv z osmi druhů plýtvání a dosáhnout co nejlepší efektivity procesů. Takových změn je možné dosáhnout buď průběžným zlepšováním po malých krocích nebo naopak skokovými projekty. K tomu lze definovat inovační řády (škála 0-7), které rozlišují míru této změny od pouhého obnovení původních kvalit, až po zcela nový rod. Podle toho se změny provádí jednoduchými kontinuálními projekty, nebo radikálním skokovým procesem. V případě navrhovaného řešení automatizace výrobních procesů svařování se jedná o inovaci třetího řádu. Téma trvalého zlepšování procesů je akcentováno již v samotné politice kvality spol. Legios, která přijímá proces neustálého zlepšování za podstatný a trvalý cíl, který je podporován na všech úrovních podniku.

Základním přístupem jakéhokoli procesu zlepšování je postup „PDCA“, který je možné podle ISO 9001 aplikovat na libovolný proces. Norma ISO 9004 pak doplňuje řadu návodů, konkrétních modelů a doporučení k inovativnímu pojetí řízení podniku. Ve vztahu k optimalizaci, inovaci a efektivitě procesů byla v této práci použita metoda časových studií, které se uplatňují se jako diagnostická a srovnávací metoda založená na sběru informací z pozorování. Konkrétně byla využita technika výběrové chronometrace s aritmetickým průměrem. Vzhledem k dlouhým výrobním časům bylo provedeno šetření na pěti kusech.

Zkoumané výrobní pracoviště výroby rámců podvozků je specifické manuální náročností i kvalitativními požadavky na proces. Jde o dlouhé nepřetržité ruční svařování. Svařování se realizuje výhradně ruční manuální činností za pomoci jeřábů a manipulačních přípravků. Svařování, jako proces, se řadí mezi tzv. zvláštní procesy, jejichž výsledky nelze úplně ověřit následnou kontrolou a zkoušením. Proto musí být prováděny v řízeném režimu dle dokumentovaných postupů, aby bylo dosaženo stanoveného způsobilosti. Vzhledem k tomu, že svařování patří mezi zvláštní procesy, musí být nad touto činností prováděn patřičný dozor. Předností Legiosu je bezesporu vlastní svářečská škola, svářecí dozor a pracovníci certifikovaní pro defektoskopické zkoušení.

S ohledem na trendy ve výrobě svařovaných konstrukcí, byla první volba hledání varianty automatizovaného sváření. Navrženým opatřením optimalizace je tedy vytvořit automatizované pracoviště s využitím průmyslových robotů. Robotika je obor, jehož vznik se datuje do let 1959-1961, kdy vznikaly první průmyslově využitelné prototypy. Je

založena na výsledcích mnoha vědních oborů, které se nachází neustále v etapě rychlého vývoje. Rozvoj využití průmyslových robotů od jejich vzniku neustále roste a dramatický rozvoj zaujímá v posledních deseti letech.

Aby výroba svařovaných dílů byla ekonomicky co nejvíce rentabilní, sahají stále častěji konkurenční producenti po náhradě ruční práce pomocí automatizovaných systémů. Roboty nahrazují lidskou práci a navíc jsou univerzální, přeprogramovatelné a dosahují díky stabilitě procesu vyšší kvality produktu. Kromě uvedených zhodnocení je nezanedbatelný aspekt zvýšení podnikové prestiže v konkurenčním odvětví.

Stěžejním ekonomickým předpokladem je navrhnout a analyzovat výrobní procesy tak, aby byl pro daný objem výroby nalezen optimální výrobní postup dosahující co nejlepší rentability. Proto byly na základě technologického předpisu vytipovány dlouhé, a na provedení náročné svary, na podsestavách - příčnick Y 25 a podélník Y 25 a také na výrobě sestavy rámu podvozku Y 25. Byla provedena časová studie. Zjištěné časy ruční práce jsou:

- podélník Y 25 = 84 minut
- příčnick Y 25 = 82 minut
- rám podvozku Y 25 = 210 minut

Nepřehlédnutelným aspektem ruční výroby analyzované produkce je skutečnost, že kvalifikovaný svářeč je na trhu práce velmi žádanou profesí. Cena této profese díky poptávce roste a dostupnost klesá. Právě proto je perspektivním východiskem využití nejnovějších robotizovaných technologií, které zcela eliminují tyto limity lidského faktoru i faktoru trhu práce. Na základě studie podmínek na pracovišti bylo navrženo zařízení řady QIROX, konkrétně model robotu QRC 350 s manipulátorem a zdvojeným pracovištěm pro úsporu časů na manipulaci a upínání. Tento robot byl navržen na všechna tři pracoviště, jde tedy o investici do tří robotů.

Robotizované pracoviště je schopno dosáhnout těchto časů:

- podélník Y 25 = 42 minut
- příčnick Y 25 = 41 minut
- rám podvozku Y 25 = 90 minut

Výrobní kapacita se tak automatizací oproti ručnímu procesu zvýší o více než 100%.

Celkové investiční náklady představují 23 140 026,- Kč a úspora na 1 kus celé sestavy rámu Y 25 je vyčíslena na 1 511,- Kč. Pro návrh byla stanovena pesimistická varianta, která uvažuje kapacitu výroby 40 ks týdně, a optimistická varianta předpokládající navýšení kontraktů na výrobu až na 90 ks týdně. Životnost robotů udává výrobce přes 20 let, bylo však kalkulováno, mj. s ohledem na rychlý rozvoj technologií, pouze s životností 13 let. Metodou kalkulace nákladů byla stanovena sazba hodinové úspory ve výši 370,- Kč. Byly stanoveny investiční náklady na jednotlivá pracoviště a také zohledněny další vstupující faktory, jako je údržba, rozdíl ve spotřebě energie, odpis technologií a mzdové náklady na seřizovače robotů včetně meziročního růstu mzdy ve výši 2%. Dále byla stanovena úroková sazba ve výši 4%, která pokryje úrok z financování investice úvěrem a meziroční inflaci.

Navazuje výpočet úspory, která plyne ze srovnání stávající a návrhové technologie. V dalším kroku byly ověřeny výrobní kapacity a následují výpočty bodu zvratu v absolutním počtu vyrobených kusů a vyhodnocení prosté návratnosti.

Stěžejním pohledem na ekonomické vyhodnocení racionalizačního záměru je výše uvedené výsledky podrobit vlivu času, tzn. čisté výnosy odúročit. K tomu byl použit faktor současné hodnoty podle zvolené úrokové míry. Podílem celkových investičních nákladů vůči odúročené čisté roční úspoře je stanovena diskontovaná návratnost v letech.

Výpočty ukázaly, že pro celkovou sestavu je při pesimistické variantě (40 ks týdně) diskontovaná návratnost 11,19 let a při optimistické variantě (90 ks týdně) je návratnost 3,91 let. Nejlepší návratnost investice dosahuje robotizace pracoviště podélníků (2,89 let pro optimistickou a 7,73 let pro pesimistickou variantu). Pracovištěm výroby podélníků a sestavy rámu se vymyká pracoviště výroby příčnicků, kdy hodnoty návratnosti při pesimistické variantě dosahují 24,17 let a při optimistické variantě 6,13 let. U tohoto pracoviště je dlouhá návratnost dána malým kapacitním vytížením robotu (při pesimistické variantě vytížení pouhých 18,3 %).

Shrnutím celé práce je doporučení k realizaci. Nejprve musí obchodní oddělení podniku důkladně prověřit výhled produkce alespoň v horizontu pěti let a pokud možno uzavřít se zákazníky rámcové smlouvy. Podle těchto kontraktů lze odvozovat skutečné kapacitní vytížení robotů. Nejeftektivnější investice bude v každém případě do pracoviště výroby podélníků (robot č. 1), kde by i při pesimistické variantě návratnost dosáhla 7,73

let, což je z ohledem na udávanou životnost 20 let perspektivní příležitostí přes to, že vedení podniku požaduje návratnost pěti let. Toto opatření autor doporučuje k realizaci.

