

Uplatnění metod průmyslového inženýrství při realizaci nového projektu ve vybrané firmě

Bc. Petra Běhunčíková

Diplomová práce
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra Běhunčíková**
Osobní číslo: **M16441**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Uplatnění metod průmyslového inženýrství při realizaci nového projektu ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- V dané oblasti zpracujte literární rešerši a zformulujte teoretické východiska s ohledem na praktickou část diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výroby ve vybrané společnosti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhnete vhodné postupy a metody pro realizaci projektu.
- Projekt zrealizujte a podrobte ho kontrole splnění cílů.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice and application: business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

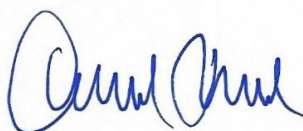
SOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Veronika Šišková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 15. prosince 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 17. dubna 2018

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 10. 4. 2018

Jméno a příjmení:PETRA BEHUNĚKOVÁ

.....Behuněková
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zameriava na implementáciu projektu do výroby vo firme, v ktorej nie sú zavedené metódy priemyselného inžinierstva. V teoretickej časti je spracovaná literárna rešerš a sformulované teoretické východiská, ktoré sú následne aplikované v praxi. Praktická časť charakterizuje spoločnosť a jej hlavných konkurentov, definuje a popisuje problém a analyzuje súčasný stav výroby. Súčasťou praktickej časti je projekt, ktorého výstupom sú na základe pozorovaní a meraní vypracované návrhy na zlepšenie výrobného systému a implementáciu projektu do výroby.

Kľúčové slová: priemyselné inžinierstvo, štíhla výroba, štíhly layout, tímová práca, vizualizácia pracoviska, štandardizácia práce.

ABSTRACT

The diploma thesis focuses on project implementation in production in a company where industrial engineering methods are introduced. In the theoretical part, the literary research and theoretical formulations are formulated, which are subsequently applied in practice. The practical part characterizes the company and its main competitors, defines and describes the problem and analyses the current state of production. Part of the practical part is a project, the output of which is based on observations and measurements made by proposals to improve the production system and implementation of the project into production.

Keywords: Industrial engineering, lean production, lean layout, teamwork, visualization of the workplace, standardization of work.

Touto cestou by som chcela poďakovať mojej vedúcej Ing. Veronike Šiškovéj Ph. D. za čas, ochotu a cenné rady, ktoré mi poskytla pri tvorbe diplomovej práce.

Zároveň ďakujem spoločnosti Hajdík, a. s. za príležitosť spracovať u nich diplomovú prácu a samozrejme celému tímu, s ktorými som po celú dobu spolupracovala.

A nakoniec všetkým mojím blízkym, ktorí ma podporovali nielen pri písaní diplomovej práce, ale aj po celú dobu môjho štúdia.

„Překážky jsou obávané věci, které spatříte, když odvrátíte pohled od svého cíle.“

Henry Ford

OBSAH

ÚVOD	10
CIELE A METÓDY DIPLOMOVEJ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČASŤ	12
1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO	13
1.1 HISTÓRIA PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA.....	13
1.2 KLASICKÝ A MODERNÝ PRÍSTUP PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA.....	14
1.3 PRIEMYSEL 4.0	15
1.3.1 Kľúčové pojmy priemyslu 4.0.....	16
2 ŠTÍHLY PODNIK	18
2.1 ŠTÍHLA VÝROBA	18
2.1.1 Štíhle pracovisko	20
2.2 TÍMOVÁ PRÁCA	20
3 MERANIE PRÁCE	22
3.1 PRIAME MERANIE	22
3.1.1 Momentkové pozorovanie.....	23
3.1.2 Chronometráž.....	23
3.1.3 Snímok pracovného dňa.....	24
3.2 NEPRIAME MERANIE	24
3.2.1 MOST analýza	24
4 PLYTVANIE	26
5 METÓDY PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA	28
5.1 METÓDA 5S.....	28
5.1.1 Seiri – Utriediť	28
5.1.2 Seiton – Usporiadať	28
5.1.3 Seiso – Udržovať poriadok	29
5.1.4 Seiketsu – Určiť pravidlá	29
5.1.5 Shitsuke – Upevňovať a zlepšovať	29
5.2 VIZUÁLNY MANAGEMENT	30
5.3 ŠTANDARDIZÁCIA	31
5.4 ERGONÓMIA	31
5.5 RIADENIE PROCESU	34
5.6 PROJEKTOVÉ RIADENIE.....	34
II PRAKTICKÁ ČASŤ	35
6 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI	36
6.1 ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA	36
6.2 VÝROBNÝ PROGRAM	36
6.3 STRATÉGIA FIRMY	37
6.4 KONKURENCIA	38
6.5 SWOT ANALÝZA SPOLOČNOSTI	40
6.5.1 Matica príležitostí.....	42
6.5.2 Matica hrozieb.....	42

7	POPIS PROJEKTU	44
7.1	PROJEKTOVÝ TÍM	45
7.2	PROJEKTOVÝ LIST.....	45
7.3	STANOVENIE CIEĽU SMART.....	46
7.4	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	46
7.5	SWOT ANALÝZA PROJEKTU.....	47
7.5.1	Matica príležitostí projektu	48
7.5.2	Matica hrozieb projektu	48
7.6	LOGICKÝ RÁMEC	49
7.7	RIZIKOVÁ ANALÝZA – RIPRAN.....	50
8	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU.....	52
8.1	PROJEKTOVÉ RIADENIE ZÁKAZIEK.....	52
8.2	PREDSTAVENIE SLEDOVANÉHO PRODUKTU	55
8.3	POPIS PRACOVNÝCH ČINNOSTÍ.....	58
8.3.1	Vešanie kusov na rámy	58
8.3.2	Ionizácia a manuálne čistenie kusov	59
8.3.3	Lakovanie.....	59
8.3.4	Zvesovanie kusov z rámov.....	59
8.3.5	Výstupná kontrola a balenie.....	59
8.4	VÝBER VHODNÉHO PRACOVISKA.....	60
9	NÁVRH PROJEKTOVÉHO RIEŠENIA	62
9.1	MOST ANALÝZA.....	62
9.2	VARIANTA A	65
9.2.1	Layout	66
9.2.2	Stanovenie počtu operátorov.....	67
9.3	VARIANTA B	68
9.3.1	Layout	68
9.3.2	Stanovenie počtu operátorov.....	70
9.4	VARIANTA C	72
9.4.1	Layout	72
9.4.2	Stanovenie počtu operátorov.....	74
9.5	ZAVEDENIE VIZUALIZÁCIE	75
9.5.1	Zavedenie metódy 5S.....	78
9.6	ŠTANDARDIZÁCIA PRÁCE	83
9.7	ZAVEDENIE METÓDY JIT	89
10	VYHODNOTENIE PROJEKTU.....	90
10.1	KONTROLA PLNENIA CIEĽOV	90
10.1.1	Zostavenie LEAN layoutu.....	90
10.1.2	Porovnanie časov	90
10.1.3	Optimálny počet operátorov.....	92
10.1.4	Zavedenie vizualizácie	92
10.1.5	Zavedenie metódy 5S.....	92
10.1.6	Štandardizácia práce.....	92

10.2	FINANČNÉ ZHODNOTENIE PROJEKTU	93
10.2.1	Varianta A	93
10.2.2	Varianta B	93
10.2.3	Varianta C	93
10.2.4	Záverečné finančné zhodnotenie.....	94
10.3	ZHRNUTIE PROJEKTU	95
	ZÁVER	97
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	99
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	101
	ZOZNAM OBRÁZKOV	102
	ZOZNAM TABULIEK	104
	ZOZNAM PRÍLOH.....	105

ÚVOD

Diplomová práce je spracovávaná v českej firme, ktorá sídli blízko mesta Vsetín. Ide o spoločnosť Hajdík, akciová spoločnosť, zaoberajúca sa mokrým lakovaním. Od založenia firmy tu neexistoval pojem priemyselné inžinierstvo, ale vzhľadom na dobu technologických pokrokov sa aj táto spoločnosť zameriava na zvýšenie produktivity, zníženie chybovosti a taktiež zníženie nákladov, pričom zavedené metódy priemyselného inžinierstva sú dobrým ťahačom pri dosiahnutí tých najlepších výsledkov a pri včasnom uspokojovaní potrieb zákazníkov.

Teoretická časť začína charakteristikou priemyselného inžinierstva a jeho históriou, ktorú začal písať Frederick W. Taylor v roku 1898 a Henry Ford v roku 1908. Ďalšou témou je rozdiel medzi klasickým a moderným prístupom priemyselného inžinierstva a samozrejme najnovší trend súčasnej doby, a to priemysel 4.0.

Je nutné taktiež definovať najdôležitejšie body, ktoré sú aplikované v praktickej časti, to je štíhly podnik, štíhla výroba, štíhle pracovisko, meranie práce a viacero druhov plytvania, s ktorými sa môžeme v praxi stretnúť. Nasleduje charakterizovanie jednotlivých metód priemyselného inžinierstva, popisanie metódy 5S, objasnenie pojmu vizualizácia pracoviska, štandardizácia práce, metóda just-in-time a nakoniec základy z ergonómie.

Na začiatku praktickej časti je charakterizovaná spoločnosť, jej hlavná stratégia, výrobný program, hlavní konkurenti a taktiež silné stránky, slabé stránky, príležitosti a hrozby. Praktická časť pokračuje popisom projektu, predstavením projektového tímu a projektového listu, stanovením cieľu projektu SMART, harmonogramu projektu a SWOT analýzou projektu.

Analýza súčasného stavu je založená na predstavení sledovaného produktu, projektovom riadení zákaziek, voľbou vhodného pracoviska a popis jednotlivých činností.

V projektovom riešení sú zahrnuté všetky metódy priemyselného inžinierstva charakterizované v teoretickej časti. Sú navrhnuté tri možné varianty štíhleho layoutu, ktorý zahŕňa ergonómické požiadavky, zavedená vizualizácia pracoviska, metóda 5S a štandardizácia práce. Nakoniec v skratke popísaná metóda just-in-time.

Záverom diplomovej práce je zhodnotenie projektu, ktorý zahŕňa kontrolu splnenia cieľov a celkové finančné zhodnotenie pre jednotlivé varianty.

CIELE A METÓDY DIPLOMOVEJ PRÁCE

Hlavným cieľom diplomovej práce je implementovať do výroby novo prijatý projekt, s uplatnením vhodných metód priemyselného inžinierstva v spoločnosti Hajdík, a. s. Hlavný cieľ budú podporovať vedľajšie ciele, ktorými sú výber vhodnej linky, kde bude projekt implementovaný. Na vybratej linke zostaviť univerzálny štíhly layout, využiteľný nielen pre nami sledovaný projekt, ale aj všetky ďalšie projekty, ktoré už na linke prebiehajú. Pred implementáciou vytvoriť MOST analýzu, na porovnanie TPV časov a následne meraním stanoviť presné reálne namerané časy. Vedľajším cieľom je taktiež navrhnúť počet operátorov, potrebných na plynulý tok materiálu od vstupného skladu až k expedícií zákazníkovi a zavedením vizualizácie, metódy 5S a štandardizácie uľahčiť zamestnancom na linke prácu a odstrániť plytvanie.

Metódy spracovania práce

Diplomová práca sa delí na dve časti – teoretickú a praktickú.

V teoretickej časti práce sú z knižných zdrojov charakterizované metódy priemyselného inžinierstva, ktoré sú využité v praktickej časti.

Praktická časť je taktiež rozdelená na dve časti, a to analýza problému a projektová časť. Analýza problému opisuje súčasný stav výroby, predstavenie produktu, ktorého sa projekt týka a výber vhodnej linky.

Projekt začína vytvorením projektového tímu, projektového listu, určením cieľu SMART, stanovením časového harmonogramu, vypracovaním logického rámca, SWOT analýzy a rizikovej analýzy RIPRAN. Pred implementáciou sú na základe MOST analýzy vytvorené časy, ktoré sú porovnané s TPV časmi pracovníka plánovania a stanovený počet potrebných pracovníkov. Vzorovým lakovaním je využitá metóda priameho pozorovania a priameho merania pomocou stopiek. Následne sú uskutočnené rozhovory s pracovníkmi, ktorí sú nápomocní pri zostavovaní univerzálneho štíhleho layoutu. Po zostavení layoutu je nutné zaviesť vizualizáciu pracoviska, metódu 5S a štandardizáciu práce, vytvorením kompletných pracovných inštrukcií.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

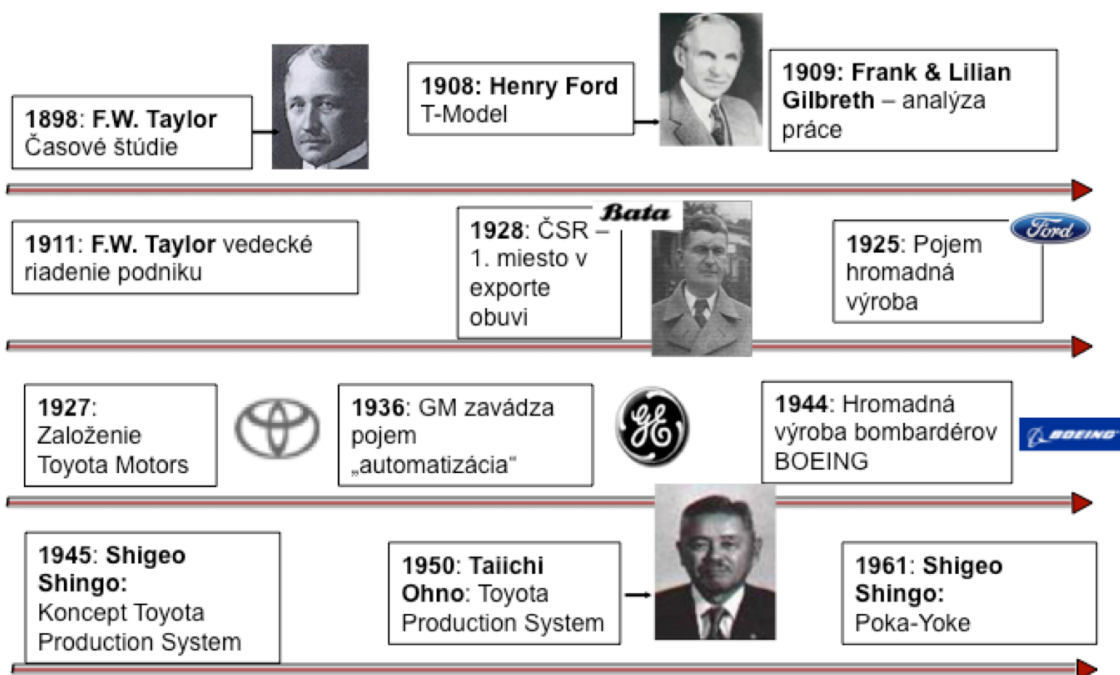
Priemyselné inžinierstvo je odbor, ktorý hľadá cesty ako znižovať straty vo výrobných a administratívnych procesoch. Jeho kľúčovou podstatou je identifikácia pridanej hodnoty, eliminovanie plytvania vo výrobe, zavádzanie metód priemyselného inžinierstva a iné.

1.1 História priemyselného inžinierstva

História priemyselného inžinierstva začína v dobách Fredericka W. Taylora, ktorý je považovaný za jeho zakladateľa. Orientoval sa na rast produktivity pracovníkov a položil základy časových štúdií práce (Chromjaková, 2013, s. 4-5).

Významný vplyv na rozvoj priemyselného inžinierstva mali Frank B. Gilbreth a Lillian M. Gilbreth, ktorí skúmali povahu práce, znalosti človeka a prepájali ich s pohybovými štúdiami práce a štúdiami časovými. Podľa Chromjakovej (2013, s. 5) sú primárnymi autormi delenia práce človeka na produktívnu a neproduktívnu zložku výkonu.

Významnými osobnosťami v čase priemyselnej revolúcie boli aj Adam Smith, Frank Filbreth, Thomas Malthus, John Stuart a David Ricardi. Venovali sa zvyšovaniu výkonnosti výrobných systémov s dôrazom na rozvíjanie problematiky produktivity výrobných a administratívnych činností. Ďalšie významné udalosti sú zobrazené na obrázku 1.



Obr. 1 História priemyselného inžinierstva (Košturiak, © 2018)

1.2 Klasický a moderný prístup priemyselného inžinierstva

Klasické priemyselné inžinierstvo prešlo vývojom, ktorý je rozdelený na dve základné fázy, a to štúdium práce a operačný výskum. Každá z týchto disciplín je proces, v ktorom sa pridávajú, eliminujú, modifikujú a kombinujú rôzne nástroje, techniky, koncepty a teórie spojené s danou disciplínou (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89).

