

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra řízení



Teze diplomové práce

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

Bc. Petr Chleborád

Optimalizace a ekonomické zhodnocení výroby rámu podvozků drážních vozidel

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 a doporučením dalších opatření.

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

ÚVOD

V moderním podnikatelském prostředí se stále více dostává ke slovu téma konkurenční výhody podniku. Mezi stěžejní priority se řadí ekonomický aspekt, je však nutné naplňovat potřeby i dalších zájmových skupin. Aby podniky obstály v tržním prostředí, kde neustále roste tlak konkurentů, jsou nuceny zavádět metody strategického managementu. V multidisciplinárním pojetí podniku, kdy se k němu přistupuje jako k celku, kde vše souvisí se vším, má své nezastupitelné místo proces neustálého hledání slabých míst a potenciálů ke zlepšování s cílem zvýšit výkonnost podniku a tím dosáhnout vyšší přidané hodnoty. Tento přístup podporují mezinárodní standardy pro systémy managementu kvality podle ISO 9001.

V diplomové práci autor analyzuje pracoviště výroby ráků podvozků železničních vozidel společnosti Legios Loco a.s., které je specifické tím, že dominuje náročnou manuální činností a vysokými požadavky na kvalitu dílů. Je charakterizován podnik a proveden rozbor výrobních procesů, specificky procesů ručního svařování ráků podvozků Y 25. Navazuje návrh jejich automatizaci pomocí průmyslových robotů s manipulátory. Cílem studie je najít vhodné a rentabilní řešení pro zvýšení efektivity, kvality, snížení podílu manuální práce a tím k dosažení konkurenční výhody. Nedílnou součástí práce je ekonomické vyhodnocení návratnosti racionalizační investice a doporučení ke konkrétním opatřením.

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., v níž je uplatněna jen zanedbatelná úroveň automatizace a není zde využita žádná robotizace. Tři podstatné faktory, kterými jsou *rychlý rozvoj podniku, těžiště výrobních procesů v ručních technologiích a zároveň růst železničního trhu*, ve své kombinaci poukazují na potřebu hledat slabá místa a ty se pokusit optimalizovat, modernizovat a zhodnotit efektivitu vložené investice.

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 nestrukturovanými 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.

VÝSLEDKY A ZÁVĚRY

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. 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 příčníků 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 příčnicku Y 25 (robot č. 2) je na zvážení, zda neseřvat 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 efektivita 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 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.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

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/