Dále lze doporučit k realizaci investici do pracoviště výroby celé sestavy rámu podvozku (robot č. 2) při optimistické variantě (návratnost 3,96 let), která však předpokládá navýšení kontraktů. U pracoviště výroby příčnicku je na zvážení, zda nesetrvat u ručního svařování nebo hledat pro robot ještě alternativní uplatnění, neboť zařízení má kapacitní vytižení při optimistické variantě pouze 41,2%. K tomu je třeba doplnit, že využitím automatizovaných procesů všech tří pracovišť by podle předběžné analýzy bylo možné sloučit výrobu do prostor jedné výrobní haly, čímž by došlo k další úspoře výrobní plochy, skladování, přepravy a manipulace. Tato polemika naznačuje vhodnost podrobného rozpracování problematiky výrobní logistiky a optimalizace materiálového toku. To však přesahuje rámec této práce a může být vhodným tématem dalšího samostatného projektu.

Závěrem autor uvádí ve vazbě na optimalizaci a trvalé zlepšování některá doporučení pro analyzovaný podnik a jeho procesy. Podnik uplatňuje zásady moderního řízení. V přístupu k trvalému zlepšování využívá společnost přístupu PDCA. Autor však postrádá bližší metodiku pro realizaci kontinuálních změn nebo rozsáhlých inovačních projektů. Zlepšování po drobných krocích spočívá ponejvíce v reflexi na zákaznické a interní neshody nebo se upíná k oblastem, které jsou pod drobnohledem z důvodu zájmu vrcholového vedení anebo jsou v gesci manažera kvality (stanovené cíle). Větší inovační projekty pak znamenají angažovanost spíše jednotlivců na úrovni konkrétních úseků, jejich prosazení a realizace se odvíjí od „prostoru“, který si sami u představenstva prosadí a obhájí. Chybí též aktivnější práce s daty. K dispozici je mnoho dat, avšak tyto informace slouží jen v malé míře ke sledování vývoje trendů, vyhodnocení statistickými metodami a identifikování slabých míst.

Autor navrhuje posílení týmové práce a projektového managementu. Vhodné by bylo rozšířit procesy o investiční management a ustanovit komisi pro zlepšování, kde bude zastoupen každý úsek podniku. Při plánování a stanovování cílů by bylo inspirativní vycházet z modelu osmi druhů plýtvání. Vhodné by bylo lépe využívat práce s daty a přístupy pro trvalé zlepšování Kaizen. Zde lze doporučit právě metody časových studií,

využití popisné statistiky, studia trendů, paretovo analýzu, 8D přístup⁸⁴, metodu 5P⁸⁵, diagram příčin a následků, ale také filozofii J-I-T⁸⁶ resp. štíhlý podnik apod..

Vyhlášení celopodnikového programu zlepšovacích návrhů, a přidělení finanční odměny za realizovaný návrh, by mohlo vnést motivační faktor do celého pracovního kolektivu a zároveň podpořit přístup TQM⁸⁷, kdy se každý pracovník podílí na kvalitě a tím i efektivitě procesů. Optimalizace skladových ploch, resp. provozních skladů, je s ohledem na problematiku manipulaci s robustními výrobky specifické téma, a bylo by vhodné zpracovat samostatnou studii, neboť tato problematika přesahuje rámec diplomové práce.

⁸⁴ Metoda osmi disciplín, která vznikla v automobilovém průmyslu jako nástroj pro řešení nápravných a preventivních opatření

⁸⁵ 5x Proč? - metoda hledání kořenu příčin vad a nedostatků

⁸⁶ Just in time, jde o metodu zvyšující produktivitu práce, která se opírá o hlavní faktoru času filosofie "ve správný čas na správném místě"

⁸⁷ Total quality management - zapojení všech pracovníků do zabezpečování kvality a trvalého zlepšování

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo navrhnout optimalizaci výrobního procesu tak, aby bylo dosaženo vyšší výrobní kapacity a efektivity, než dosahují stávající technologie, a tento návrh ekonomicky zhodnotit. Studie byla provedena ve společnosti Legios Loco a.s., která se řadí mezi přední dodavatele v odvětví výroby, modernizace a oprav železničních vozů. Ve společnosti se realizuje výroba převážně manuálními procesy, zejména dělením a svařováním hutních polotovarů. Produkce má malosériový charakter a ve svých třech provozovnách zaměstnává okolo 1 000 pracovníků. Legios je držitelem řady odvětvových osvědčení a certifikátů a uplatňuje systém řízení podle principů ISO 9001 a navazujících normativů pro integrované systémy řízení.

V práci se autor zaměřuje na pracoviště výroby rámu podvozků, které je z pohledu dosahovaných kapacit úzkým místem celého výrobního toku. Při vypracování práce byly použity metody sběru informací, jejich analýza, srovnání, empirické pozorování, měření, syntéza údajů, výpočty a indukce resp. dedukce získaných poznatků.

Výrobní procesy zkoumaného pracoviště probíhají ručním svařováním obloukovou metodou v aktivní ochranné atmosféře. Byla provedena časová diagnostika stávající technologie pomocí metody výběrové chronometráže. V potaz byly vzaty aspekty lidského faktoru na dosahovanou výkonnost a kvalitu i vliv materiálového toku mezi pracovišti.

Podnik akcentuje potřebu trvalého zlepšování v samotné politice kvality jako svůj podstatný a trvalý cíl. Uplatňuje přístup "PDCA" a stanovuje SMART cíle. Přesto není ve společnosti dosud využita automatizovaná technologie. U výroby rámu podvozků Y 25, který sestává z příčnicku Y 25 a dvou podélníků Y 25, je klíčovým výrobním postupem dlouhé nepřetržité ruční svařování, které se řadí mezi zvláštní procesy a je nad nimi realizován patřičný svářečský dozor i defektoskopická kontrola certifikovaným personálem.

Vzhledem k trendům v konkurenčním odvětví bylo navrženo automatizované sváření za využití průmyslových robotů. Tyto roboty nahrazují lidskou práci, jsou univerzální, přeprogramovatelné, dosahují značně vyšší produktivity i jakosti svarů. Byl navržen svářecí robot QRC 350 s manipulátorem. Porovnáním výsledků časové studie a návrhu automatizovaných procesů bylo zjištěno, že lze docílit navýšení kapacit o více než 100%. Celkové investiční náklady představují 23 140 026,- Kč a úspora na jeden celkový kus byla vyčíslena na 1 511,- Kč. K provedení ekonomického hodnocení byla stanovena

optimistická a pesimistická varianta (40 / 90 ks týdně). Byla vyčíslena čistá úspora hodinovou sazbou. Zahrnuty jsou dále odpisy, mzdové náklady s meziročním růstem 2%, náklady na údržbu zařízení a úroková míra ve výši 4%. Následuje výpočet bodu zvratu a prosté návratnosti. Dosažená návratnost byla podrobena faktoru současné hodnoty, aby se stanovila čistá diskontovaná návratnost racionalizační investice.