Maynard (2001, s. 1.88) vo svojej knihe uvádza že základom klasického priemyselného inžinierstva sú pracovné správy, ktoré slúžia ako priamy dohľad k dosiahnutiu nákladovo efektívnych pracovných operácií. Neslúžia na kontrolu zamestnanca, či pracuje dostatočne tvrdo, ale používajú sa na stanovenie štandardného času pre operáciu na vytvorenie odhadu počtu položiek, ktoré by mali byť zamestnancom vyrobené v danom časovom období.

Podľa Mašina a Vytlačila (2000, s. 89) je cieľom štúdia práce docielenie optimálneho využitia ľudských a materiálových zdrojov dostupných danému podniku. Funkciou štúdia práce je získať informácie a následne ich použiť na zvyšovanie produktivity. Štúdium práce je založené na využívaní dvoch metód, a to štúdium metód (method study) a meranie práce (work measurement), ktoré sú v praxi využívané v kombinácii alebo súčasne.

Postup štúdia metód je nasledovaný:

1. Vybrať prácu, ktorá má byť študovaná.
2. Zaznamenať všetky relevantné fakty o súčasnej metóde.
3. Kriticky preveriť tieto fakty.
4. Navrhnuť praktickejšiu, ekonomickejšiu a efektívnejšiu pracovnú metódu s ohľadom na všetky súvisiace okolnosti.
5. Zaviesť novú metódu ako štandardnú.
6. Udržovať daný štandard pravidelnými kontrolami (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91).

Meranie ľudskej práce je aplikácia techník vytvorených pre určenie času potrebného na vykonávanie špecifikovanej práce kvalifikovaným pracovníkom na definovanej úrovni výkonu. Meranie práce je účinný nástroj pre zvyšovanie produktivity a podstatného zníženia nákladov (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91).

Moderné priemyselné inžinierstvo vychádza z klasického priemyselného inžinierstva, s tým rozdielom, že reaguje novými modernejšími prístupmi, s ktorými je možné zaistiť vysokú produktivitu ako jedinou možnosť obrany proti konkurenčnému prostrediu, ktoré je

stále viac dynamické, turbulentné a riskantné. Jedná sa o komplexnejšie programy, ktoré nemajú úplne jasné kontúry (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95).

Ďalším rysom je výrazná orientácia na nefyzické investície (tzn. rozvoj pracovníkov a organizačnej štruktúry), ktoré by z hľadiska zvyšovania produktivity mali predchádzať fyzickým investíciám do nových strojov či zariadení. To znamená, že jednoznačnou úlohou moderného priemyselného inžinierstva je zvyšovanie produktivity neviditeľnými investíciami, najmä v oblasti organizácie práce. (Maynard, 2001, s. 2.216)

Programy sú založené na princípe socio-technického prístupu k utváraniu práce a podpore trvalého rozvoja produktivity v internej a externej oblasti. V internej oblasti sa programy moderného priemyselného inžinierstva zameriavajú na:

- zvýšenie kvalifikácie a účasti zamestnancov na riadení,
- zlepšenie organizačných systémov,
- zvýšenie dynamiky zlepšovania procesov a odstraňovanie plytvania,
- skutočné zaisťovanie kvality, merania a hodnotenia produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 96).

V externej oblasti sa programy priemyselného inžinierstva zameriavajú na možnosť zvýšenia produktivity v oblasti dodávateľských procesov, to znamená zložka produktivity zákazníka. V tomto prípade sa priemyselné inžinierstvo zameriava na projektovanie tímov na určitú dobu zložených z pracovníkov dodávateľov a zákazníkov, ktorí analyzujú a zlepšujú externé procesy dodávateľa (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 98).

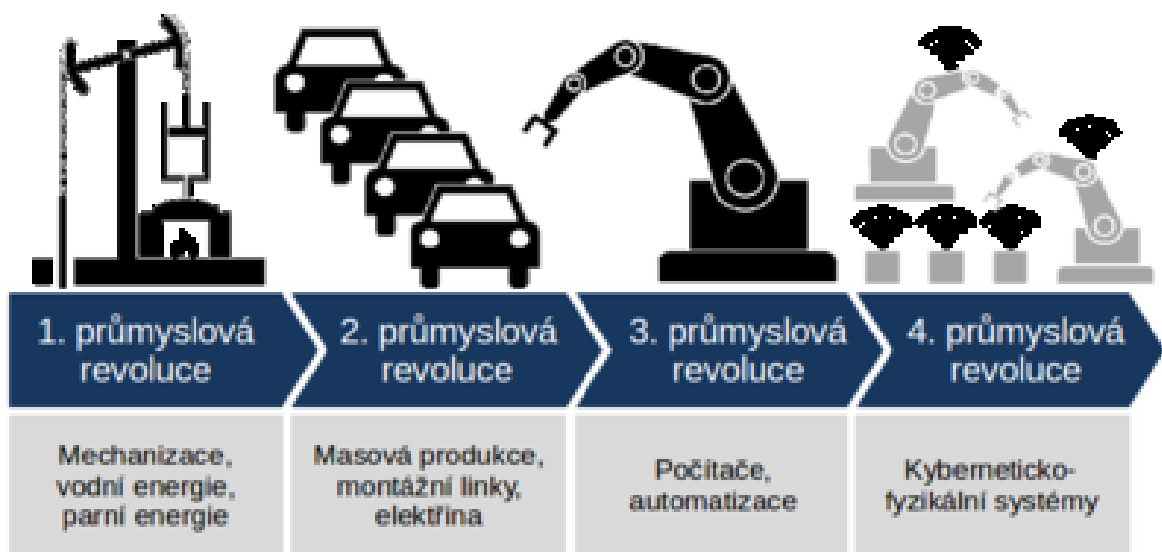
1.3 Priemysel 4.0

Priemysel 4.0 je odvodený od nemeckého slova Industries 4.0, ktorý sa objavil v roku 2011 na veľtrhu v Hannoveru. Dodatok 4.0 vyjadruje skutočnosť, že ekonomika súčasnosti môže byť charakterizovaná väzbou na štvrtú priemyselnú revolúciu. Vývoj jednotlivých revolúcií je znázornený na obrázku 2.

Prvá priemyselná revolúcia je charakterizovaná vznikom mechanizácie pomocou vodnej a parnej energie. V druhej priemyselnej revolúcii vznikla sériová a hromadná výroba, ktorá bola realizovaná vznikom montážnych liniek. Ich pohyb umožnilo využitie elektrickej energie a nové zásady rozdelenia práce v pracovnom procese. Tretej priemyselnej revolúcii vládne komplexné využívanie elektroniky a informačných technológií s cieľom podporiť rozvoj automatizácie. Štvrtá priemyselná revolúcia bude mať za cieľ vytvoriť inteligentné

továrne, ktoré sa budú vyznačovať všestrannosťou, účinným využívaním zdrojov a rešpektovaním zásad ergonomie k uľahčeniu a zaisteniu bezpečnosti práce (Tomek a Vávrová, 2017, s. 10).

Zmyslom konceptu priemyslu 4.0 je podľa Chromjakovej, Tučka a Bobáka (2017, s. 7) integrácia mechanických a elektronických zariadení, digitalizáciu výrobných technológií a priemyslových systémov a automatizáciu väzieb „stroj-človek“ riešenú cez centrálny moment celého konceptu „kyber-fyzikálnych systémov“.



Obr. 2 Priemyselna revolúcia (Industry 4.0, © 2018)

1.3.1 Kľúčové pojmy priemyslu 4.0

Priemysel 4.0 prináša do prostredia výrobných procesov automatizáciu a digitalizáciu kľúčových technológií, zameraných na efektívne prepojenie informačných a komunikačných technológií do jedného celku. Tento moderný názov je technologickou odpoveďou na aktuálne a globálne sa šíriace ekonomické zmeny, ktorými sú skracujúce sa životné cykly produktov a rastúca pridaná hodnota pre zákazníka (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 7-10).

S ohľadom na systémový prístup existuje niekoľko kľúčových pojmov:

1. **Flexibilita projektovaného výrobného systému** – je to schopnosť rýchlej reakcie na požiadavku zákazníka realizovať výrobnú požiadavku. Vyžaduje pripravenosť informačných databáz a nadväzujúcich technologických software, ktoré umožňujú kvalitné rozhodovanie v reálnom čase.

2. **Internet vecí** – ide o vzájomné prepojenie vecí a objektov. Výsledkom je funkčná väzba medzi výrobkovou špecifikáciou, možnosťou vyrobiteľnosti disponibilnými výrobnými technológiami a využívaním štandardizovaného softwarovo riadeného výrobného procesu.
3. **Digitalizácia výrobných procesov** – integrované prvky zahrnuté v novo vyvíjaných výrobkoch, ktoré umožňujú prepojenie so softwarom integrovaným vo výrobných technológiách.
4. **Kyber-fyzikálny systém** – spojovanie fyzického a virtuálneho sveta do jedného celku.
5. **Cloudové technológie** – cloud umožňuje existenciu dynamickej a flexibilnej dátovej infraštruktúry na podporu projektovania a organizáciu výrobných procesov. Cloudy sú využívané pre zvýšenie adaptability a agility výrobných dát, prepojených s priemyslovou automatizáciou s cieľom maximalizovať optimálne nastavený výstup výrobného procesu v reálnom čase.
6. **Simulácia digitálneho výrobného systému** – zahŕňa 3D simuláciu toku materiálu, produktov, informácií a nastavení kľúčových parametrov výrobného procesu. V priemysle 4.0 to umožňuje pracovníkovi testovať a optimalizovať nastavenie strojnej technológie pre danú výrobnú linku vo virtuálnom svete ešte pred fyzickým pretypovaním a nastavením výrobného zariadenia do požadovaného stavu.
7. **Augmented reality** – nastavenie reálneho výrobného prostredia vo formáte kľúčových dát transformovaných do formátu virtuálnych dát, ktoré v závislosti od vývoja reálneho výrobného procesu a v reálnom čase vyhodnocujú a riadia výrobný proces (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 7-10).

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlosť podniku podľa Košturiaka a Frolíka (2006, s.17) znamená robiť len také činnosti, ktoré sú nevyhnutné a potrebné, dôležité je urobiť ich správne hneď prvýkrát, robiť ich rýchlejšie než konkurencia a taktiež pri tom minúť menej peňazí. Šetrením sa však nebohatne, štíhlosť je o zvyšovaní výkonnosti firmy tým, že na určitej ploche dokážeme vyprodukovať viac výrobkov ako konkurencia, že v určitom čase sme schopní spracovať viac objednávok, že s daným počtom pracovníkov, strojov a zariadení vyrobíme väčšiu pridanú hodnotu a že na jednotlivé procesy v podniku potrebujeme menej času. Z toho vyplýva, že štíhly podnik je taký, ktorý robí presne to, čo požaduje zákazník, a to s minimálnym počtom činností, ktoré hodnotu výrobku nezvyšujú. Byť štíhly znamená zarobiť viac peňazí, zarobiť ich rýchlejšie a s vynaložením menšieho úsilia.

Podľa Chromjakovej (2013, s. 33) sú kľúčovými princípmi lean:

- otvorenosť - problém je príležitosť,
- snaha o dokonalosť – zlepšovanie nikdy neskončí,
- minimalizácia plytvania a maximalizácia pridanej hodnoty,
- definovanie hodnoty pre zákazníkov,
- budovanie plynulých tokov,
- problém sa skúma do detailu a rieši sa tam, kde vznikol,
- dôvera a spolupráca vytvárajú synergiu,
- zavedenie ťahového riadenia,
- priviesť všetko k dokonalosti.

2.1 Štíhla výroba

Štíhla výroba, známa pod pojmom výrobný systém Toyota, znamená urobiť viac s nižším časom, menším priestorom, menej ľudského úsilia, menej strojov, menej materiálov a zároveň dávať zákazníkovi to, čo chcú (Dennis, 2016, s. 13). K tomu slúžia metódy priemyselného inžinierstva zobrazené na obrázku 3.

V rámci štíhlej výroby sa taktiež zameriavame na nasledujúce parametre:

- **Kontinuálny produkčný tok** – nazývaný aj tok jedného kusu (one piece flow). Kľúčovou požiadavkou tohto parametra je plynulý informačný a materiálový tok medzi pracovnými operáciami s dôrazom eliminácie časových zdržaní. V rámci optimalizácie produkčného toku je cieľom taktiež minimalizácia nadpráce z titulu

nekvalitne realizovaných predchádzajúcich operácií alebo nedostatočne zvládnutého procesu plánovania.

- **Ťahový systém riadenia** – ide o koncept, ktorý je založený na skutočnosti, že zákazník udáva začiatok výrobného procesu. Existuje silná závislosť medzi výrobnými a administratívnymi oddeleniami, ktoré si medzi sebou vysielajú signály o priebehu procesu.
- **Systém zlepšovania** – ide o koncept zameraný na identifikáciu strát a plytvania v komplexnom produkčnom procese a hodnotovom toku. Typickým predstaviteľom je filozofia KAIZEN, ktorá využíva množstvo metód a nástrojov k identifikovaniu a definovaniu možnosti zlepšenia.
- **Rýchle pretypovanie** – orientuje sa na skrátenie doby výmeny prípravkov, nástrojov na konkrétnom stroji.
- **Totálne produktívna údržba** - táto metóda sa vzťahuje hlavne na zlepšenie parametrov celkovej efektívnosti strojného zariadenia, ktoré má produkčnú kapacitu, označovanú ako disponibilný časový fond.
- **Koncept riešenia problémov** – v praxi najčastejšie používaný tzv. PDCA cyklus, ktorý popisuje komplexný proces riešenia problému. Začína vytvorením plánu zlepšenia a definovania cieľov zlepšenia, analyzuje vzniknutý problém, navrhuje spôsob eliminácie chýb za použitia vhodných metód na hodnotenie výsledku a zároveň prináša ďalšie impulzy k zlepšeniu (Chromjaková, 2013, s. 36 – 41).



Obr. 3 Nástroje štíhlej výroby (IPA Czech, © 2012)

2.1.1 Štíhle pracovisko

Štíhle pracovisko je základom štíhlej výroby. Je navrhnuté tak, aby bolo zaistené spojenie metódy 5S s princípmi ergonómie, ale aj s analýzou a meraním práce. Dôležité je skĺbiť metódy priemyselného inžinierstva tak, aby pracovník pri minimálnej námahe podal na pracovisku maximálny výkon (Košturiak a Frolík, 2006, s. 64).

Hlavným cieľom štíhleho pracoviska je podľa Košturiaka a Frolíka (2006, s. 65):

- zníženie úrazovosti,
- zvýšenie výkonnosti,
- zlepšenie kvality a stability procesu,
- zvýšenie autonómnosti a možnosti, aby pracovník obsluhoval viac strojov.

Vytlačil a Mašín (1998, s. 377) zahŕňajú medzi základné pravidlá štíhleho pracoviska:

- znovu využiť súčasné vybavenie pracoviska,
- zaistiť flexibilitu z pohľadu jednoduchšieho prispôsobenia sa zmenám taktu,
- zaistiť flexibilitu pre výrobu nových podobných výrobkov,
- využiť malé sklady, len ak je to skutočne nevyhnutné,
- využiť vizuálne riadenie k nájdeniu problému,
- využiť princíp ťahu.

Podľa autora Greene (2013, s. 189) môžeme analýzou a dokonalým usporiadaním pracoviska:

- efektívne umiestňovať existujúce alebo nové zariadenia, procesy, materiály a personál,
- zjednodušiť a znížiť pohyb výrobkov a personálu,
- zosilniť interakcie,
- zvýšiť priestorové obmedzenie.

2.2 Tímová práca

Tímová práca je efektívna forma organizácie ľudskej práce, ktorá má viacdimenzionálny charakter, prebieha v trvalom rozvoji pracovných vzťahoch členov tímov, ktorí majú určité pracovné role. Cieľom tímovej práce je zapojenie každého zamestnanca do firemných procesov, odhalenie a využitie jeho potenciálu. V tíme majú jednotlivci spoločný cieľ

a efektivní tým dosahuje svého cíle a nejúčinnějším způsobem. Ten je potom schopný převzít ještě náročnější úlohy (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 153 - 168).

Ľudia a ich schopnosti často patria k najmenej využívaným zdrojom v podnikoch, avšak zamestnanci musia stáť v centre pozornosti podniku, pretože čím modernejšia a progresívnejšia technika a metóda sa používa, tým väčší význam získava personál. Kvalifikovaní pracovníci predstavujú aj potenciál strategickej pružnosti, to znamená lepšiu reakciuschopnosť a adaptabilnosť podniku na technický pokrok a požiadavky trhu (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 152).

Maxwell (2015, s. 15) vo svojej knihe hovorí, že sila tímu je viditeľná v dnešnom modernom, obchodnom svete, ale má hlbokú históriu, ktorá siaha až do biblických dôb. Podstatné je:

- Tím zahrňa viac ľudí a poskytuje teda viac zdrojov, nápadov a energie než jednotlivci.
- Tím maximalizuje potenciál lídra a minimalizuje jeho slabiny. Silné a slabé stránky sú zjavnejšie u jednotlivcov.
- Tím poskytuje rôzne uhly pohľadu na uspokojenie potrieb alebo dosiahnutie cieľa.
- Členovia tímu sa delia o uznanie za víťazstvo a vinu za prehry. Jednotlivci sú na výhru a prehru sami, a to podporuje pýchu a naučené porazenectvo.
- Vďaka tímom majú lídri zodpovednosť za cieľ. Jednotlivci, ktorí nepracujú v tíme, môžu svoj cieľ jednoducho meniť.
- Tím dokáže toho urobiť viac než jednotlivec.

Budúcnosť patrí dynamickým a pružným organizačným štruktúram, ktoré sú schopné sa vyvíjať a meniť (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 152 – 153).

„Byla to touha tvořit, poskytnouti stále a stále většímu množství lidu účast na výhodách, které náš závod, jak zaměstnancům, tak zákazníkům poskytuje. Pokud budete této velké ideji soužití, potud budete ve shodě se zákony přírodními, i lidskými. Jakmile ale bude každý pamatovati sám na sebe, jakmile přestanete sloužití svým závodem všeobecně, stanete se zbytečnými a padnete neodvratně.“ Tomáš Baťa (Chromjaková, 2013, s. 93)

3 MERANIE PRÁCE

Čas je fyzikálna veličina, ktorá má veľký význam. Efektivita využívania času je meradlom úspešne organizovaných procesov vo firmách. Rozhodujúce kritérium je pomer produktívneho času a neproduktívneho času. Produktívny čas je čas, kedy vzniká pridaná hodnota na výrobku či službe. Neproduktívny čas zahŕňa prestávky, opravy, čakanie, hľadanie a iné druhy plytvania. Meranie práce je účinným nástrojom pre zvyšovanie produktivity a podstatného zníženia nákladov (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 379).

Z historického vývoja existuje veľa rôznych postupov na meranie času práce:

- hrubé odhady,
- kvalifikované odhady,
- využitie historických údajov,
- časové štúdiu pomocou priameho merania,
- systémy dopredu určených časov.

3.1 Priame meranie

Priame meranie je stanovenie spotreby času pomocou stopiek, potrebných formulárov, poprípade špecializovaných zariadení či software. Tieto zariadenia nahrádzajú stopky, papierové formuláre a prepisovanie údajov do elektronickej podoby (API, © 2005 – 2017).

Špecializovanými zariadeniami či software sú v súčasnom svete aplikácie (obr. 4), ktoré fungujú na nasledujúcom princípe:

Princíp je založený na meraní v nainštalovanej aplikácii v mobile, či tablete alebo meranie priamo v prehliadači. Prvým krokom je vytvorenie okienok s činnosťami, ktoré operátor počas merania vykonáva. Po skončení merania je potrebné aplikáciu zosynchronizovať pomocou internetu a dáta vložiť do pripravenej šablóny. Výsledky sú ihneď dostupné a prehľadne usporiadané.



Obr. 4 Aplikácia na meranie práce (Zlepšovanie výroby, © 2016)

Súčasná moderná doba taktiež ponúka ďalšie možnosti. V prípade, že operátori vykonávajú zložité činnosti a meranie v reálnom čase by bolo príliš náročné, je možné využiť fotoaparáty v mobilných telefónoch a jednoducho si celú činnosť natočiť. Následne si celé video spracovať podľa aktuálnych požiadaviek. Na videách je možné zachytiť aj plytvanie, ktoré je ľahko analyzované a je možné o ňom jednoduchšie diskutovať, následne eliminovať či úplne odstrániť.

3.1.1 Momentkové pozorovanie

Momentkové pozorovanie vychádza z údajov, ktoré sú zistené výberovým skúmaním, to znamená náhodne volených momentov v priebehu pracovného deja. Sú založené na štatistickom zistení počtu výskytu pozorovaných dejov a využívajú teóriu pravdepodobnosti a náhodného výberu (IPA Czech, © 2012).

3.1.2 Chronometráž

Chronometráž je metóda priameho merania, ktorá slúži na stanovenie dĺžky trvania určitej pracovnej operácie a taktiež na stanovenie výkonových noriem. Táto metóda je založená na princípe rozdelenia operácií na menšie úseky. Spotreba času každého úkonu sa zaznamenáva do formulára (API, © 2005 – 2017).

3.1.3 Snímok pracovného dňa

Snímok pracovného dňa je metóda priameho merania zameraná na nepretržité pozorovanie spotreby času počas smeny. Cieľom je získať komplexný prehľad o spotrebe času, identifikovať plytvanie a určiť pomer činností nepridávajúcich hodnotu. Často sa používa pre definovanie nepravidelných činností, ktoré slúžia ako podklad pre stanovenie veľkosti prirážky (API, © 2005 – 2017).

3.2 Nepriame meranie

Cieľom nepriameho merania je rozbor úkonov na základné pohyby, ktorým je podľa náročnosti priradený index odpovedajúci určitej spotrebe času. Výhodou systému dopredu určených časov je možnosť použitia pre stanovenie budúcich operácií a možnosť použiť pre racionalizáciu pracovného postupu, organizáciu a usporiadanie pracoviska (API, © 2005 – 2017).

Systémy dopredu určených časov sú:

- **MTM – Methods Time Measurement.** Táto metóda vyžaduje detailný popis pohybov, kde musíme poznať typ pohybu, náročnosť, vzdialenosti, hmotnosti objektu a pod.
- **MOST – Maynard Operation Sequence Technique**

3.2.1 MOST analýza

MOST analýza je systém, ktorý je využiteľný vo všetkých odvetviach priemyslu a je možné ho využívať ako pre výrobné operácie, tak pre podporné činnosti. Táto metóda dopredu určených časov má 4 základné skupiny, a to:

- **mini MOST** - operácie trvajúce niekoľko sekúnd s vysokou frekvenciou opakovania,
- **basic MOST** - operácie trvajúce niekoľko desiatok sekúnd až niekoľko minút,
- **maxi MOST** - vhodný pre logistické činnosti, údržba a pretypovanie strojov,
- **admin MOST** - slúži pre normovanie administratívnych činností (API, © 2005 – 2017).

Podľa Mašina a Vytlačila (2000, s. 92) slúžilo použitie systému dopredu určených časov na zredukovanie merania práce na stanovenie optimálneho pohybového vzorca pre vykonávanie úloh a na priradenie príslušných časov základným pohybom.

Časovou jednotku využívanú pri týchto systémoch označujeme TMU (Time Measurement Unit), ktorá predstavuje 1/100 000 hodiny, to je 1 TMU = 0,036 sekúnd, 1 sekunda = 27,8 TMU. Veľkou výhodou je stanovenie času budúcich projektovaných pracovných metód.

Výhody metódy MOST podľa Košturiaka a Frolíka (2006, s. 73 – 74) sú:

- pri stanovení časových noriem sa prehodnocuje aj pracovný postup z pohľadu produktivity práce a nepotrebných činností,
- nepotrebuje merať čas stopkami,
- dá sa použiť v etape prípravy novej výroby,
- definuje objektívne nutný čas na vykonávanie práce,
- umožňuje analýzy alternatívnych riešení a výber nákladovo najpriateľnejšej varianty.

Nevýhody MOST analýzy sú:

- je potrebné detailné zameranie každej činnosti,
- nie je absolútne presná, napríklad v porovnaní s MTM - uchopenie predmetu v MOST je na dosah, pričom metóda MTM rieši presné posuny v centimetroch,
- je subjektívna, záleží na každom človeku, ktorý analýzu vytvára, aký index každej činnosti priradí. Veľakrát sa môže stať, že pri analyzovaní tej istej činnosti vyjde rôzny súčet TMU a následne celkového času.
- u niektorých činností, nie je jasne definovaný index,
- nezahŕňa rôzne predúpravy, brúsenie, ručné čistenie, odmasťovanie a podobne – je veľmi ťažko použiteľný vo firmách, kde sú tieto činnosti potrebné k úprave dielu pred vykonaním ďalšej pracovnej činnosti.

4 PLYTVANIE

Podľa Košturiaka a Frolíka (2006, s. 19) je plytvanie vo filozofii štíhleho podniku kľúčový pojem. Plytvanie podľa nich je všetko, čo zvyšuje náklady výrobku alebo služieb bez toho, aby to zvyšovalo hodnotu. Medzi plytvanie zahŕňajú krátkodobé skladovanie, počítanie dielov, zadávanie dielov do počítača, nosenie súčiastok, komplikovaná preprava, pozorovanie chodu stroja, nadvýroba a zbytočná manipulácia, hromadenie zásob, poruchy, čakanie na materiál, zmätky, hľadanie nástrojov, nedostatok súčiastok na montáž, odstraňovanie zmätkov.

MUDU podľa Bauera (2012, s. 25) nie je možné presne preložiť do nášho jazyka. Môže to byť strata, plytvanie, ale taktiež nešvár či nesprávnosť. Nezaoberá sa prekladom, ale tvrdí, že keď firma dokáže objaviť MUDU, objavila potenciálnu možnosť zisku. Tvrdí, že obrovské bohatstvo je skryté vo využití času, ktorý je spotrebovávaný na činnosti nepridávajúce hodnotu. Vo výrobnom procese existuje nespočetné množstvo plytvania.

Vo viacerých zdrojoch je uvedených 7 základných druhov plytvania, s ktorými sa stretávame najviac:

Čakanie – napríklad na materiál, na žeriav, na rozhodnutia, na objednávky a iné (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

K tomuto plytvaniu dochádza, keď sa práca zamestnanca zastaví z dôvodu nerovnováhy na linke, nedostatku súčiastok alebo poruchy stroja. Môže nastať aj v prípade, že pracovník pozoruje stroj, ktorý pridáva hodnotu výrobku (Imai, 2005, s. 83).

Zásoby materiálu – predlžujú dobu transportu, sú zaťažené finančnými prostriedkami, obsadzujú výrobné plochy, predlžujú a zaťažujú manipuláciu (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

Finálne produkty, rozpracované produkty, obrobky, diely a súčiastky sú všetko zásoby, ktoré nepridávajú žiadnu hodnotu a zvyšujú prevádzkové náklady tým, že často zaberajú miesto a vyžadujú ďalšiu manipuláciu (Imai, 2005, s. 80).

Transport – vysoký transport vyžaduje čas, ktorý je nutný zaplatiť, zvyšuje sa riziko poškodenia prepraveného produktu, navyšuje náklady na prepravnú techniku (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

Zmätky – zahŕňajú zvýšené náklady na opravy a vybavenie opravárenských pracovísk (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

Zmátky prerušujú výrobu a vyžadujú nákladné opravy. Často sa musia vyhodiť, čo spôsobuje plytvanie zdrojmi a prácou. Navyše môžu spôsobiť poškodenie na upínacích či výrobných zariadeniach, preto si vyžadujú neustálu kontrolu a obsluhu, ktorá je schopná poruchu zastaviť (Imai, 2005, s. 81).

Chyby vo výrobe – môže ísť o nesprávne navrhnutý výrobný postup alebo layout, spôsobujú straty skladovaním, transportom, vznik zmätkov (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

Nadprodukcia – výroba na sklad alebo do zásoby, zastavuje tok peňazí, napr. mzdy pracovníkov, energie alebo materiál (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

Nadprodukcia vzniká v dôsledku obavy o poruchy strojov, vysokú chybovosť, poprípade absenciu pracovníkov. Tento typ plytvania vychádza z predstihu pred výrobným plánom. Výroba väčšieho počtu kusov než je potrebné, má za následok plytvanie typu spotreba surovín pred tým než je potrebná, plytvanie ľudskými a energetickými vstupmi, plytvanie kapacitou výrobných zariadení a iné (Imai, 2005, s. 80).

Zbytočné pohyby – vyžadujú čas, v prípade namáhavých pohybov spôsobujú únavu, ktorá môže viesť k riziku úrazu či chybovosti (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

Akýkoľvek pohyb zamestnancov, ktorý nie je priamo spojený s pridávaním hodnoty, je neproduktívny. Ťažká práca zamestnancov, ako napríklad nosenie ťažkých predmetov, by mala byť odstránená, pretože je nielen náročná, ale predstavuje plytvanie. Prenášanie ťažkých vecí z miesta na miesto je možné odstrániť zmenou usporiadania pracoviska (Imai, 2005, s. 82).

Ďalšie plytvanie, ktoré existuje, je napríklad:

- nevyužitá kreativita/kvalifikácia zamestnancov,
- nesprávna komunikácia (Bauer, 2012, s. 26 – 28).

V súčasnej dobe sa rieši ekologická situácia, a preto do tejto zložky zahrňame plytvanie typu – znečisťovanie životného prostredia. Toto plytvanie zahŕňa prácu s chemikáliami, ktoré spôsobujú znečistenie vody či ovzdušia. Charakter plytvania môže nadobudnúť v administratívnych procesoch, ale aj vo výrobe. V administratíve to môže byť v prípade pokút zbytočná dokumentácia. Vo výrobe spôsobuje používanie chemikálií plytvanie vo forme zdĺhavého nasadzovania rukavíc, plášťov a podobne.

5 METÓDY PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA

5.1 Metóda 5S

Metóda 5S je základným kameňom pre ďalšiu implementáciu neustáleho zlepšovania a iných optimalizačných metód a prístupov zoštíhľovania. Podľa Bauera (2012, s. 31) je 5S súčasťou základnej stability procesov.

Princípy 5S boli prevzaté do japonských firiem z americkej armády. Priebežným zlepšovaním zmenil tento nástroj svoju pôvodnú podobu na dnešnú jednoduchú sekvenciu piatich krokov:

5.1.1 Seiri – Utriediť

Cieľom je rozlíšiť na pracovisku veci nevyhnutné a veci zbytočné. Všetky prostriedky sa na pracovisku rozdeľujú na tri druhy, a to:

- čo je nepotrebné a môžeme to vyhodiť,
- čo sa používa iba občas,
- čo je nutné k práci každý deň (Bauer, 2012, s. 33).

Podľa Košturiaka a Mašina (2006, s. 71) je výsledkom tohto kroku jasná identifikácia položiek na pracovisku a rozhodnutie, ktoré sú na pracovisku potrebné a ktoré sa musia odstrániť.

5.1.2 Seiton – Usporiadať

Cieľom je všetky potrebné veci urovnať tak, aby nájdenie vyžadovalo minimum času a úsilia. Na pracovisku a v okolí sú všetky prostriedky uložené podľa zásad ergonómie a eliminácie zbytočných pohybov. Optimálna pozícia umiestnenia každej veci je diskutovaná všetkými pracovníkmi, ktorí obsluhujú dané pracovisko.

Výsledkom tohto kroku sú presne definované miesta pre zariadenia, náradie, palety, pomôcky, komunikačné cesty a ostatné prvky pracoviska. Je eliminované plynutie vo forme hľadania a čakania, pretože všetky prostriedky majú svoje miesto a sú na svojom mieste (Košturiak a Mašín, 2006, s. 71).

5.1.3 Seiso – Udržovať poriadok

Cieľom je odstránenie všetkých zdrojov znečistenia a mať čisté nástroje, pracovnú plochu a okolité priestory. V tomto kroku platí zásada, že si zamestnanci čistia svoje pracovisko sami a spočívajú vo vyčistení všetkého, vrátane odstránenia nánosov prachu, vyčistenie okien a natretie koróziu farbou. V priebehu tohto kroku sa dajú kontrolovať nedostatky, napríklad uvoľnené matice či únik oleja.

Výsledkom je čisté vzorové pracovisko a identifikácia zdrojov znečistenia (Košturiak a Mašín, 2006, s. 72).

5.1.4 Seiketsu – Určiť pravidlá

Cieľom je navrhnuť štandardy, ktoré budú slúžiť k udržovaniu stavu dosiahnutého v prvých troch krokoch. Je nutné vypracovať štandardy vzhľadu pracoviska, to znamená umiestnenia pomôcok a materiálu. Štandard pracoviska musí byť vypracovaný v spolupráci s pracovníkmi na danom pracovisku a je zverejnený v bezprostrednej blízkosti pracoviska na viditeľnom mieste (Bauer, 2012, s. 36).

Štandardy by mali byť jednoduché, zrozumiteľné a názorné. To znamená, použitie fotografií, žiadne dlhé texty, ale použitie krátkych výstižných viet vyznačených tučnými písmenami, aby boli dobre čitateľné. Štandardy majú prácu ľuďom uľahčovať a nie komplikovať.