Výpočty ukázaly, že pro celkovou sestavu je při pesimistické variantě diskontovaná návratnost 11,19 let a při optimistické variantě je návratnost 3,91 let. Nejlepší návratnost investice dosahuje robotizace samostatného pracoviště podélníků Y 25 (2,89 let pro optimistickou a 7,73 let pro pesimistickou variantu). Naopak nejhorší výsledky se ukázaly u pracoviště výroby příčniců Y 25, u kterého je dlouhá návratnost dána malým kapacitním vytížením robotu. Životnost zařízení byla uvažována s ohledem na rychlý rozvoj průmyslové robotiky v délce 13 let (výrobce udává přes 20 let). Investici lze doporučit do pracoviště výroby podélníků Y 25 (robot č. 1), která je s ohledem na udávanou životnost perspektivní příležitostí. Dále lze doporučit k realizaci investici do pracoviště výroby celé sestavy rámu podvozku Y 25 (robot č. 3) při optimistické variantě (návratnost 3,96 let), která však při pesimistické variantě již předpokládá navýšení kontraktů. U pracoviště výroby příčniců Y 25 (robot č. 2) je na zvážení, zda nesetrvat u ručního svařování nebo hledat pro robot ještě alternativní uplatnění, neboť zařízení má kapacitní vytížení i při optimistické variantě pouze 41,2%. Využitím automatizovaných procesů všech tří pracovišť by však bylo možné sloučit výrobu do prostor jedné výrobní haly, čímž by došlo k další úspoře výrobní plochy, skladování, přepravy a manipulace. Bylo by vhodné zpracovat samostatnou studii, neboť tato problematika přesahuje rámec diplomové práce.

Nezbytným faktorem pro rozhodnutí o investici bude skutečné vytížení kapacit robotů, které se odvíjí od výhledu produkce. V tomto ohledu činí aktivní kroky obchodní oddělení společnosti s cílem uzavřít rámcové kontrakty. Pozitivním hlediskem robotizace procesů je mimo dosažené efektivity a eliminace lidského faktoru také prestiž v odvětví, tedy celkové posílení konkurenční výhody.

Komplexní shrnutí teoretické i praktické části je uvedeno v kapitole č. 5 této práce. V samotném závěru této kapitoly navrhuje autor několik doporučení pro analyzovaný podnik a jeho procesy ve vazbě na optimalizaci a trvalé zlepšování. Vychází při tom z vlastních zkušeností ve výrobní praxi coby certifikovaný manažer kvality, doplněnými o poznatky získanými studiem na Provozně ekonomické fakultě a během diplomní praxe.

7 SEZNAM LITERATURY

Knižní zdroje

1. ČUJAN, Zdeněk, MÁLEK, Zdeněk. *Výrobní a obchodní logistika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.
2. DRASTÍK, František, a kol. *Strojnická příručka: vývoj, výpočty, konstrukce, technologie, výroba*. Praha: Dashöfer, 2002, svazky na volných listech. ISSN 1801-7991.
3. CHLEBORÁD, Petr. *Využití časových studií v systému řízení jakosti*. Bakalářské práce. Plzeň: 1999, 29 s., ZČU v Plzni, Fakulta strojní
4. JURIŠICA, Ladislav, HUBINSKÝ, Peter, KARDOŠ, Ján, *Robotika*. Bratislava: 1. vyd., 2005, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave, 134 s.
5. KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, 88 s. ISBN 80-7043-364-7
6. KOUKAL, Jaroslav, ZMYDLENÝ, Tomáš. *Svařování I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005, 133 s. ISBN 80-248-0870-6
7. KOŠTURIÁK, Ján, FROLÍK, Zbyněk. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
8. KRAUS, Jiří, PETRÁČKOVÁ, Věra. *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*. Praha: Academia, 2001 dotisk, 834 s. ISBN 80-200-0982-5
9. LENC, J., *Optimalizace prostorového uspořádání pracoviště*, Plzeň 2012, 73 s., Diplomová práce, ZČU v Plzni, Fakulta ekonomická
10. MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7
11. NĚMEC, Vladimír, *Projektový management*, první 2002, Grada, Praha, 138 s. ISBN 80-247-0392-0
12. NĚMEJC, Jiří. *Projektování a výstavba strojírenských podniků: učební text pro obor ekonomika a řízení strojírenské výroby*. 1. vyd. Plzeň: Vysoká škola strojní a elektrotechnická, 1986, 181 s.
13. PRUDKÝ, Jan. *Teorie a metodika svařování*. Praha: 2. vyd., 1986. Ediční středisko Českého vysokého učení technického, 143 s. ČVUT Fakulta strojní.
14. ŘÍMOVSKÁ, Pavla. *Metodické postupy v projektování podnikatelských projektů: teoretické přístupy a praktické návody k aplikaci*. Vyd. 2. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2008, 252 s. ISBN 978-80-213-1828-1.

15. SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory*. Ostrava: 1. vyd., 2007, Ediční středisko Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 260 s. ISBN 978-80-248-1522-0
16. ŠIŠKOVÁ, V., *Design pracovního prostředí a jeho vliv na výkonnost pracovníka*. Zlín: Disertační práce, 2014, 122 s. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky
17. TICHÁ, Ivana, HRON, Jan. *Strategické řízení*. Praha: 1. vyd., 2014. Česká zemědělská univerzita v Praze, 235 s. ISBN 978-80-213-0922-7.
18. ZÍDKOVÁ, Helena, ZVONEČEK, František. *Jakost - styl života pro třetí tisíciletí*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2001, 139 s. ISBN 80-7082-720-3

Normy

1. ČSN EN ISO 9001 *Systémy managementu kvality - požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 55 s.
2. ČSN EN ISO 9004 *Řízení udržitelného úspěchu organizace - Přístup managementu kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 71 s.

Vnitropodnikové zdroje:

1. LOSTR A.S., *135 let železničního opravárenství v Lounech a 10 let výroby vagonů*. Louny: Digon spol. s.r.o., 2008, 71 s. ISBN 978-80-87019-09-2
2. LEGIOS A.S., *Příručka kvality QL-1*, Louny, 2014, vyd. 2 z 10/2014
3. LEGIOS A.S., *Soubor vnitropodnikové dokumentace – směrnice*, Louny, 2015
4. Řízené rozhovory s pracovníky společnosti Legios Loco a.s.

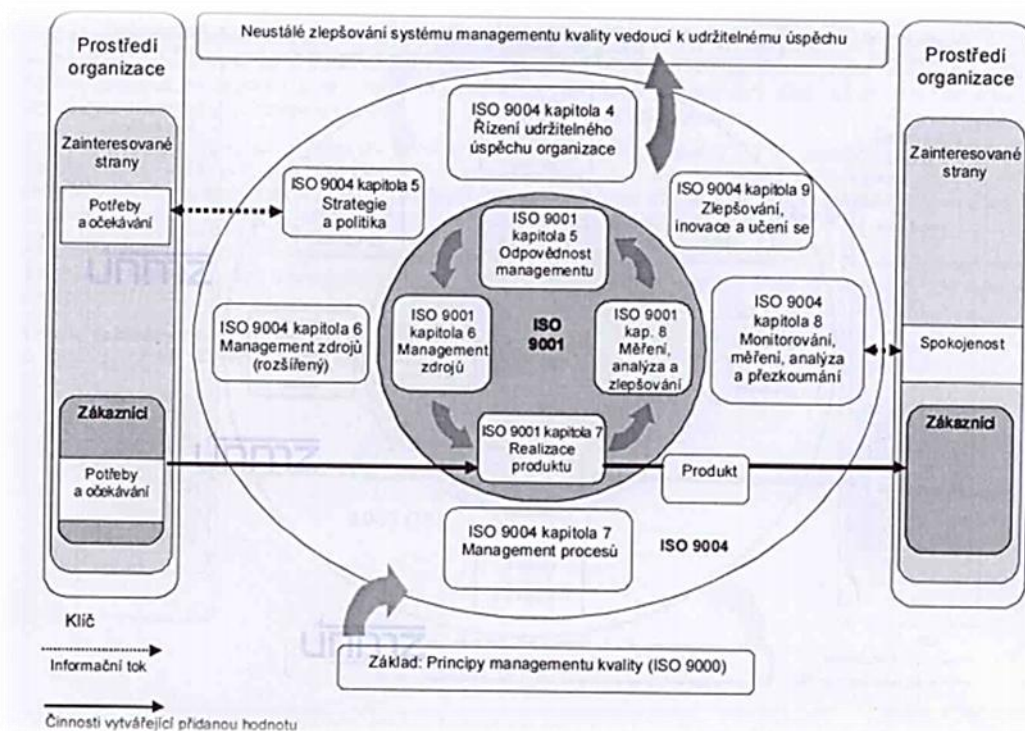
Internetové zdroje:

1. CLOSS SCHWEISSTECHNIK, *internetové stránky*, [online]. [cit. 2015-10-26], dostupné z: <http://www.cloos.de>
2. FANUC, *Průmyslové roboty*, [online]. © 2015 [cit. 2015-11-03] Dostupné z <http://www.fanuc.eu/cz/cs/roboty>
3. HLAVATÝ, Ivo, *Teorie a technologie svařování*, [online]. © 2015 [cit. 2015-11-02] Dostupné z <http://homen.vsb.cz/~hla80/2009Svarovani/indexs.htm>
4. *International federation dor robotics* [online]. © 2015 [cit. 2015-11-03] Dostupné z: <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>
5. KOUDELA, Vladimír, *Efektivnost investic a jejich financování* [online]. © 2015 [cit. 2015-11-02] Dostupné z <http://fast10.vsb.cz/koudela/Ei>

6. LEGIOS A.S., *Internetová prezentace společnosti LEGIOS* [online]. © 2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.legios.eu>
7. MANAGEMENT MANIA, *Podnikový proces* [online]. © 2015 [cit. 2015-09-22] dostupné z <https://managementmania.com/cs/business-process-podnikovy-proces>
8. NOVÁK, Josef, ŠLAMPOVÁ, Pavlína, *Racionalizace výroby*. Ostrava 2007. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, učební text, s. 72, [online]. [cit. 2015-11-04], dostupné z <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>
9. *Quality systems* [online]. 2015 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://members.iinet.net.au/~amelia/images/PDCA.jpg>.
10. UNIVERZITA ONLINE, *Psychologie v ekonomické praxi* [online]. © 2015 [cit. 2015-09-21]. Dostupné z: <http://www.univerzita-online.cz/kategorie/mng/psychologie-v-ekonomicke-praxi/page/2/>
11. TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, *Svařování metodou MIG a MAG*, VŠB [online]. © 2015 [cit. 2015-11-03], dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~hla80/2009Svarovani/07-08-131-135.pdf>
12. UNIVERZITA ONLINE, *Psychologie v ekonomické praxi* [online]. © 2015 [cit. 2015-09-22] dostupné z <http://www.univerzita-online.cz/kategorie/mng/psychologie-v-ekonomicke-praxi>
13. VAVRUŠKA, Jan, *Analýza a měření práce, Systémy předem určených časů*. Liberec Technická univerzita v Liberci, [online]. [cit. 2015-11-04] dostupné z: http://educom.tul.cz/educom/inovace/VSY_II/

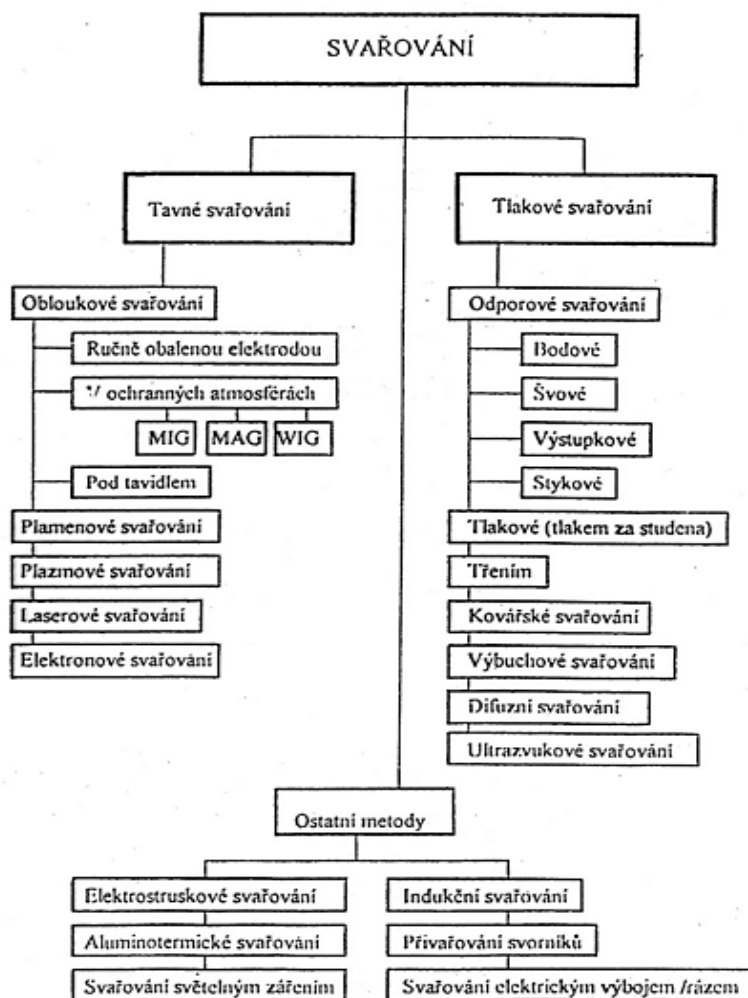
8 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 Rozšířený model procesně orientovaného systému managementu kvality



Zdroj: ČSN EN ISO 9004 Řízení udržitelného úspěchu organizace - Přístup managementu kvality, s. 7