Výsledkom tohto kroku je vytvorenie návodov pre ľudí, aby sa im pracovalo ľahšie, jednoduchšie a aby všetci pracovníci pracovali rovnakým spôsobom (Bauer, 2012, s. 38).

5.1.5 Shitsuke – Upevňovať a zlepšovať

Cieľom je vybudovanie kultúry 5S, sebadisciplína a kontrola. Posledný krok metódy 5S predstavuje určitú výzvu pre všetkých zamestnancov. Vyžaduje disciplínu v snahe udržovať a neustále zlepšovať stav na pracovisku. Hlavným kontrolným prvkom sú pravidelné audity, to znamená kontrola nastaveného stavu a jeho vyhodnocovanie.

Výsledkom je zlepšovanie systému 5S, hodnotenie plnenia štandardov, zmena myslenia a správania sa ľudí v podniku a zmena kultúry (Konšturiak a Mašín, 2006, s. 72).

Masaaki (2005, s. 70) definuje 5 krokov dobrého hospodárenia nasledovne:

1. **Seiri**: oddel'te na pracovisku zbytočné veci od nevyhnutných vecí a odstráňte tie zbytočné.
2. **Seiton**: usporiadajte prehľadným spôsobom všetky veci, ktoré na pracovisku zostali.
3. **Seiso**: udržiujte stroje a pracovné prostredie v čistote.
4. **Seiketsu**: koncepciu čistoty rozšírite aj na seba a neustále uskutočňujte predchádzajúce tri kroky.
5. **Shitsuke**: budujte sebadisciplínu a robte týchto 5 krokov tým, že zavediete štandardy.

5.2 Vizuálny management

Stará múdrosť hovorí – „Lepšie je raz vidieť, než dvakrát počuť“. Preto je vizuálny management považovaný za jedno z veľkých tajomstiev úspechu svetových firiem. Využíva prostriedky, pomocou ktorých môžu zamestnanci rýchlejšie pochopiť stav procesu, štandardy či odchýlky. Vizuálny management má za úlohy posúvanie a zdieľanie informácií, podporovanie tímovej práce, riadenie a kontrolu (Bauer, 2012, s. 43).

Vizuálny management môžeme jednoducho popísať ako súhrn grafických nástrojov, obrázkov, pomôcok, ktoré pomôžu sprehľadniť celý proces a sprístupniť pochopenie situácie a procesov všetkým zainteresovaným stranám. Vizuálne techniky môžu byť: farebné označovanie a kódovanie, farebné čiary a línie, obrázky a grafika, obrázková dokumentácia, checklisty, signalizácia, nástenky, informačné tabule, kanbanové karty, diagramy a iné.

Vizuálny management pomáha:

- udržiavať bezpečnosť na pracovisku,
- zviditeľniť problémy a následne ich riešenie,
- vytvárať a udržiavať pre organizáciu konkurenčné výhody,
- požiadavky organizácie sú transportované do vizuálnych stimulov, ktoré používa k vysvetleniu, oznamovaniu a ujasňovaniu vízie, misie, cieľov a kultúry organizácie,
- vytvárať a dodržiavať systematický prístup k neustálemu zlepšovaniu,

- zobrazit' klúčové informácie a dáta, ktoré zdôrazňujú to, čo je v organizácií najdôležitejšie (Bauer, 2012, s. 40 – 41).

5.3 Štandardizácia

Štandardizáciu podľa Tomeka a Vávrovej (2007, s. 71) musíme chápať ako systematický proces výberu, zjednocovania a účelnej stabilizácie jednotlivých variant riešení, vstupných prvkov, postupov, výstupných prvkov a informácií. Cieľom štandardizácie je zníženie rozmanitostí, náhodnosti v riadenom procese a zaistenie jednoznačnosti prijateľných rozhodnutí, prístupov a prvkov.

Štandardizácia vychádza z nasledujúcich aspektov:

- komplexnosť – zahrnutie všetkých súvislostí od vstupného materiálu, cez postupy jeho spracovania, plánovania a kontroly výstupných výrobkov,
- optimalizácia – výber optimálnej varianty, podľa pokrytia požadovaných informácií a zodpovedností,
- zúženie – výber najvhodnejšej varianty,
- zjednodušenie – jednoduché hľadanie varianty, ktoré vedie k minimalizácii komplikovaných postupov (Tomek a Vávrová, 2007, s. 72).

Chromjaková (2013, s. 35) hovorí, že štandardizovaná práca je základom lean konceptov, pretože využíva znalostnú krivku produkčných operácií pre stanovenie štandardu práce, štandardu operácie a štandardu pracoviska. Bez štandardizácie práce nie je možné uvažovať o optimalizácii hodnotového toku z dlhodobého hľadiska a taktiež operatívne plánovať a riadiť výrobné a administratívne procesy.

5.4 Ergonómia

Chundela (2013, s. 7) definuje ergonómiu ako interdisciplinárny systémový vedný obor, ktorý komplexne rieši činnosť človeka a jeho väzby s technikou a prostredím, s cieľom optimalizovať jeho psychickú a fyzickú záťaž a zaistiť rozvoj jeho osobnosti.

Pracovná poloha

Najčastejšími pracovnými polohami je sed a stoj, ale aj práca v pokrľaknutí, v predklone alebo v ležaní. Z fyziologického hľadiska je najvhodnejší sed, pretože je energicky menej náročný a dolné končatiny nie sú trvalo zatážené.

Výhody sedu:

- menšia energetická namáhavosť,
- jemnejšie a presnejšie pohyby,
- odľahčenie nôh,
- využívanie činnosti nôh,
- väčšie sústredenie.

Výhody státia:

- možnosť striedania polôh,
- väčší dosah končatín,
- väčšia sila a bdelosť,
- možnosť rýchleho úniku,
- možnosť striedania pracovísk (Chundela, 2013, s. 51).

Pohybový priestor

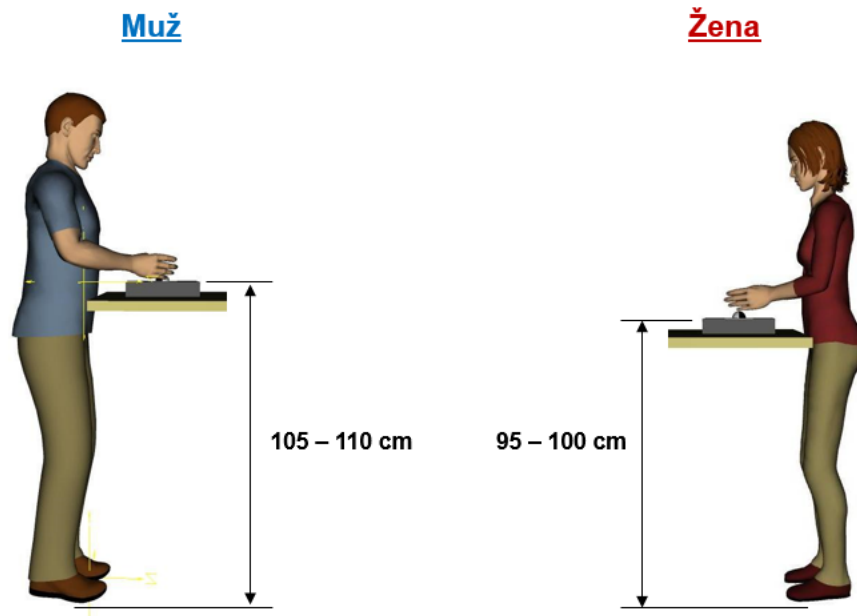
Pohybový priestor je taký, v ktorom sa vykonávajú určité pracovné činnosti. Poznáme dva druhy:

- manipulačný, ručný,
- pedipulačný, nožný.

Pracovný priestor a výška manipulačnej roviny musí rešpektovať:

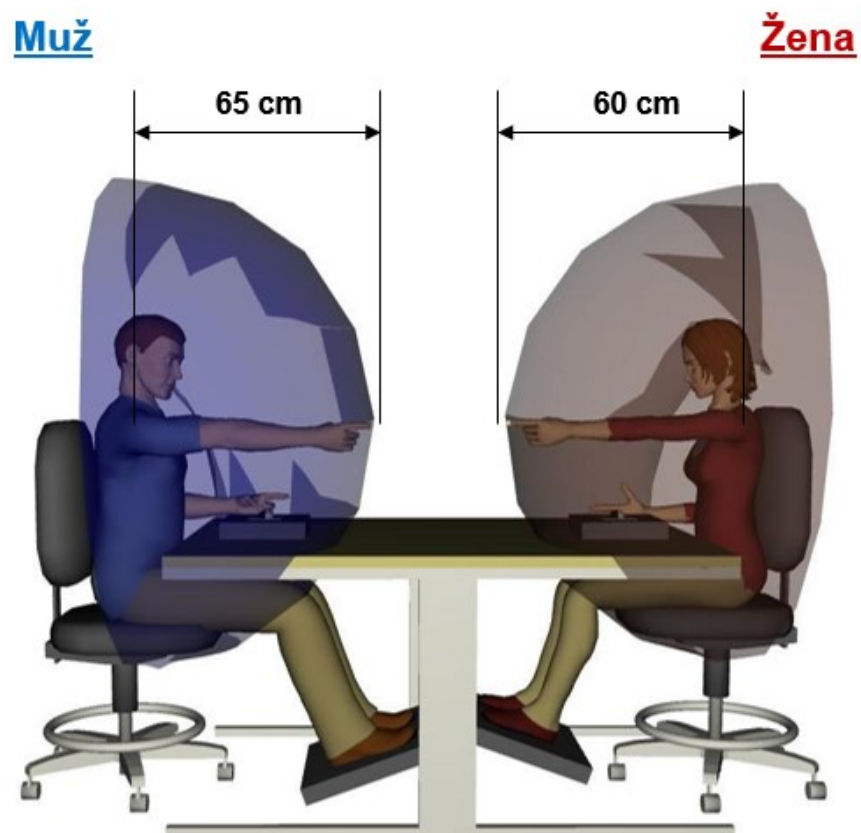
- rozmery pracovníka,
- rozmery predmetu práce,
- hmotnosť predmetu,
- zrakovú kontrolu,
- presnosť práce.

Výška pracovnej roviny pre ľahkú a strednú prácu v stoji je zobrazená na obrázku 5. Ak je práca náročnejšia, znižuje sa pracovná rovina o 10 cm. Pri presnej práci (vizuálna kontrola) sa pracovná rovina o 10 cm zvyšuje.



Obr. 5 Výška pracovnej roviny (Interné zdroje spoločnosti)

Výška stolu pre prácu v sede je pre ženu aj muža 75 – 80 cm. Minimálny priestor pre nohy je 65 cm, ktorý by mal obsahovať podperu pod nohy. Dosahy muža a ženy sú zobrazené na obrázku 6.



Obr. 6 Dosah muža a ženy pri práci (Interné zdroje spoločnosti)

5.5 Riadenie procesu

Svozilová (2011, s. 14) definuje proces ako sériu logicky súvisiacich činností alebo úloh. Ak sú vykonávané postupne má byť prostredníctvom nich dopredu definovaný súbor výsledkov. Procesný tok je teda sled krokov (činností, udalostí), ktorý predstavuje postupne rozvíjajúci sa proces, zapojuje do spolupráce aspoň dve osoby a vytvára určitú hodnotu pre zákazníka, ktorému má slúžiť.

Procesné riadenie zahŕňa všetky aktivity, ktoré súvisia s definíciou procesu, stanovením rolí v rámci procesu, hodnotením výkonnosti, korigovaním a riadením procesných tokov. Riadenie procesu je činnosť, ktorá využíva schopnosti, znalosti, nástroje, metódy a systémy k tomu, aby identifikovala, popisovala, merala, riadila, hodnotila a zlepšovala procesy so zámerom efektívneho pokrytia potrieb zákazníka procesu (Svozilová, 2011, s. 14).

5.6 Projektové riadenie

História riadenia projektu podľa Fialy (2004, s. 9) je spojená so stavbou egyptských pyramíd a Veľkej čínskej steny. Novšia história siaha do roku 1900, kde boli zavedené Ganttové diagramy ako vizuálny prostriedok pre plánovanie a riadenie stavby lodí. Tieto diagramy sú často používané v súčasnosti, pretože sú prehľadné a ľahko pochopiteľný prostriedok zdieľania plánovaných informácií.

Projekt je výsledkom materiálnej alebo nemateriálnej povahy založený na strategickom pláne. Je navrhnutý, organizovaný a realizovaný pod riadením niekoho v záujme vlastníka alebo zadávateľa (Fiala, 2004, s. 12).

Riadenie projektov je súbor modelov, metód, postupov, nástrojov a techník pre plánovanie a riadenie realizácie zložitých projektov.

Má tieto špecifické rysy:

- Projekt má definovaný začiatok aj koniec.
- Existuje vysoká miera neistoty.
- Používajú sa pružné organizačné štruktúry.
- Zloženie tímu projektu je premenlivé (Fiala, 2004, s. 13).

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

6 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť Hajdík, a. s. sa na trhu pohybuje od roku 1989, pričom sa stala certifikovaným dodávateľom z rad svetových firiem a špičiek vo svojom obore. Zaoberá sa kompletnou starostlivosťou o povrchovú úpravu prostredníctvom mokrého lakovania.

Cieľom spoločnosti je byť vo svojom odbore špičkou. Spoločnosť je tvorená 4 výrobnými divíziami, ktoré zaberajú celkovú plochu 14 000 m² a jej logo je zobrazené na obrázku 7. Hajdík, a. s. vlastní výskumné technologické centrum, v rámci ktorého vyvíjajú nové lakovacie systémy. Stredná veľkosť firmy sa môže pochváliť profesionálnym a vysoko motivovaným managementom, ktorý vedie celú spoločnosť k úspechu.

V súčasnej dobe firma zamestnáva 150 – 200 preškolených pracovníkov. Súčasťou tímu sú nielen robotnícke profesie, ale hlavne tím vysoko špecializovaných programátorov, ktorí programujú a riadia robotické lakovacie linky.

Okrem personálneho rastu sa spoločnosť snaží posilniť aj kvalitu služieb. Dokazujú to nielen uznania od zákazníkov, ale aj ocenenie od Ministerstva priemyslu a obchodu v ČR s názvom „Průmyslová nemovitost roku 2008“ (Hajdik, © 2017).



Obr. 7 Logo spoločnosti (Hajdik, © 2017)

6.1 Organizačná štruktúra

Organizačná štruktúra spoločnosti Hajdík, a. s. je vložaná v prílohe č. I v záverečných stranách diplomovej práce. Majiteľom firmy a predsedom predstavenstva je Filip Hajdík, MSc.

6.2 Výrobný program

Výrobný program spoločnosti Hajdík, a. s. pozostáva nielen z mokrého lakovania. Ďalšie služby, ktoré ponúka sú lisovanie plastov, možnosť drobných montáží a od roku 2020 je

v pláne dostať do prevádzky galvanovnu vo Valašskom Meziříčí, ktorá bude zameraná na povrchovú úpravu plastov.

Mokrú lakovanie je rozdelené na dva úseky, a to robotické prevádzky a ručné lakovanie. Lakovanie na všetkých úsekoch sú špecifické tým, že dokážu vyhovieť aj extrémnym nárokom na vzhľad a sú vhodné pre všetky typy povrchov. Lakovací systém je vždy upravený na mieru podľa daného projektu a hodnota výrobkov je na najvyššej úrovni.

Novinkou v portfóliu spoločnosti je lakovanie karbónových dielov, ktoré sú náročné na čistotu prostredia a špičkovú prácu preškolených pracovníkov (Hajdik, © 2017).

6.3 Stratégia firmy

Spoločnosť Hajdík, a. s. je označovaná za dynamickú rastovo orientovanú firmu. Svoju budúcnosť stavia na produkte s vysokou pridanou hodnotou pre zákazníka. Chce byť pre zákazníka dlhodobý žiadaný partner. Rozvoj a bezpečnosť podnikania sú založené na špičkovom obchodnom a výrobnom procese. Svoje vízie realizuje prostredníctvom zapáleného a výkonného kolektívu, ktorý je vedený samostatným managementom. Svoj rozvoj spájajú s efektívnejším využitím všetkých zdrojov firmy a neustálym zlepšovaním (Hajdik, © 2017).

Dôležité piliere firemnej kultúry sú spracované do stoviek konkrétnych bodov, projektov, tímov a podobne. Tým sa zaistí, aby sa nejednalo len o bezcenné a nedôveryhodné prehlásenie, ale o skutočné záväzky. Tieto myšlienky sú znázornené v strategickej ikone (obr. 8):



Obr. 8 Strategická ikona spoločnosti Hajdík, a. s. (Hajdik, © 2017)

6.4 Konkurencia

Vzhľadom na široké zameranie spoločnosti Hajdík, a. s. je ťažké uviesť najväčších konkurentov. Medzi 3 hlavných konkurentov, ktorý sa nachádzajú v okolí spoločnosti Hajdík, a. s. môžeme zahrnúť:

1. HP Lak, Ostrava-Kunčičky

Spoločnosť HP Lak (obr. 9) bola založená v roku 1995. Je to certifikovaná lakovňa, ktorá disponuje dvomi priebežnými linkami a dvomi ručnými pracoviskami. Vo svojom odbore sa zameriava na technológie typu tryskanie, fosfátovanie, lakovanie a tryskanie balotinou. Ručné lakovanie kusových a malých zákaziek prebieha v samostatných kabínach a lakovanie XXL produktov v linkových kabínach (HP Lak, © 2017).



Obr. 9 HP Lak (HP Lak, © 2017)

2. Fa – Kubica, priemyselná – mokrá lakovňa, Strážnice

Lakovňa Fa – Kubica (obr. 10) vzdialená 94 km, sídliaca v obci Strážnice, je zameraná na povrchové úpravy materiálov predovšetkým z kovu a plastov. Špecializuje sa na mokré lakovanie. Predúprava povrchov je tryskaním, pieskovaním alebo mechanickým čistením.

Hlavnou víziou spoločnosti je neustále zvyšovanie hodnoty všetkých činností a pracovných postupov v záujme zákazníkov. K dosiahnutiu všetkých cieľov udržujú výrobu a služby v najvyššej možnej kvalite (Kubica – Mokrú lakovňa, © 2016 – 2018).



Obr. 10 Fa – Kubica, Priemyselná - mokrá lakovňa (Kubica – Mokrú lakovňa, © 2016 – 2018)

3. Prášková lakovňa, Zlín/Jaroslavice

Spoločnosť Dobeš – Kovovýroba (obr. 11) spustila práškovú lakovňu v roku 2014. Za veľkú flexibilitu považuje dve lakovacie kabíny, ktoré slúžia na lakovanie, pričom jedna je automatická, kde prebieha lakovanie pomocou manipulátorov s možnosťou ručného dostriekania a druhá kabína je ručná, ktorá umožňuje takmer okamžitú zmenu farebného odtieňu lakovaných dielcov. Predúprava povrchov je riešená prejazdňým taktovacím odmasťovacím strojom (Dobeš – Prášková lakovňa, © 2017).



Obr. 11 Prášková lakovňa Zlín/Jaroslavice (Dobeš – Prášková lakovňa, © 2017)

6.5 SWOT analýza spoločnosti

Silné stránky, slabé stránky, príležitosti a hrozby spoločnosti sú spracované v tabuľke 1.

Medzi silné stránky spoločnosti patrí vlastné vývojové laboratórium a schopnosť inovácií, taktiež otvorenosť k zmenám, ktoré sa prejavilo podporou priemyselného inžinierstva vo firme. Kvalifikovaní zamestnanci sú vždy silnou stránkou každej spoločnosti a nie je na tom inak ani spoločnosť Hajdík. Firma ponúka svojim zamestnancov nielen spravodlivú odmenu, ale aj príplatky za nadčasy a finančné príspevky na voľnočasové aktivity. Pracovníkom v administratíve ponúka mobil a notebook aj pre súkromné účely, pružnú pracovnú dobu a hodiny vzdelávania v cudzom jazyku.

Slabými stránkami spoločnosti je absencia priemyselného inžinierstva, ktoré sa začalo rozvíjať až v júli minulého roku. Najväčšou slabou stránkou vo firme je plánovanie, ktoré spôsobuje veľké množstvo plytvania – nadprodukcii, čakanie, zbytočný transport, chybovosť a iné. V dnešnej dobe veľa firiem bojuje s nedostatkom zamestnancov, ktorí sú nahradzovaní agentúrnymi pracovníkmi bez kvalifikácie a skúseností. Bohužiaľ český trh neponúka dostatok pracovných síl, preto aj spoločnosť Hajdík, a. s. využíva pomoc personálnych agentúr a zamestnáva pracovníkov z Ukrajiny a Slovenskej republiky, ktorým je nutné venovať množstvo času pri učení a začlenení do výrobného systému a pracovného kolektívu. Medzi slabé stránky patrí aj firemná kultúra. Existuje veľmi slabá komunikácia medzi vedením a zamestnancami a zamestnanci sú postihovaní za nekvalitu, za ktorú priamo nezodpovedajú. Poslednou slabou stránkou spoločnosti je rozdelenie kompetencií, s ktorou súvisí aj neúplná organizačná štruktúra, ktorá by stanovila náplň práce všetkých pracovníkov firmy. Avšak na organizačnej štruktúre, a na rozdelení kompetencií sa intenzívne pracuje.

Vzhľadom na rozširujúce sa portfólio služieb sú príležitosťou pre spoločnosť nové projekty, ako aj získanie nových zákazníkov. Najväčšou príležitosťou je výstavba Galvanovny vo Valašskom Meziříčí, kde budú prebiehať povrchové úpravy dielov. Nutné je zdôrazniť príležitosť pre spoločnosť vo forme nového prevádzkového riaditeľa, ktorý je expertom v zavádzaní metód priemyselného inžinierstva a bude firmu tlačiť k vyššej produktivite, znižovaniu chybovosti a tým pádom aj k vyšším ziskom.

Hrozbou pre spoločnosť môže byť tlak zo strany dodávateľov. V súčasnej dobe sú dodávateľmi zákazníci, s ktorými sa snažia držať nadštandardné vzťahy a vyhovieť každej požiadavke. Konkurencia je ďalšou možnou hrozbou, ktorá môže nastať. Aktuálne je

spoločnosť špičkovou firmou vo svojom obore a zvláda konkurenčné tlaky, ktoré nie sú príliš vysoké. Vzhľadom na to, že vo firmách existuje fluktuácia, ktorá môže byť tiež hrozbou, spoločnosť Hajdík, a. s. jej predchádza rôznymi aktivitami, ktoré usporadúva na zjednotenie všetkých svojich zamestnancov. Zamestnanci sú prioritou vo firme, pretože vytvárajú pridanú hodnotu produktov, za ktoré sú zákazníci ochotní zaplatiť. Nedostatok zamestnancov na trhu práce je aktuálnou témou Českej republiky a spoločnosť s tým bojuje využitím personálnych agentúr.

Tabuľka 1 SWOT analýza spoločnosti (vlastné spracovanie)

Silné stránky	Index	Hodnotenie	Slabé stránky	Index	Hodnotenie
Otvorenosť k zmenám	0,3	4	Absencia PI	0,2	3
Schopnosť inovácií	0,2	5	Nedostatok zamestnancov	0,2	4
Vlastné vývojové laboratórium	0,2	5	Plánovanie	0,3	5
Dostatok finanč. prostriedkov	0,1	3	Rozdelenie kompetencií (zodpovednosti)	0,1	3
Kvalifikovaní zamestnanci	0,2	4	Firemná kultúra	0,2	4
	1	4,3		1	4
Príležitosti	Index	Hodnotenie	Hrozby	Index	Hodnotenie
Nové projekty	0,3	4	Tlak zo strany dodávateľov	0,3	3
Získanie nových klientov	0,2	4	Konkurencia	0,2	3
Výstavba Galvanovny	0,3	5	Nedostatok pracovníkov na trhu práce	0,3	4
Nový skúsený prevádzkový riaditeľ	0,2	3	Vysoká fluktuácia	0,2	3
	1	4,1		1	3,6

6.5.1 Matica príležitostí

Matica príležitostí (obr. 12) slúži na hodnotenie spoločnosti, rozdelením jej možných príležitostí podľa atraktivity a pravdepodobnosti úspechu.

Legenda:

- Kvadrant 1 – najlepšie príležitosti
- Kvadranty 2 a 3 – príležitosti, ktoré sú sledované pre prípade zvýšenia atraktívnosti a pravdepodobnosti úspechu
- Kvadrant 4 – nepatrné príležitosti

		Pravdepodobnosť úspechu	
		Vysoká	Nízka
Atraktivita	Vysoká	1 Výstavba galvanovny Nový prevádzkový riaditeľ	2
	Nízka	3 Nové projekty Získanie nových klientov	4

Obr. 12 Matica príležitostí (vlastné spracovanie)

Najlepšou príležitosťou spoločnosti je výstavba galvanovny a nový skúsený prevádzkový riaditeľ. Prijatie nových projektov a získanie nových klientov by mala spoločnosť sledovať s cieľom zvýšenia atraktivity.

6.5.2 Matica hrozieb

Matica hrozieb (obr. 13) sleduje možné hrozby spoločnosti podľa ich závažnosti a pravdepodobnosti výskytu.

Legenda:

- Kvadrant 1 – najväčšie hrozby
- Kvadranty 2 a 3 – sledované hrozby pre prípad zvýšenia ich výskytu
- Kvadrant 4 – najmenej závažné hrozby

		Pravdepodobnosť výskytu	
		Veľká	Malá
Závažnosť	Veľká	1 Nedostatok pracovníkov na trhu práce Vysoká fluktuácia	2 Konkurencia Tlak zo strany dodávateľov
	Malá	3	4

Obr. 13 Matica hrozieb (vlastné spracovanie)

Najväčšou hrozbou pre spoločnosť je nedostatok pracovníkov na trhu práce a zároveň vysoká fluktuácia zamestnancov. Nielenže je veľká závažnosť, ale aj pravdepodobnosť výskytu je vysoká. Spoločnosť by sa mala týmto hrozbám intenzívne venovať a pokúsiť sa znížiť pravdepodobnosť výskytu.

Medzi závažné hrozby, ale s malou pravdepodobnosťou výskytu patrí konkurencia a tlak zo strany dodávateľov. Odporúčaním pre spoločnosť je sledovanie týchto hrozieb za účelom minimalizovania pravdepodobnosti výskytu alebo úplného odstránenia.

7 POPIS PROJEKTU

V júni roku 2017 prijalo obchodné oddelenie spoločnosti Hajdík, a. s. objednávku od zákazníka na lakovanie dielov z automobilového radu športovej značky skupiny Volkswagen Group. Vzhľadom na množstvo odlišných súčiastok bol tento projekt považovaný za veľmi náročný, preto sa pracovníci projektového riadenia a výroby obrátili na čerstvo prijatých priemyselných inžinierov.

Prvou úlohou bolo na základe určitých parametrov vybrať linku, na ktorej bude lakovanie surových dielov prebiehať. Tento bod je spracovaný v ďalšej kapitole – Výber vhodného pracoviska.

Implementácií dielov do výroby predchádza vzorové lakovanie surových dielov, pri ktorých sme pozorovaním zistili, že to nebude jednoduché. Z hľadiska priemyselného inžinierstva bolo zistených niekoľko nedostatkov.

Vzhľadom na neexistujúci layout, boli stoly pred lakovacou kabínou rozmiestnené ľubovoľne a pracovníci pri navesovaní kusov, zvesovaní kusov, kontrole a balení prešli množstvo krokov. Operátori vo výrobe nemali k dispozícii žiadne pracovné inštrukcie, ktoré by boli dostačujúce a obsahovali by všetko potrebné k plynulému toku materiálu, preto sa medzi sebou rôzne motali, ale navzájom si pomáhali. Pred implementáciou projektu do výroby bol odhadom stanovený počet potrebných pracovníkov a pracovník plánovania musí vydať výrobný príkaz, ktorý obsahuje čas v sekundách na kus trvania jednotlivých činností, z dôvodu mzdového ohodnotia. TPV časy boli stanovené odhadom, bez pozorovania a merania priamo vo výrobe v porovnaní s iným projektom, preto bola zostavená MOST analýza na porovnanie.

Úlohou projektu bolo vymyslieť univerzálny layout, ktorý by slúžil nielen nami analyzovanému projektu, ale taktiež ďalším projektom, ktoré sa na danej linke už lakujú. Medzi ďalšie úlohy patrí nameranie časov, ktoré reálne odpovedajú času trvania jednotlivých činností, stanoviť potrebný počet operátorov, zaviesť vizualizáciu pracoviska a doplniť pracovné inštrukcie o všetky potrebné informácie.

Na základe spracovania všetkých úloh tohto zložitého projektu, je možné použiť tieto informácie na ďalšie nové prichádzajúce projekty, ktoré bude už jednoduchšie implementovať do výroby.

7.1 Projektový tým


Garant projektu: Spoločnosť Hajdík, a. s.

Realizátori projektu: Bc. Běhunčíková Petra, Ing. Šišková Veronika, Ph. D.

Konzultanti projektu: oddelenie logistiky, výroby, kvality, projektového riadenia

7.2 Projektový list

Tabuľka 2 Projektový list (vlastné spracovanie)

 LAKOVNA HAJDÍK		PROJEKTOVÝ LIST		
Názov projektu	Implementácia nového projektu.			
Vedúci projektu	Projektový manažér			
Dátum zahájenia	1.7.2017	Dátum ukončenia	30.4.2018	
Popis projektu	Zlepšenie súčasného výrobného systému pomocou metód priemyselného inžinierstva.			
Súčasný stav	Súčasný stav výrobného systému neodpovedá potrebám rozvoja firmy.			
Cieľový stav v roku 2018	Výrobný systém doplnený o nový univerzálny layout, reálne namerané časy, optimálny počet operátorov, zavedenie vizualizácie a štandardizácie práce.			
Realizátor projektu				
Ciele projektu	Pôvodný stav	Cieľ	Termín	Pozn.
Analýza súčasného stavu	-	Zmapovať	31.8.2017	Splnené
Vytvorenie layoutu	Neexistuje	Vytvoriť	31.12.2017	Splnené
Reálne namerané časy	Existuje len odhad časov	Spracovať	31.1.2018	Splnené
Stanovenie optimálneho počtu OP	Existuje len odhad počtu OP	Stanoviť	31.1.2018	Splnené
Vizualizácia pracoviska	Existuje čiastočne	Uskutočniť	30.4.2018	Splnené čiastočne
Štandardizácia práce	Pracovné inštrukcie sú nedostačujúce	Doplniť	30.4.2018	Splnené
Očakávané prínosy	Zostavením vhodného layoutu sa zníži čas potrebný na vykonávanie jednotlivých činností. Znížením času sa zníži počet pracovníkov, potrebných na plynulý tok materiálu od vstupného skladu po expedíciu k zákazníkovi. Správnou vizualizáciou sa eliminuje plytvanie vo forme hľadania, zbytočných pohybov a nadbytočného transportu. Vhodnou štandardizáciou práce pre domácich a zahraničných pracovníkov sa zvýši produktivita a zníži sa počet zmätkov.			

7.5 SWOT analýza projektu

Silné stránky, slabé stránky, príležitosti a hrozby projektu sú spracované v tabuľke 4.

Medzi silné stránky projektu patrí vlastné vývojové laboratórium, ktoré vytvorilo presne na mieru daný proces lakovania, kvalifikovaní zamestnanci, ktorí vytvorili kvalitne nalakované produkty. Ďalšími silnými stránkami sú priaznivé ceny služieb a dostatok finančných prostriedkov, ktoré môže spoločnosť do projektu investovať.

Slabými stránkami je absencia priemyselného inžinierstva, vrátane nevytvoreného štíhleho layoutu, ktorý by zabránil plytvaniu, nedostatočných meraní časov operácií, ktoré by slúžili na možné zníženie počtu pracovníkov a nezavedená vizualizácia haly, ktorej zavedenie by slúžilo na odstránenie hľadania, zbytočných pohybov, transportu, poprípade zranení.

Najväčšou príležitosťou je teda zavedenie metód priemyselného inžinierstva, či získanie nových klientov a nových projektov.

Hrozbami môže byť zhoršenie dodaných vstupných prípravkov, ako sú farby a iné, ale aj konkurencia a nedostatok pracovníkov.

Tabuľka 4 SWOT analýza projektu (vlastné spracovanie)

Silné stránky	Index	Hodnotenie	Slabé stránky	Index	Hodnotenie
Kvalitne nalakované produkty	0,3	5	Nevytvorený LEAN layout	0,2	4
Vlastné vývojové laboratórium	0,2	5	Nedostatok zamestnancov	0,2	4
Kvalifikovaní zamestnanci	0,2	5	Nedostatočné meranie času operácií	0,2	4
Dostatok FP	0,1	4	Plánovanie	0,2	3
Primerané ceny služieb	0,2	4	Nezavedená vizualizácia haly	0,2	4
	1	6,2		1	3,8
Príležitosti	Index	Hodnotenie	Hrozby	Index	Hodnotenie
Nové projekty	0,3	4	Zhoršenie vstupných prípravkov (farby)	0,4	4
Získanie nových klientov	0,3	4	Konkurencia	0,2	3
Zavedením metód PI - minimalizácia plytvania	0,4	5	Nedostatok pracovníkov	0,4	3
	1	4,4		1	3,4

7.5.1 Matica příležitostí projektu

V prvom kvadrante, ktorý znázorňuje najlepšie príležitosti, je umiestnená príležitosť minimalizácie plytvania dosiahnutá zavedením metód priemyselného inžinierstva. Atraktivita a pravdepodobnosť úspechu tejto príležitosti sú na vysokej úrovni.