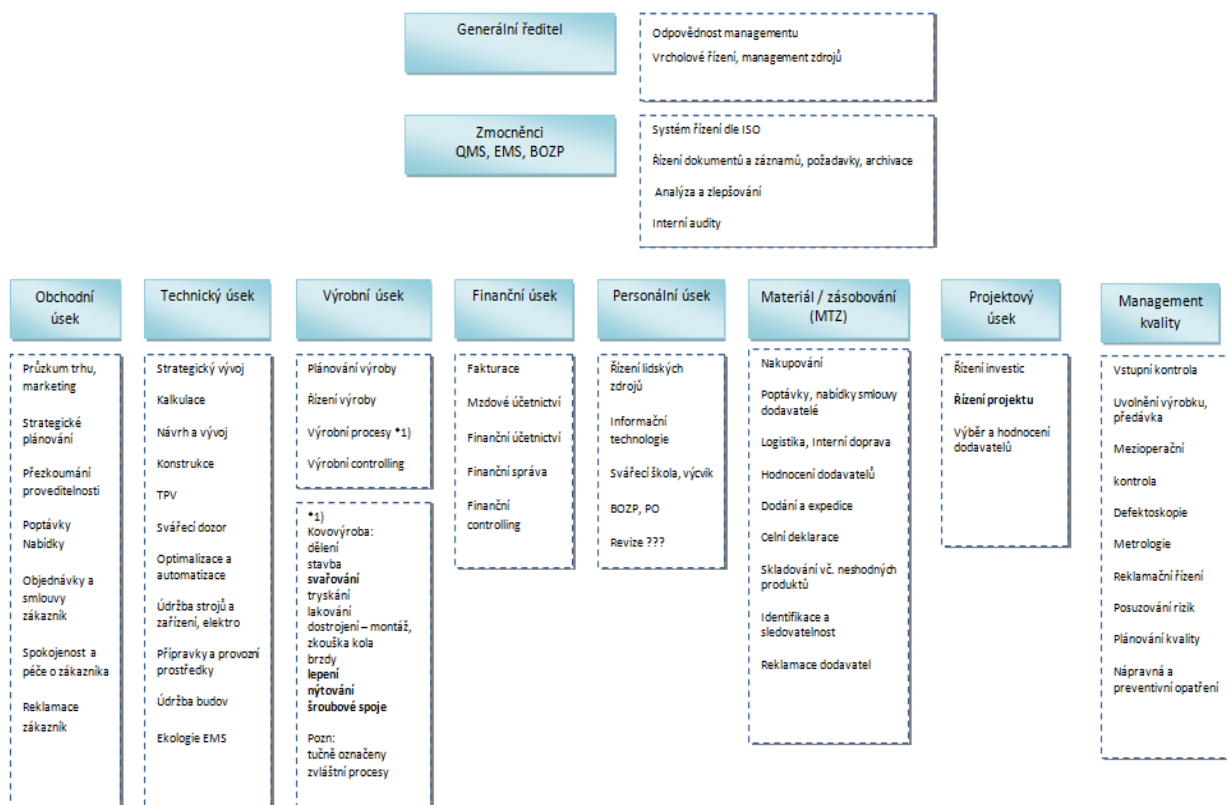
Příloha č. 2: Přehled metod svařování



Zdroj: HLAVATÝ, I., *Teorie a technologie svařování*, online [cit. 2015-11-03]

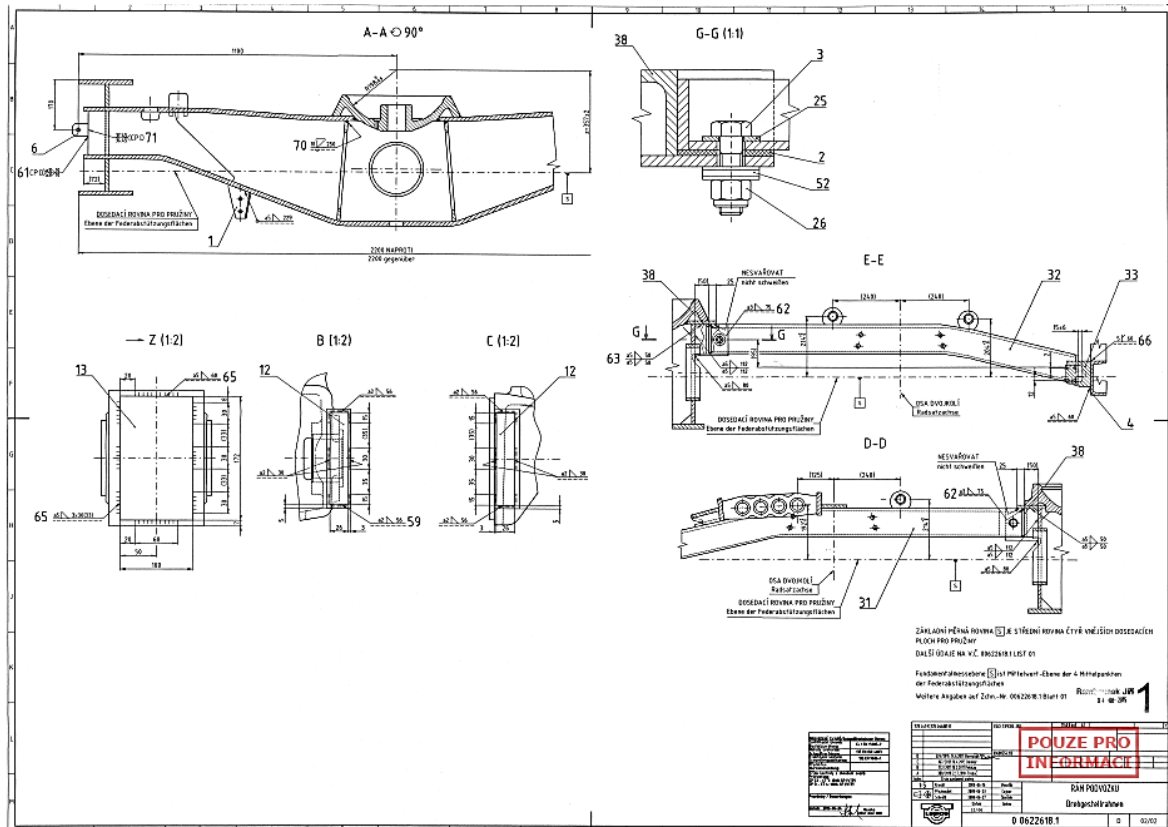
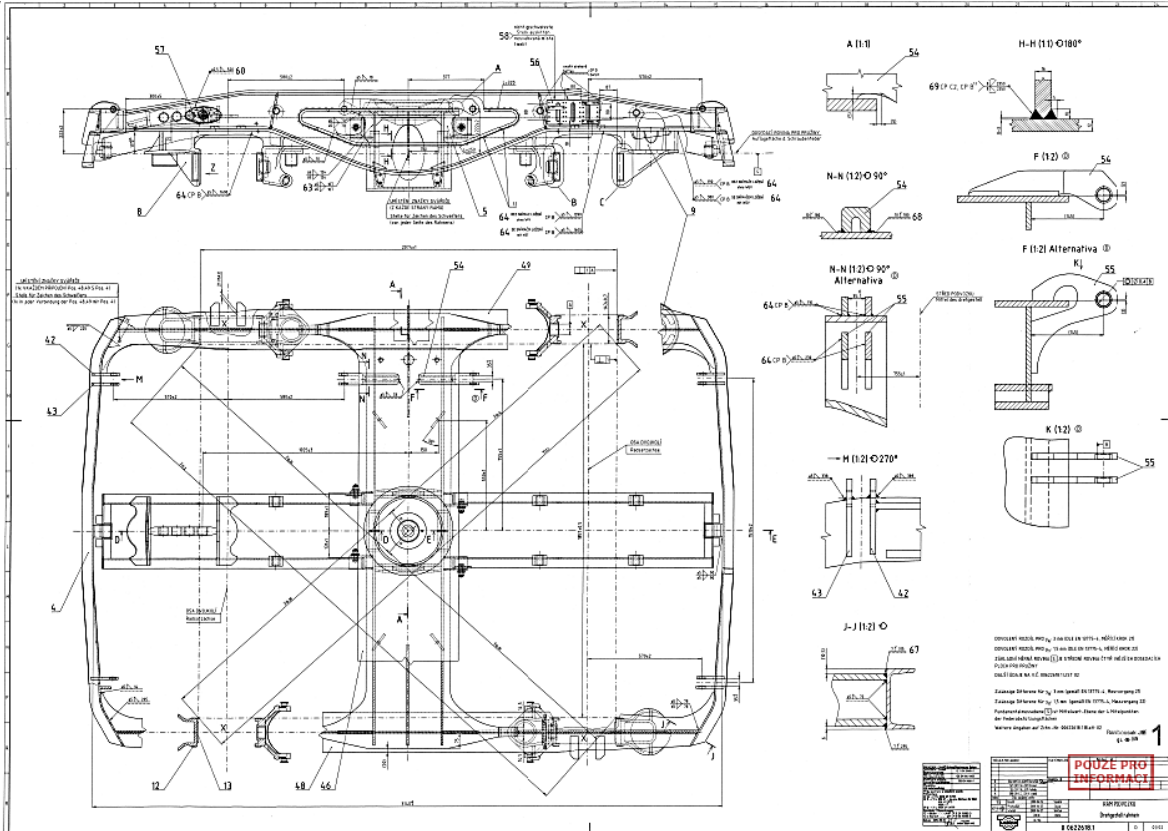
Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~hla80/2009Svarovani/indexs.htm>