Nové projekty a získanie nových klientov je v treťom kvadrante z dôvodu nízkej atraktivity, ale vysokej pravdepodobnosti úspechu.

		Pravdepodobnosť úspechu	
		Vysoká	Nízka
Atraktivita	Vysoká	1 Zavedením metód PI – minimalizácia plytvania	2
	Nízka	3 Nové projekty Získanie nových klientov	4

Obr. 14 Matica príležitostí projektu (vlastné spracovanie)

7.5.2 Matica hrozieb projektu

Najväčšou hrozbou spoločnosti je nedostatok pracovníkov. Vzhľadom na nedostatok pracovníkov na trhu práce sú pravdepodobnosť výskytu a závažnosť na vysokej úrovni.

Malou pravdepodobnosťou výskytu, ale veľkou závažnosťou sú pre firmu hrozby ako konkurencia a zhoršenie vstupných prípravkov (farby).

		Pravdepodobnosť výskytu	
		Veľká	Malá
Závažnosť	Veľká	1 Nedostatok pracovníkov	2 Zhoršenie vstupných prípravkov (farby) Konkurencia
	Malá	3	4

Obr. 15 Matica hrozieb projektu (vlastné spracovanie)

7.6 Logický rámec

Logický rámec zahŕňa popis cieľov, zdrojov a aktivít súvisiacich s daným projektom. V logickom rámci je definovaný projektový cieľ, ktorý podporuje dosiahnutie hlavného cieľa a výstupy projektu. K cieľom a výstupom sú priradené objektívne overiteľné informácie a prostriedky overenia. K výstupom projektu sú definované čiastočné aktivity. Logický rámec dopĺňujú predpoklady a riziká projektu.

Tabuľka 5 Logický rámec projektu (vlastné spracovanie)

Strom cieľov	Objektívne overiteľné informácie	Prostriedky overenia	Predpoklady a riziká
Hlavný cieľ:			
Zavedenie projektu s využitím metód priemyselného inžinierstva	Použitie metód priemyselného inžinierstva	Interný program spoločnosti	
Projektový cieľ:			
Zavedenie postupov pri zavádzaní nových projektov	Použitie metód priemyselného inžinierstva	Interný program spoločnosti	
Výstupy:			
Analýza súčasného stavu výroby	Pozorovanie, meranie	Praktická časť DP	Predpoklady: Podpora od vedenia firmy, ochota zamestnancov spolupracovať a prijať nové veci, správne analyzovanie, zostavenie vhodného layoutu.
Príprava MOST analýzy	Praktická časť DP	Praktická časť DP	
Návrh layoutu a stanovenie optimálneho počtu OP	Štíhly layout	Praktická časť DP	
Minimalizovanie plytvania	Praktická časť DP	Praktická časť DP	
Aktivity:	Prostriedky	Harmonogram	
Zoznámenie s firemnou kultúrou	Rozhovory s vedením firmy, rozhovory so zamestnancami, pozorovanie, meranie, MS Excel, MS Visio, AutoCAD.	júl 2017	Riziká: Strata dát, nesprávne nameranie dát, nesplnenie cieľov organizácie, neochota spolupráce zo strany firmy.
Zadanie nového projektu		júl 2017	
Zostavenie projektového tímu		júl 2017	
Analýza súčasného stavu výroby		júl - september 2017	

MOST analýza		september 2017	
Zber dát, meranie		júl 2017 – január 2018	
Návrh nového layoutu a stanovenie optimálneho počtu OP		september 2017 - január 2018	
Zavedenie vizualizácie, metódy 5S a štandardizácie práce		február - apríl 2018	

7.7 Riziková analýza – RIPRAN

Pre identifikáciu možných rizík projektu je použitá metóda RIPRAN, v ktorej dochádza k určeniu možných rizík, jednotlivých scenárov a návrh možných nápravných opatrení.

Pravdepodobnosť	
Vysoká pravdepodobnosť (VP)	Nad 66%
Stredná pravdepodobnosť (SP)	33% - 66%
Nízka pravdepodobnosť (NP)	Pod 33%

Dopad	
Veľký nepriaznivý dopad na projekt (VD)	20 - 100%
Stredný nepriaznivý dopad na projekt (SD)	0,5 - 20%
Malý nepriaznivý dopad na projekt (ND)	0 - 0,5%

	VD	SD	MD
VP	VHR	VHR	SHR
SP	VHR	SHR	NHR

Hodnota rizika			
Vysoká hodnota rizika (VHR)			
Stredná hodnota rizika (SHR)			
Nízka hodnota rizika (NHR)			
NP	SHR	NHR	NHR

Tabuľka 6 Riziková analýza projektu (vlastné spracovanie)

ID	Hrozba	P-sť hrozby	Scenár	P-sť scenára	Celková P-sť	Dopad	Hodnota rizika	Opatrenie	
1	Zmena spoločnosti	21%	Odloženie DP na ďalší rok	100%	21%	NP	VD	SHR	Uzatvoriť s firmou zmluvu
2	Nedokončenie DP	10%	Odloženie DP na ďalší rok	85%	8,5%	NP	SD	NHR	Dodržať časový harmonogram
			Ukončenie štúdia	15%	1,5%	NP	SD	NHR	
4	Strata dát	30%	Nedodržanie časového harmonogramu	99%	29,7 %	NP	VD	SHR	Pravidelné zálohovanie dát na rôzne úložiská
5	Nesprávne namerané dáta	45%	Nebudú definované podstatné nedostatky	90%	40,5 %	SP	VD	VHR	Zvýšená opatrnosť pri meraní, pravidelné merania a konzultácie
6	Získané nesprávne informácie	40%	Nebudú definované podstatné nedostatky	90%	36%	SP	VD	VHR	Zvýšená kontrola získavaných dát
7	Nesplnenie cieľov organizácie	20%	Prepracovanie projektu	75%	15%	NP	SD	NHR	Pravidelné kontroly práce so zadaním
8	Neochota spolupráce zo strany firmy	10%	Zmena firmy	80%	8%	NP	SD	NHR	Zvýšená komunikácia s firmou

Vysokými rizikami projektu sú nesprávne namerané dáta a získané nesprávne informácie. Týmto rizikám sa bude predchádzať zvýšenou opatrnosťou pri meraní, pravidelnými meraniami, konzultáciami a zvýšenou kontrolou získavaných dát.

Strednými rizikami sú zmena spoločnosti, ktorej predchádza uzatvorená zmluva s firmou a strata dát. Opatrením tohto rizika je pravidelné zálohovanie dát na rôzne úložiská.

8 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Táto kapitola je zameraná na analýzu súčasného stavu. Začína prijatím zákazky prvou kapitolou – projektové riadenie zákaziek, nasleduje podrobné definovanie produktu, ktorého sa týka diplomová práca, charakterizovanie jednotlivých činností, ktorými prechádza materiál od vstupného skladu až k expedícií. Záverom analytickej časti je na základe parametrov uskutočnený výber vhodného pracoviska na implementáciu projektu do výroby a splnenie tak požiadaviek zákazníka.

8.1 Projektové riadenie zákaziek

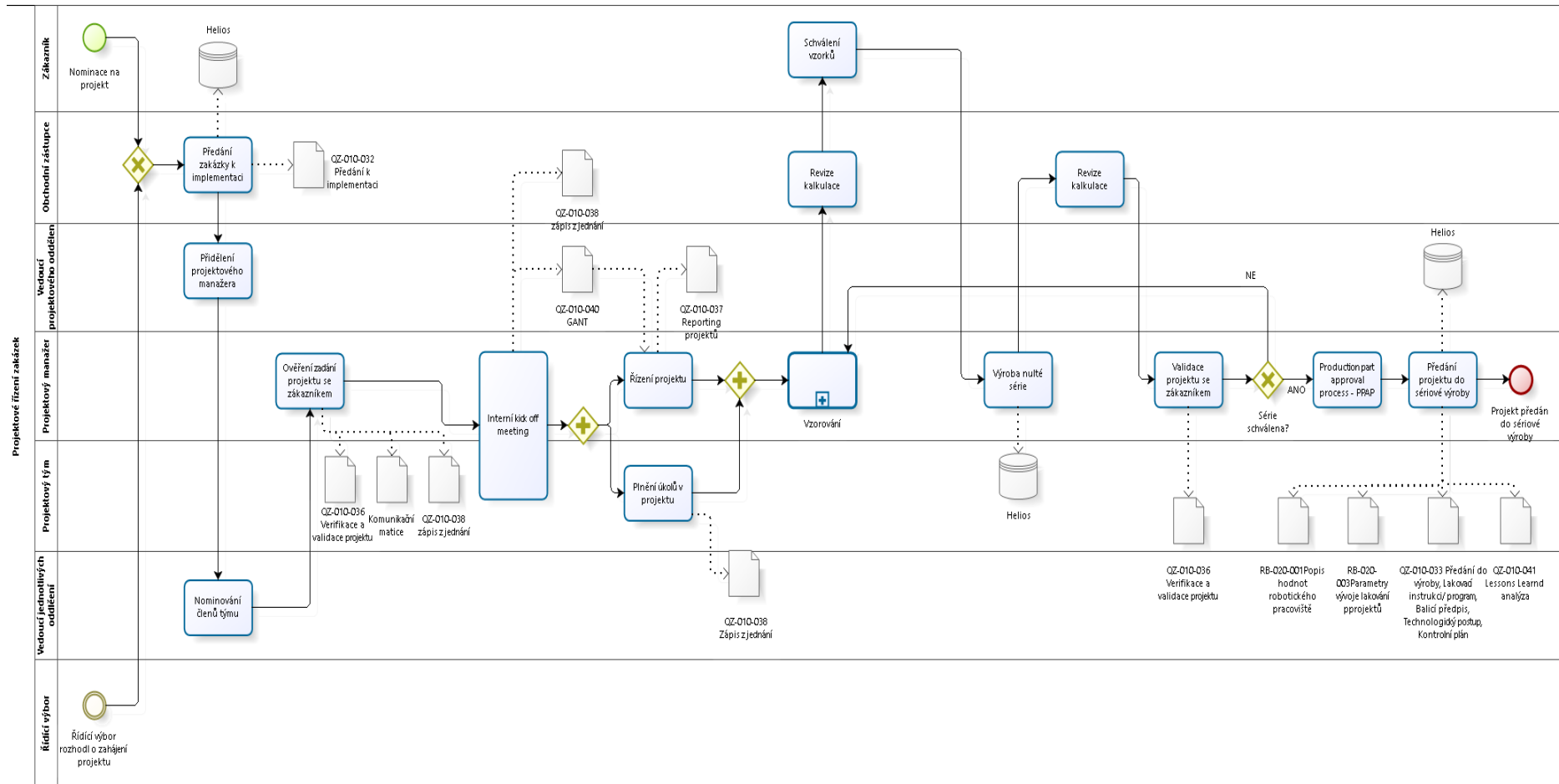
Celý projekt začína prijatím objednávky od zákazníka a ďalší postup je popísaný a jednotlivé činnosti charakterizované v nasledujúcej tabuľke:

Tabuľka 7 Postup projektového riadenia zákazky (vlastné spracovanie)

ID	Názov činnosti	Vykonávateľ	Popis činnosti
1	Zahájenie projektu	Riadiaci výbor	Riadiaci výbor rozhodol o zahájení projektu.
2	Zákazka prevedená k implementácií	Obchodné oddelenie	Z obchodného oddelenia je projekt prevedený na projektové oddelenie pomocou odovzdávajúceho protokolu.
3	Pridelenie projektového manažéra	Vedúci projektového oddelenia	
4	Nominovanie členov tímu	Vedúci jednotlivých oddelení	
5	Overenie zadania projektu so zákazníkom	Projektový manažér	Stanovenie jednotlivých míľnikov projektu a definované zákaznicke požiadavky. Požiadavky a míľniky sú odsúhlasené a podpísané projektovým manažérom a zákazníkom.
6	Interný kick off meeting	Projektový manažér + projektový tím	Po získaní projektu a pred zahájením prípravnej fáze projektu je zvolaný Kick off Meeting za účasti zástupcov logistiky, nákupu, kvality, výroby a výskumu a vývoja. V tejto časti sú rozdáné jednotlivé úlohy, zodpovednosti, kompetencie a sú nastavené hlavné míľniky projektu. Všetko je zapísané do harmonogramu projektu.

7	Riadenie projektu	Projektový manažér	Projektový manažér zvoláva pravidelné schôdzky s členmi tímu. Na schôdzkach vyhodnocuje plán projektu a zápis z predchádzajúcich schôdzok. Stav projektu reportuje riadiacemu výboru.
8	Splnenie úloh v projekte	Projektový tím	
9	Vzorkovanie	Projektový manažér	Podľa dohodnutého plánu projektu a definovaných zákaznických požiadavkou sa vykoná vzorkovanie. Následne sa na kusoch uskutoční meranie, testy a skúšky. Na základe výsledkov vzorkovania sa so zákazníkom dohodnú na OK, NOK a limitných vzorkách.
10	Revízia kalkulácie	Obchodný zástupca	
11	Schválenie vzoriek	Zákazník	
12	Výroba nulte série	Projektový manažér	Na základe vyhodnotenia vzorkovania a príprave výrobných dokumentácie sa realizuje nultá séria. Vyhodnotenie nulte série sa sleduje v programe Helios.
13	Revízia kalkulácie	Obchodný zástupca	
14	Validácia projektu so zákazníkom	Projektový manažér	Projektový manažér vyhodnocuje so zástupcom zákazníka, či boli splnené všetky zákaznicke požiadavky, ktoré boli definované. V prípade, že je všetko splnené, tak je projekt schválený.
15	Prevedenie projektu do sériovej výroby	Projektový manažér	Implementačný tím dáva do výroby kompletnú dokumentáciu k projektu. Aby mohla výroba začať projekt realizovať, potrebuje minimálne schválené vzorky farby a riadenú dokumentáciu - lakovacie inštrukcie/program, technologický postup, baliaci predpis, kontrolný plán.

Pre lepšie predstavenie celého priebehu projektu firmou od prijatia objednávky až po implementáciu do výroby je proces zobrazený na nasledujúcej mape procesu, ktorá bola spracovaná v programe Bizagi.



Obr. 16 Projektové řízení společnosti (interné zdroje společnosti)

8.2 Predstavenie sledovaného produktu

Projekt, ktorý bol označený za náročný už pri prijatí objednávky, je rozdelený na 8 skupín, označených písmenami postupne K – S. Je dôležité definovať pojem jig. Znamená to menší rámik (obr. 17), na ktorý sú navesované samotné diely a ten je zavesený na rám. Každá skupina má svoje vlastné jigy s rôznymi úchytkami, ktoré sú umiestňované na univerzálne rámy. Tieto rámy sú vložené do držiakov, ktoré sa pohybujú po dopravníku linky.



Obr. 17 Jigy s kusmi navesené na ráme (vlastné spracovanie)

Prvá skupina je rozdelená na dlhé a krátke lišty. Dlhých lišt sa navesuje 18 kusov na jig a krátkych lišt 36 kusov. Dlhé lišty sú analyzované po zvyšok diplomovej práce, pretože sa od ostatných skupín líšia tým, že sú kusy navesované na jiggy mimo pracovisko navesovania a preto treba zvažovať, kde bude toto pracovisko umiestnené. Je to z dôvodu dlhého trvania činnosti a operátori by nestíhali navesovať na jiggy a rámy v taktu linky.

Čas činností krátkych lišt je o polovicu nižší ako u dlhých, preto nie je nutné analyzovať oba druhy. Tieto diely (obr. 18) sú navesované na jiggy, jiggy sú navesované na rámy v počte 2 jiggy na jednu stranu rámu a 2 kusy na druhú stranu rámu. Celý rám teda obsahuje 4 jiggy obojstranne.



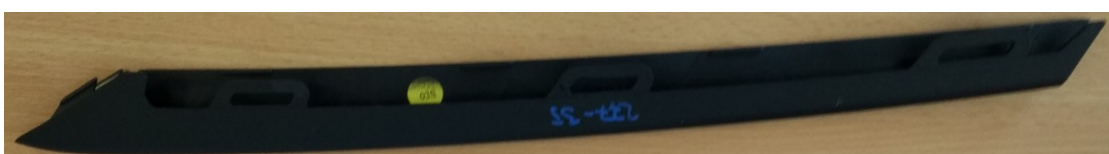
Obr. 18 Skupina K (Interné zdroje spoločnosti)

Skupina L (obr. 19), takzvané „rámečky“ sa navesujú v taktu linky na jiggy, ktoré sú už dopredu nachystané na rámoch. Na ráme je zavesený vždy len jeden jig na jednej strane, na druhej strane druhý jig. Na jiggy je navesených 6 kusov. Pri obojstrannom lakovaní je navesených 12 dielov na celom ráme.



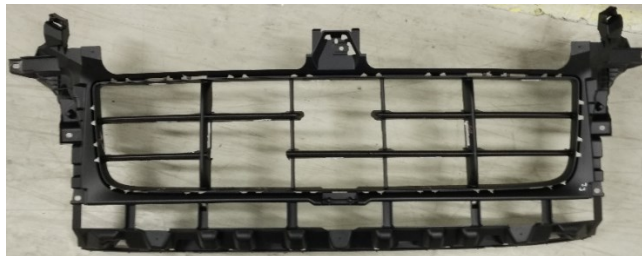
Obr. 19 Skupina L (Interné zdroje spoločnosti)

Skupina M (obr. 20), nazývaná „široké lišty“ sú navesované taktiež v taktu linky v počte 14 kusov na jig, pričom na ráme je navesený len jeden jig. V prípade obojstranného lakovania to je 28 kusov na celom ráme.



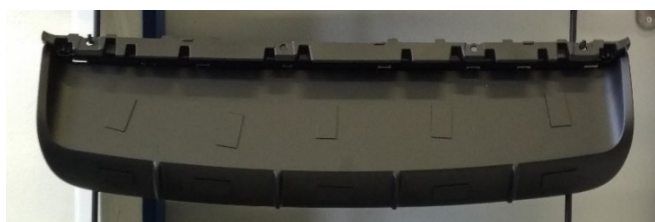
Obr. 20 Skupina M (Interné zdroje spoločnosti)

Skupina N (obr. 21), takzvané „grily“ sú navesované po dvoch kusoch na jig a jeden jig na jednej strane ráme. Je možné taktiež obojstranné lakovanie, teda sú na celom ráme 4 kusy tejto skupiny.



Obr. 21 Skupina N (Interné zdroje spoločnosti)

Skupina O (obr. 22) je menej častým produktom vo výrobnom pláne. Na jednom ráme, ktorý jednostranne obsahuje jeden jig je zavesených 5 kusov. Obojstranne sa nalakuje 10 kusov.



Obr. 22 Skupina O (Interné zdroje spoločnosti)

Skupina P (obr. 23), zvané „mlhovky“ sú navesované po 8 kusov na jeden jig. Opäť je na ráme jednostranne len 1 jig a obojstranne je možné nalakovať naraz 16 kusov.



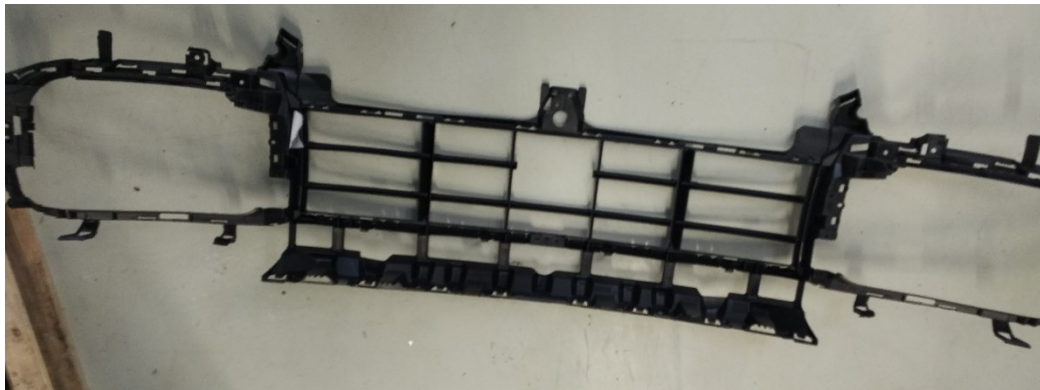
Obr. 23 Skupina P (Interné zdroje spoločnosti)

Skupina R (obr. 24), tzv. „hokejky“ sú navesované po 12 kusov na jig jednostranne, obojstranne teda 24 kusov. Na ráme je možné umiestniť len jeden jig z jednej strany a druhý jig z druhej strany.



Obr. 24 Skupina R (Interné zdroje spoločnosti)

Poslednou skupinou je skupina S (obr. 25). Jej diely sú väčších rozmerov a na jeden celý rám sa obojstranne zmestia len dva kusy. Jeden je navesený z jednej strany a druhý z druhej strany. Avšak na ráme musia byť tiež zavesené jigy, aby boli k dispozícii úchytky, na ktoré sú diely zavesené.



Obr. 25 Skupina S (Interné zdroje spoločnosti)

8.3 Popis pracovných činností

Lakovanie dielov nového projektu pozostáva z viacerých činností, a to vešanie kusov na rámy, ionizácia, odmasťovanie, nazývané manuálnym čistením, lakovanie, zvesovanie kusov z rámov, výstupná kontrola a balenie. Surové kusy sú navázané do výroby zo skladu vstupného materiálu a hotové kusy sú odvázané po výstupnej kontrole do expedičného skladu.

8.3.1 Vešanie kusov na rámy

Operátor vyberie kusy z balenia a kus po kuse navesuje na rám. Diely sú nasadzované až k dorazom, aby sa minimalizovalo uvoľnenie pri ofúknutí tlakovým ionizovaným vzduchom. Táto operácia zahŕňa aj prípravu rámov a prípravu jigov k danému projektu.

Rozdiel je v prípade, ak sa diely navesujú na jiggy mimo linku, tzv. offline. V tomto prípade je len príprava rámov a následne sú jiggy navesované na rámy už s kusmi.

8.3.2 Ionizácia a manuálne čistenie kusov

Navesené kusy na ráme sú ofúknuté ionizovaným vzduchom a následne ich musí operátor odmastiť vlhčenými obrúskami. Tesne pred vstupom do linky sú kusy znova ofúknuté tlakovým ionizovaným vzduchom v tvare písmena S. Táto operácia je dôležitá z dôvodu, aby sa kusy zalakovali bez usadených nečistôt. Pri podcenení operácie odmastenia a ofúknutia kusov vznikajú na hotových dieloch hrudky a smeti a tieto kusy sú zahrnuté medzi NOK kusy, resp. zmätky.

8.3.3 Lakovanie

Očistené kusy navesené na ráme vchádzajú do linky, kde prebieha proces lakovania. Čas lakovania je pre každý projekt individuálny. Na robotických linkách sa o proces lakovania starajú technici liniek, na ťažkej a ručnej lakovni lakujú lakovníci. Lakovanie zahŕňa proces prípravy farieb, záznamy o nastavení linky, záznamy o údržbe a záznamy o teplotách a viskozitách. Celý proces lakovania a sušenia môže trvať približne 4 – 5 hodín, podľa projektu.

8.3.4 Zvesovanie kusov z rámov

Nalakované a osušené kusy zvesí operátor na odkladaciu plochu. V prípade, že sa jedná o projekt, kde sú kusy navesované offline, mimo linku priamo na jiggy a následne zavesené na rám, sú tieto kusy zvesené s jigom a položené na odkladaciu plochu. Je dôležité do tejto činnosti zahrnúť aj proces odobratia rámu z držiaku, aby bol držiak pripravený na rám pre ďalší projekt.

8.3.5 Výstupná kontrola a balenie

Pracovník výstupnej kontroly vezme kusy z odkladacej plochy, skontroluje a zabalí do originál balenia. V prípade, že si z odkladacej plochy vezme celý jig s kusmi, po zvesení, skontrolovaní a zabalení hotových výrobkov musí z jigu odstrániť rebríky, ktoré uloží zvlášť na paletu a jig vloží do vozíku s prázdnyimi jigmi.

8.4 Výber vhodného pracoviska

Vzhľadom na to, že ide o lakovanie veľkého množstva kusov v každej skupine, môžeme hovoriť o sériovej výrobe. Ručné lakovanie a ťažká lakovňa sú zamerané na menšie množstvo väčších kusov, preto zvolíme vhodnú linku na hale s robotickými prevádzkami.

Parametre uvedené v nasledujúcej tabuľke objasnia výber vhodnej linky:

Tabuľka 8 Parametre výberu vhodného pracoviska (vlastné spracovanie)

Parameter	Linka I	Linka II	Linka III
Vhodný dopravník	x	✓	✓
Počet operátorov = 11	x	x	✓
Vyt'áženosť linky	98,30%	94%	59,17%
Aktuálna produkcia	7 564 ks	95 000 ks	10 408 ks
Možné zvýšenie produkcie o	x	x	cca 21 000 ks
Layout	Čiastočne	Čiastočne	Neexistuje

Linka I je zobrazená na obrázku 26. Môžeme vidieť, že okolo linky vedú dopravníky, na ktorých sú vešiaky. Nie je možné na ne zavesiť rámy s navesenými kusmi. Na linke je čiastočne zostavený layout, ktorý má zachovaný jednosmerný tok od navesovania kusov po balenie, využitelný maximálne pre 6 OP. Vyt'áženosť linky je 98,30 %. V prestoji 1,7 % je zahrnuté doplnenie farby v lakovacej kabíne.



Obr. 26 Linka I (vlastné spracovanie)

Linka II (obr. 27) má vyhovujúci dopravník pre náš projekt, ale vyt'áženosť linky je 94%. 6% zahŕňa výmenu farby, poprípade doplnenie farby. Layout je podobne ako na linke I zostavený čiastočne s jednosmerným materiálovým tokom, využitelný maximálne pre 10 operátorov.



Obr. 27 Linka II (vlastné spracovanie)

Najvhodnejšou linkou pre nový projekt je linka III. Dopravník je zobrazený na obrázku č. 28, na ktorý je možné postaviť vhodné rámy pre jednotlivé projekty. Na linke III už prebiehajú štyri projekty, každý projekt má vlastné rámy, respektíve stojany, ktoré sú vložené do držiaka na dopravníku. Vytťaženosť linky je len 59%. Implementáciou produkcie (cca 21 000ks/týždenne) sa zvýši vytťaženosť na 94,58%. 5,42% bude slúžiť na výmenu farby. Tento prestoj by sa dal ešte znížiť lepším plánovaním, napríklad ak by šli po sebe projekty, u ktorých netreba vymieňať farby, ale len dopĺňať. Výmena farby trvá cca 60 minút, pričom doplnenie farby 20 minút.



Obr. 28 Linka III (vlastné spracovanie)

9 NÁVRH PROJEKTOVÉHO RIEŠENIA

Pred začatím vzorového lakovania bola na tento projekt vytvorená MOST analýza, na základe ktorej sme chceli overiť či sú TPV časy reálne splniteľné a či nie sú príliš vysoké.

Vzorové lakovanie sa začalo po výbere vhodnej linky. Prebiehalo niekoľkodňové pozorovanie, pri ktorom bolo zistené, že bude potrebný manipulant. Ten bude navázať zo vstupného skladu palety s plnými baleniami, vozíky s jigmi a palety s rebríkmi vždy na určené a vizuálne označené miesto vo výrobe. Po výstupnej kontrole a balení bude z výroby odvážať palety do expedičného skladu.

Je teda zrejmé, že s manipulantom sa počíta v každej jednej variante, avšak nie je zahrnutý do výslednej kalkulácie a výsledného zhodnotenia. Je to z dôvodu, že manipulant nespadá do výrobného oddelenia, ale do oddelenia skladu.

Na základe vzorového lakovania prišlo na rad viacero úloh:

- vytvoriť univerzálny štíhly layout, spĺňajúci požiadavky nielen na nami analyzovaný projekt, ale aj na ďalšie projekty, ktoré na linke prebiehajú,
- porovnať TPV časy s reálne nameranými časmi operácií,
- zaviesť vizualizáciu pracoviska a metódu 5S,
- vytvoriť úplné pracovné inštrukcie pre každú činnosť.

Návrhov pre riešenie projektu je viac, preto sú rozdelené na varianty A, B, C. V závere sú všetky varianty porovnané a finančne zhodnotené.

9.1 MOST analýza

Činnosti v MOST analýze boli zostavené na základe informácií od pracovníka projektového riadenia. Boli podobné ako v ostatných projektoch, zmena nastala pri offline navesovaní dielov na jigy.

1. Vešanie kusov na jigy

Podľa tabuľky 9 by mala prvá operácia trvať operátorovi 6,41 sekundy na kus. Čas na jeden jig (18 ks) je teda 1,923 minút a na celý rám je 7,692 minút.

Tabuľka 9 Navesovanie kusov na jigy, skupina K (vlastné spracovanie)

Činnosť	Množstvo	Sekvenčný model								FR.	TMU	Čas s/ks
Vezme plné balenie z palety a položí na stôl.	16	A	B	G	A	B	P	A	1	8,75	0,32	
		6	0	1	6	0	1	0				
Z klece vezme prázdny jig a položí na stôl.	18	A	B	G	A	B	P	A	1	10,00	0,36	
		6	0	3	6	0	3	0				
Z palety vezme rebríky a s ľahkým tlakom zavesí na jig.	18	A	B	G	A	B	P	A	1	8,89	0,32	
		6	0	1	6	0	3	0				
Z plného balenia získa kus (blok.) a jeden koniec vloží s ľahkým tlakom na jig.	1	A	B	G	A	B	P	A	1	80,00	2,88	
		1	0	3	1	0	3	0				
Na dosah získa stredný a druhý koniec kusu a vloží na jig.	1	A	B	G	A	B	P	A	1	50,00	1,80	
		1	0	1	0	0	3	0				
Prázdne balenie odloží na paletu pre prázdne balenia.	16	A	B	G	A	B	P	A	1	9,38	0,34	
		1	0	1	6	0	1	6				
Na dosah vezme jig zo stolu a s 3-4 krokmi priblíži ku kleci.	18	A	B	G	A	B	P	A	1	5,56	0,20	
		1	0	3	6	0	0	0				
Držaný jig vložiť do klece ťahaním nad 30 cm.	18	A	B	G	M	X	I	A	1	5,56	0,20	
		1	0	0	3	0	0	6				
Spolu										178,13	6,41	

2. Vešanie jigov na rámy

Druhá operácia (tabuľka 10) by mala trvať operátorovi 1,82 sekúnd na kus, navesenie jedného jigov na rám by mal trvať približne 32,76 sekúnd. Celý rám (4 ks jigov) by mal byť navesený podľa MOST analýzy za 2 minúty a 18 sekúnd.

Tabuľka 10 Navesovanie jigov na rámy, skupina K (vlastné spracovanie)

Činnosť	Množstvo	Sekvenčný model								FR.	TMU	Čas s/ks
Vezme z palety rám pre daný projekt a umiestni ho do držiaku. (11-15 krokov)	36	A	B	G	A	B	P	A	1	14,44	0,52	
		24	0	1	24	0	3	0				
Získa jig z klece (ťahom nad 30 cm).	18	A	B	G	M	X	I	A	1	16,67	0,60	
		24	0	3	3	0	0	0				
S 11-15 krokmi presunie jig a vloží s presnosťou na rám.	18	A	B	G	A	B	P	A	1	16,67	0,60	
		0	0	0	24	0	6	0				
Na dosah rám pootočí o 180°.	36	A	B	G	M	X	I	A	1	2,78	0,10	
		1	0	3	3	0	3	0				
Spolu										36,11	1,82	

3. Ionizácia a manuálne čistenie

Každý projekt musí pred vstupom do linky prejsť operáciou ionizáciou a manuálnym čistením. Táto činnosť trvá podľa MOST analýzy (tabuľka 11) jednému operátorovi 2,89 sekúnd na kus, ionizácia a manuálne čistenie jedného rámu (72 kusov) trvá 3,468 minút.