Příloha č. 3: Procesy společnosti Legios podle úseků



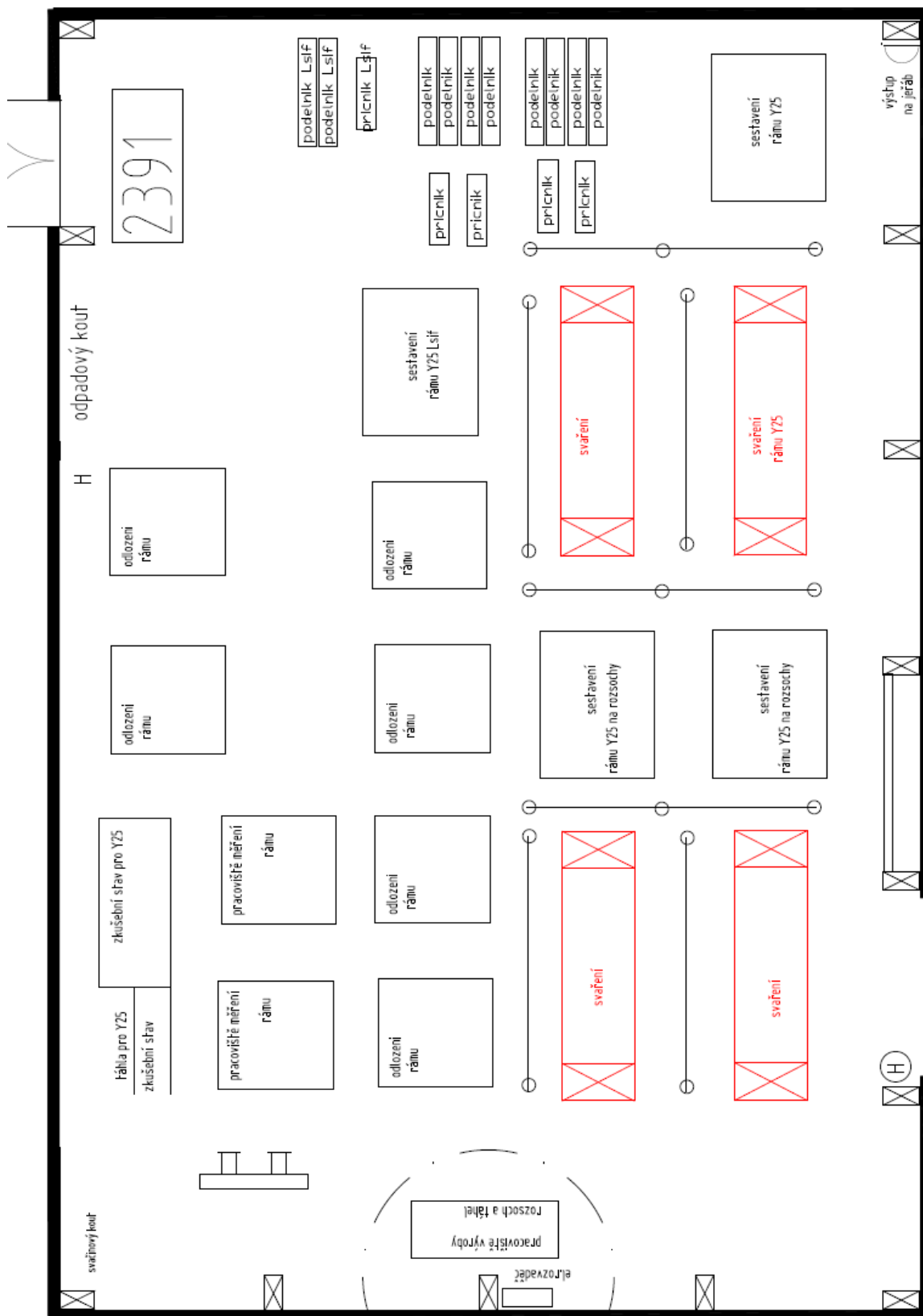
Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha č. 4: Technický výkres sestavy rámu podvozku Y 25



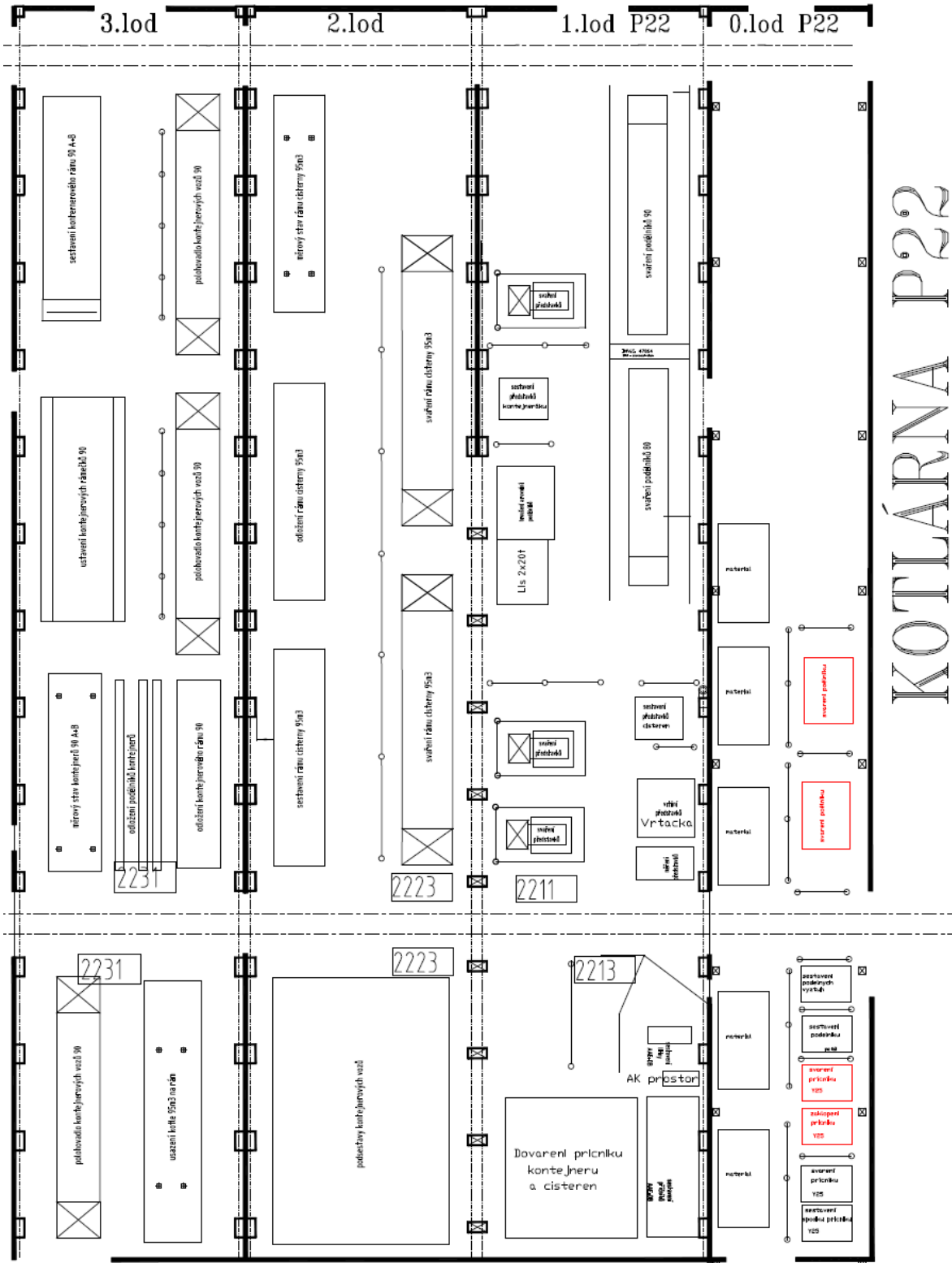
Zdroj: Interní materiály společnosti Legios

Příloha č. 5: učňovka – provoz sváření rámu podvozků



Zdroj: Interní materiály společnosti Legios

Příloha č. 6: kotlárna – provoz sváření příčníků a podélníků



Zdroj: Interní materiály společnosti Legios

Příloha č. 7: Požadavky na kvalitu svařování rámu podvozku Y 25

Kontrola přípravy svarových ploch před svařením:

- 100% kontrolu provádí dělník, který díl sestavuje, a namátkově 10% provozní svářečský dozor a pracovník OTK
(může být zpřísněný požadavek na 100% kontrolu pracovníkem OTK)

Kontroluje se:

- úkosy - úhel zkosení, výška otupení, kvalita úkosových ploch
- rozměry po sestavení - šířka kořenové mezery, úhlové a délkové rozměry
- čistota svarových ploch
- kvalita stehů (dle EN ISO 5817)
- teplota předehřevu: termokřídou

Kontrola se provádí běžným vizuálním posouzením a pomocí vhodných měřidel nebo šablon.

požadavky na kvalitu svarových spojů

- kvalita svarů je hodnocena dle EN ISO 5817:

stupeň B - pro svary zatříděné do CP B

stupeň C - pro svary zatříděné do CPC2 a CPC3

stupeň D - pro svary zatříděné do CP D

- třídy provedení svarů: CPB, CPC2, CPC3 a CPD (EN 15085-3) jsou uvedeny na výkresech a v: Seznam svarů a WPS - 2.13.0026 rev.3 (příloha č. 1)

Kvalitu svarů kontroluje 100% svářeč a provozní svářečský dozor na dílně.

Kontrola se provádí běžným vizuálním posouzením a pomocí vhodných měřidel nebo šablon.

d) NDT kontrola svarových spojů (VT, PT, UT)

- rozsah NDT kontrol je uveden v měrovém listu B001-00-5400

1) VT

třída provedení svarů CPB

- třída kontroly CT2(EN 15085-5)

- kvalita svarů dle EN ISO 5817: B

- 100% VT provádí pracovník s kvalifikací dle EN ISO 9712 (EN 473) - zkouška musí být dokladována

třída provedení svarů CPC2

- třída kontroly CT3 (EN 15085-5)

- kvalita svarů dle EN ISO 5817: C

- 100% VT provádí pracovník OTK -záznam do průvodek

třída provedení svarů CPC3 a CPD

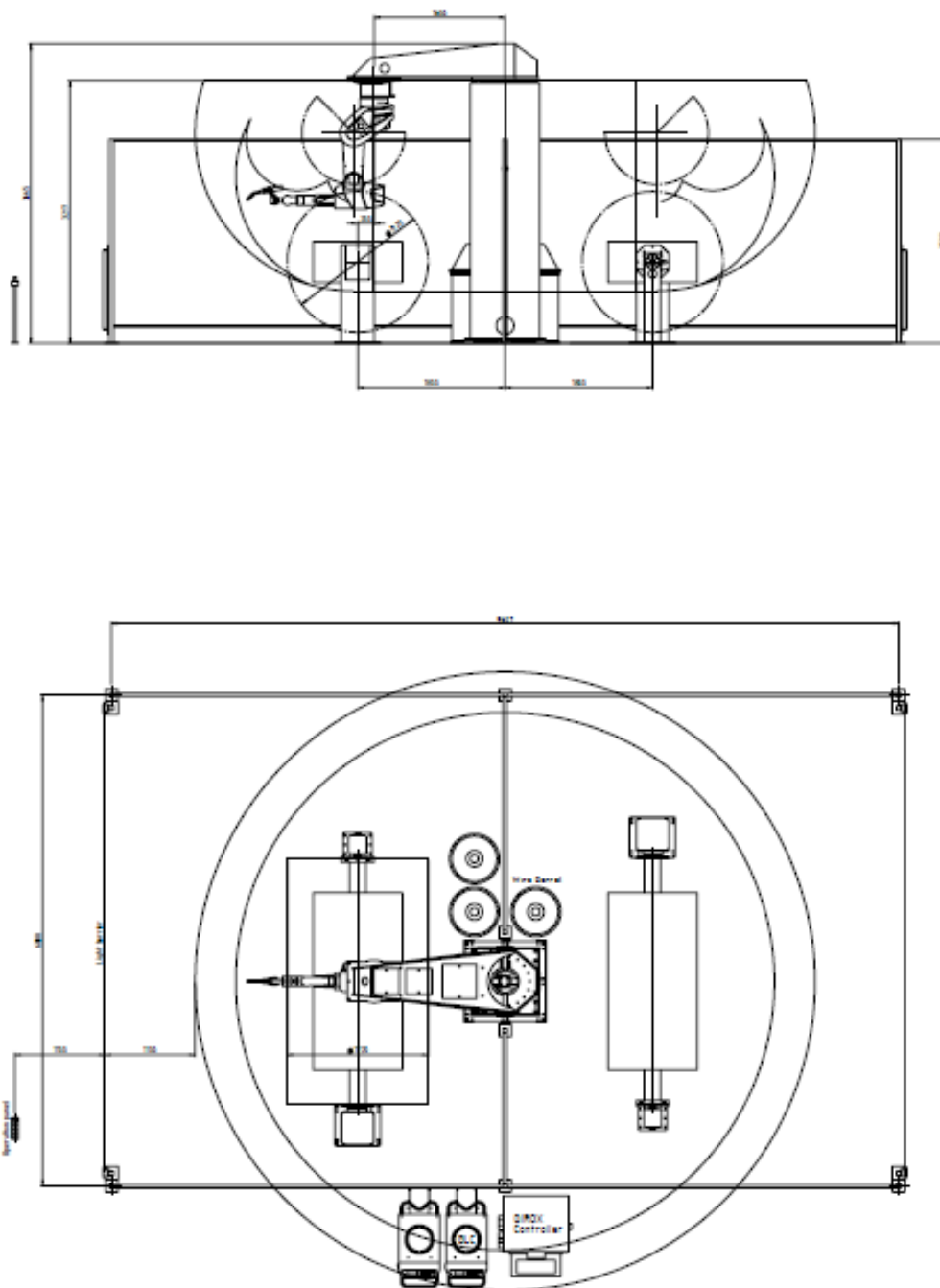
- třída kontroly CT4 (EN 15085-5)

- kvalita svarů dle EN ISO 5817: C (u CPC3) a D (u CPD)

- 100% VT provádí svářeč - záznam se nepožaduje

Zdroj: Svářečský plán Legios Loco č. 2.13.0026

Příloha č. 8: Výkres robotizované pracoviště QIROX QRC 350



Zdroj: Interní materiály společnosti Ferier s.r.o.

Příloha č. 9: Diskontovaná čistá návratnost pracovišť výroby podélníku a rámu

Robotizace pracoviště podélníku Y 25													
Celkeová úspora na pár		518 Kč				Úroková sazba		4,00%					
Počet pracovních týdnů za rok		51				celkový capex		6 048 702 Kč					
Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Úspora roční při 90 ks/týdně (Kč)	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620	2 377 620
Úspora roční při 40 ks/týdně (Kč)	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720	1 056 720
Mzdové náklady na seřizovače (Kč)	100 000	102 000	104 040	106 121	108 243	110 408	112 616	114 869	117 166	119 509	121 899	124 337	126 824
Údržba roční - náklady celkem (Kč)	20 000	20 000	20 000	25 000	25 000	25 000	35 000	35 000	35 000	45 000	45 000	45 000	45 000
Úspora roční při 90 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	2 257 620	2 255 620	2 253 580	2 246 499	2 244 377	2 242 212	2 230 004	2 227 751	2 225 454	2 213 111	2 210 721	2 208 283	2 205 796
Úspora roční při 40 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	936 720	934 720	932 680	925 599	923 477	921 312	909 104	906 851	904 554	892 211	889 821	887 383	884 896
Faktor současné hodnoty dle úrokové sazby	0,961538	0,924556	0,888996	0,8548042	0,821927107	0,790315	0,759917813	0,73069	0,702587	0,675564	0,649581	0,624597	0,600574
Diskontovaná úspora optimistická - 90 ks	2 170 788	2 085 447	2 003 424	1 920 317	1 844 714	1 772 053	1 694 620	1 627 796	1 563 575	1 495 098	1 436 042	1 379 287	1 324 744
Diskontovaná úspora pesimistická - 40 ks	900 692	864 201	829 149	791 206	759 031	728 126	690 844	662 627	635 528	602 746	578 010	554 257	531 445
Diskontovaná návratnost optimistická (90 ks)	2,89	let											
Diskontovaná návratnost pesimistická (40 ks)	7,73	let											

Robotizace pracoviště rámu Y 25													
Celkeová úspora na díl		740 Kč				Úroková sazba		4,00%					
Počet pracovních týdnů za rok		51				celkový capex		11 533 212 Kč					
Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Úspora roční při 90 ks/týdně (Kč)	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600	3 396 600
Úspora roční při 40 ks/týdně (Kč)	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600	1 509 600
Mzdové náklady na seřizovače (Kč)	160 000	163 200	166 464	169 793	173 189	176 653	180 186	183 790	187 466	191 215	195 039	198 940	202 919
Údržba roční - náklady celkem (Kč)	20 000	20 000	20 000	25 000	25 000	25 000	35 000	35 000	35 000	45 000	45 000	45 000	45 000
Úspora roční při 90 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	3 216 600	3 213 400	3 210 136	3 201 807	3 198 411	3 194 947	3 181 414	3 177 810	3 174 134	3 160 385	3 156 561	3 152 660	3 148 681
Úspora roční při 40 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	1 329 600	1 326 400	1 323 136	1 314 807	1 311 411	1 307 947	1 294 414	1 290 810	1 287 134	1 273 385	1 269 561	1 265 660	1 261 681
Faktor současné hodnoty dle úrokové sazby	0,961538	0,9245562	0,8889964	0,8548042	0,82192711	0,7903145	0,759917813	0,73069	0,702587	0,675564	0,649581	0,624597	0,600574
Diskontovaná úspora optimistická - 90 ks	3 092 885	2 970 969	2 853 799	2 736 918	2 628 861	2 525 013	2 417 613	2 321 995	2 230 105	2 135 043	2 050 442	1 969 142	1 891 016
Diskontovaná úspora pesimistická - 40 ks	1 278 462	1 226 331	1 176 263	1 123 902	1 077 884	1 033 690	983 648	943 182	904 324	860 253	824 683	790 528	757 733
Diskontovaná návratnost optimistická (90 ks)	3,96	let											
Diskontovaná návratnost pesimistická (40 ks)	11,13	let											

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 10: Diskontovaná čistá návratnost pracoviště výroby přičníku

Robotizace pracoviště přičníku Y 25													
Celková úspora na díl			253 Kč				Úroková sazba			4,00%			
Počet pracovních týdnů za rok			51				celkový capex			5 558 112 Kč			
Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Úspora roční při 90 ks/týdně (Kč)	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270
Úspora roční při 40 ks/týdně (Kč)	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120
Mzdové náklady na seřizovače (Kč)	100 000	102 000	104 040	106 121	108 243	110 408	112 616	114 869	117 166	119 509	121 899	124 337	126 824
Údržba roční - náklady celkem (Kč)	10 000	10 000	10 000	20 000	20 000	20 000	30 000	30 000	30 000	35 000	35 000	35 000	35 000
Úspora roční při 90 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	1 051 270	1 049 270	1 047 230	1 035 149	1 033 027	1 030 862	1 018 654	1 016 401	1 014 104	1 006 761	1 004 371	1 001 933	999 446
Úspora roční při 40 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	406 120	404 120	402 080	389 999	387 877	385 712	373 504	371 251	368 954	361 611	359 221	356 783	354 296
Faktor současné hodnoty dle úrokové sazby	0,961538	0,9245562	0,8889964	0,8548042	0,82192711	0,7903145	0,759917813	0,73069	0,702587	0,675564	0,649581	0,624597	0,600574
Diskontovaná úspora optimistická - 90 ks	1 010 837	970 109	930 984	884 850	849 073	814 705	774 093	742 675	712 496	680 131	652 420	625 804	600 241
Diskontovaná úspora pesimistická - 40 ks	390 500	373 632	357 448	333 373	318 806	304 834	283 832	271 270	259 222	244 291	233 343	222 845	212 781
Diskontovaná návratnost optimistická (90 ks)	6,13	let											
Diskontovaná návratnost pesimistická (40 ks)	24,17	let											

2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270	1 161 270
516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120	516 120
129 361	131 948	134 587	137 279	140 024	142 825	145 681	148 595	151 567	154 598	157 690	160 844	164 061
45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000	45 000
986 909	984 322	981 683	978 991	976 246	973 445	970 589	967 675	964 703	961 672	958 580	955 426	952 209
341 759	339 172	336 533	333 841	331 096	328 295	325 439	322 525	319 553	316 522	313 430	310 276	307 059
0,577475	0,555265	0,533908	0,513373	0,493628	0,474642	0,456387	0,438834	0,421955	0,405726	0,390121	0,375117	0,360689
569 916	546 559	524 129	502 588	481 902	462 038	442 964	424 648	407 062	390 176	373 963	358 396	343 452
197 358	188 330	179 678	171 385	163 438	155 823	148 526	141 535	134 837	128 421	122 276	116 390	110 753

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 11: Diskontovaná čistá návratnost všech pracovišť

Robotizace všech pracovišť podvozku Y 25													
Celková úspora na sestavu podvozku		1 511 Kč					Úroková sazba		4,00%				
Počet pracovních týdnů za rok		51					celkový capex		23 140 026 Kč				
Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Úspora roční při 90 ks/týdně (Kč)	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490	6 935 490
Úspora roční při 40 ks/týdně (Kč)	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440	3 082 440
Mzdové náklady na seřizovače (Kč)	360 000	367 200	374 544	382 035	389 676	397 469	405 418	413 527	421 797	430 233	438 838	447 615	456 567
Údržba roční - náklady celkem (Kč)	50 000	50 000	50 000	70 000	70 000	70 000	100 000	100 000	100 000	125 000	125 000	125 000	125 000
Úspora roční při 90 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	6 525 490	6 518 290	6 510 946	6 483 455	6 475 814	6 468 021	6 430 072	6 421 963	6 413 693	6 380 257	6 371 652	6 362 875	6 353 923
Úspora roční při 40 ks/týdně po odečtení nákladů (Kč)	2 672 440	2 665 240	2 657 896	2 630 405	2 622 764	2 614 971	2 577 022	2 568 913	2 560 643	2 527 207	2 518 602	2 509 825	2 500 873
Faktor současné hodnoty dle úrokové sazby	0,961538	0,924556	0,8889964	0,854804	0,8219271	0,790315	0,759917813	0,73069	0,702587	0,675564	0,649581	0,624597	0,600574
Diskontovaná úspora optimistická - 90 ks	6 274 510	6 026 526	5 788 207	5 542 085	5 322 647	5 111 771	4 886 326	4 692 466	4 506 175	4 310 273	4 138 904	3 974 233	3 816 001
Diskontovaná úspora pesimistická - 40 ks	2 569 654	2 464 164	2 362 860	2 248 481	2 155 721	2 066 649	1 958 325	1 877 080	1 799 074	1 707 290	1 636 036	1 567 629	1 501 959
Diskontovaná návratnost optimistická (90 ks)	3,91	let											
Diskontovaná návratnost pesimistická (40 ks)	11,19	let											

Zdroj: vlastní zpracování