Tabuľka 11 Ionizácia a manuálne čistenie, skupina K (vlastné spracovanie)

Činnosť	Množstvo	Sekvenčný model												FR.	TMU	Čas s/ks
Na dosah vezme pištoľ, s 1-2 krokmi prejde k rámu a 13x ofúkne rám.	36	A	B	G	A	B	P	A	S	A	B	P	A	1	15,00	0,54
		1	0	1	3	0	0	0	42	3	0	1	3			
Na dosah otočí rám o 180°.	36	A	B	G	M	X	I	A						1	1,94	0,07
		1	0	3	3	0	0	0								
Na dosah vezme čistiaci obrúsok a s 1-2 krokmi prejde k rámu.	36	A	B	G	A	B	P	A						1	1,39	0,05
		1	0	1	3	0	0	0								
Na dosah otočí rám o 180°.	36	A	B	G	M	X	I	A						1	1,94	0,07
		1	0	3	3	0	0	0								
Manuálne čistí kus po kusu, nakoniec čistiaci obrúsok odhodí do bedne.	1	A	B	G	A	B	P	A	S	A	B	P	A	1	60,00	2,16
		0	0	0	1	0	1	0	3	1	0	0	0			
Spolu															80,28	2,89

4. Zvesovanie jgov z rámov

Zvesovanie jgov (tabuľka 12) z rámov, zahŕňa aj vyťahnutie rámu z držiaku a prenesenie na paletu, aby bol držiak pripravený na nový rám pre nový projekt. Táto operácia by mala trvať 0,81 sekúnd na kus, čas zvesenie jedného jgu na rám by mal byť približne 14,58 sekúnd a zvesenie celého rámu (4 jigy) trvá 58,32 sekúnd.

Tabuľka 12 Zvesovanie jgov z rámov, skupina K (vlastné spracovanie)

Činnosť	Množstvo	Sekvenčný model												FR.	TMU	Čas s/ks
S 3 - 4 krokmi zvesí jig z rámu a odloží na odkladaciu plochu.	18	A	B	G	A	B	P	A						1	10,00	0,36
		6	0	3	6	0	3	0								
Na dosah otočí rám o 180°.	36	A	B	G	M	X	I	A						1	2,50	0,09
		3	0	3	3	0	0	0								
Na dosah vezme rám a s 16 - 20 krokmi vloží na paletu.	72	A	B	G	A	B	P	A						1	9,86	0,36
		1	0	3	32	0	3	32								
Spolu															12,50	0,81

5. Výstupná kontrola a balenie

Posledná operácia (tabuľka 13) by mala jednému operátorovi trvať 8,22 sekúnd na kus. Celý jig (18 ks) by mal teda skontrolovať a zabaliť za 2,466 minút a celý rám (72 ks, 4 jigy) za necelých 10 minút.

Tabuľka 13 Výstupná kontrola a balenie, skupina K (vlastné spracovanie)

Činnosť	Množstvo	Sekvenčný model												FR.	TMU	Čas s/ks
		A	B	G	A	B	P	A								
Vezme z odkladacej plochy jig a umiestni na výstupnú kontrolu (3-4 kroky).	18	6	0	3	6	0	3	0						1	10,00	0,36
S 3-4 krokmi vezme prázdne balenie z palety a položí na stôl.	14	3	0	1	3	0	1	0						1	5,71	0,21
Zvesí z jigu kus, skontroluje a vloží do balenia.	1	1	0	1	1	0	0	0	10	0	0	6	0	1	190,00	6,84
Zvesí z jigu rebríky (blokované) a s 3-4 krokmi umiestni na paletu.	18	1	0	3	6	0	3	6						1	10,56	0,38
Plné balenia s 3-4 krokmi umiestni na paletu.	14	1	0	1	6	0	3	6						1	12,14	0,44
Prázdny jig vloží do klece (ťaháním nad 30 cm).	18	1	0	3	1	0	1	6						1	6,67	0,24
Spolu															228,41	8,22

Takt linky bol technikmi nastavený na 4,17 sekundy na kus, to je 5 minút na celý rám. Aj keď boli TPV časy také vysoké, bol stanovený počet operátorov na 11, aby sa stihalo v taktu linky. Porovnaním MOST analýzy a TPV časov bolo zistené, že odhad TPV časov bol príliš vysoký. V operácií zvesovania jigov z rámov dokonca tisíc násobne vyšší.

Tabuľka 14 Porovnanie MOST analýzy s TPV časmi (vlastné spracovanie)

Operácia	Počet OP	MOST [s/ks]	TPV Časy
Navesovanie kusov na jig	3	6,41	25,00
Navesovanie jigov na rámy	2	1,82	
Ionizácia a manuálne čistenie	1	2,89	20,00
Zvesovanie jigov z rámov	3	0,81	10,00
Výstupná kontrola	2	8,22	20,00
Balenie			
Spolu	11	20,15	75,00

9.2 Varianta A

Tvorba layoutu sa vyvíjala postupne, na začiatku bol layout kreslený v programe Microsoft Visio, po absolvovaní školení bol posledný návrh vytvorený v programe AutoCAD.

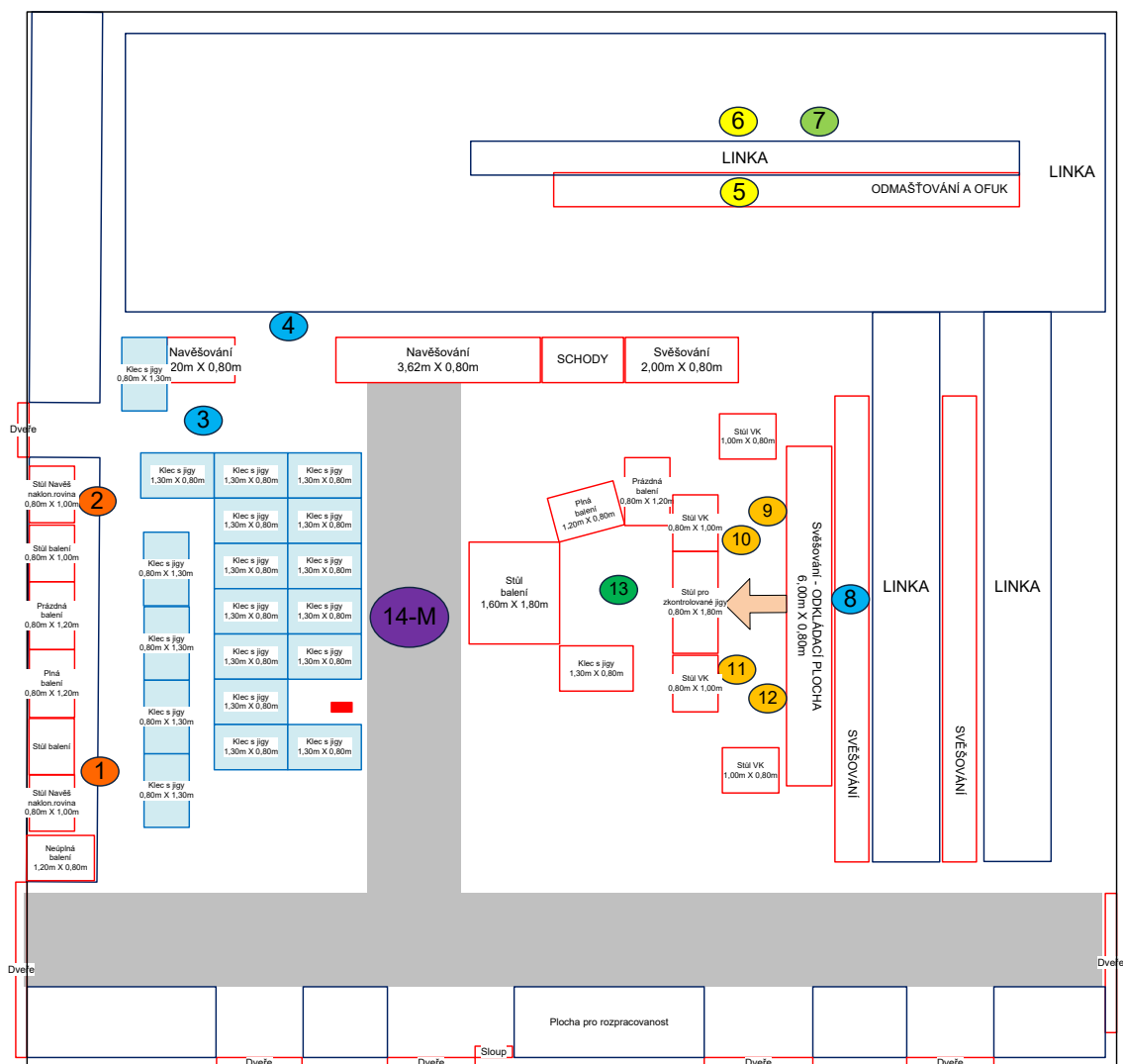
Vo všetkých návrhoch bolo zohľadnené, aby bol layout univerzálny a využiteľný nielen pre nami implementovaný projekt, ale taktiež aby bol vhodný aj pre ďalšie projekty, ktoré už na linke prebiehali.

V nasledujúcich bodoch sú jednotlivé varianty analyzované a zohľadnené pozitíva a negatíva.

Takt linky, respektíve proces lakovania je 4,17 sekundy na 1 kus, to znamená, že lakovanie celého rámu trvá 5 minút. Všetky tri varianty sú zostavené na základe pravidiel priemyselného inžinierstva. To znamená pri operáciách je minimalizácia plytvania, napríklad chôdze a hľadania. Taktiež je nastavený plynulý jednosmerný materiálový tok a rozmiestnenie stolov a paliet je podľa ergonomických požiadavkou.

9.2.1 Layout

Prvá zostavená varianta layoutu je vyobrazená na obrázku 29. Materiálový tok je nastavený jednosmerne a počet operátorov tak, aby sa všetky operácie okrem navesovania kusov na jigy stíhali v taktu linky.



Obr. 29 Layout – varianta A (vlastné spracovanie)

V priestore linky je vľavo vytvorené pracovisko pre offline navesovanie kusov na jiggy pre dvoch operátorov. Aj keď pri prvom meraní trvala činnosť navesovania kusov na jiggy 18,1 sekundy, uvažovali sme len o dvoch operátoroch, pretože je vytvorené offline pracovisko a nemusí sa táto operácia stíhať v čase taktu.

Tabuľka 15 Časy operácií prvej varianty (vlastné spracovanie)

Operácia	Počet OP	Varianta A [s/ks]	Rám [72 ks] [min]
Takt linky	1	4,17	5,004
Navesovanie kusov na jiggy	2	18,1	10,86
Navesovanie jiggov na rámy	2	5,3	3,18
Ionizácia a manuálne čistenie	3	3,79	1,516
Zvesovanie jiggov z rámov	1	4,15	4,98
Výstupná kontrola	4	16,59	4,977
Balenie	1	2,13	2,556
Spolu	13	50,06	28,069

9.2.2 Stanovenie počtu operátorov

V layoute sú naznačený operátori na svojich pracoviskách.

Operátori 1 a 2 pracujú na offline pracovisku a činnosť je navesovanie kusov na jiggy. Táto operácia zahŕňa prípravu jigu, prípravu balenia, navesovanie kusov a následné odloženie balenia na paletu a odloženie jigu do vozíku. V tom čase sa neuvažovalo o príprave rebríkov, ale o tom, že na každý projekt budú vopred pripravené jiggy s rebríkmi.

Operátor 3 vyberá jig z vozíku a pokladá na odkladaciu plochu pracoviska navesovania. Operátor 4 vezme jig z odkladacej plochy a navesí na rám.

Operátori 5 a 6 manuálne čistia a odmasťujú kusy. Táto operácia je veľmi dôležitá, preto sme zvolili dvoch operátorov, aby sa čo najviac zamedzilo chybovosti. Operátor 7 pracuje na pracovisku ionizácia kusov pred manuálnym čistením a tesne pred vstupom rámu do lakovacej linky.

Operátor 8 zvesuje len jiggy z rámov a odkladá na odkladaciu plochu pracoviska zvesovania.

Operátori 9, 10, 11, 12 zoberú celý jig z odkladacej plochy, vykonajú výstupnú kontrolu, zvesia NOK kusy a jig s OK kusmi položia na odkladaciu plochu pre balenie.

Operátor 13 zvesuje OK kusy z jiggov a vkladá do balenia. Plné balenie odloží na paletu a prázdny jig vloží do vozíku. Neuvažovalo sa o odstraňovaní rebríkov z jiggov.

Manipulant dováža zo skladu do výroby plné balenia, vozíky s jigmi a odváža z výroby plné balenia s OK kusmi, vozíky s prázdnyimi jigmi a ďalšie potrebné manipulácie.

Pozitíva varianty A:

- štíhly layout, minimalizovaná chôdza,
- layout splňujúci ergonomické požiadavky,
- dobrá prispôsobivosť pri prípadných zmenách.

Negatíva varianty A:

- vysoký počet operátorov,
- nedostatok miesta pre NOK kusy a rozpracovanú výrobu,
- neurčené miesto pre vrátku materiálu a pozastavenú výrobu,
- v operáciách navesovania a balenia nie je zahrnutá práca s rebríkmi,
- stoly využiteľné len z jedného uhľa,
- navesovanie kusov na jiggy nie je v taktu linky,
- výstupná kontrola a balenie nie je v taktu linky.

9.3 Varianta B

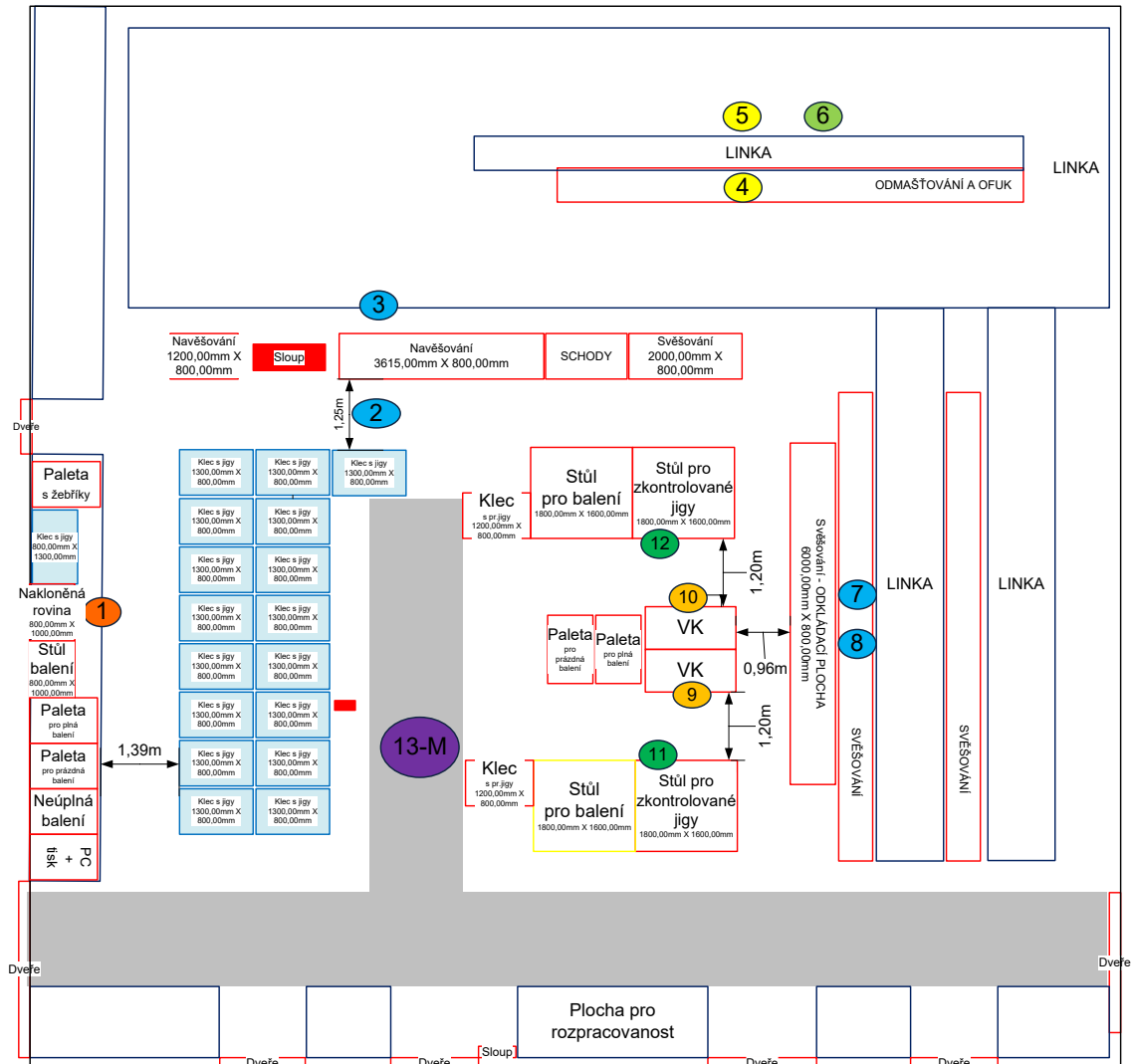
V druhej variante zostalo offline pracovisko pre navesovanie kusov na jiggy, avšak len pre jedného pracovníka. Offline pracovisko druhého operátora bolo nahradené paletami pre rozpracovanú výrobu a neúplné balenia. Offline pracovisko zahŕňa vozíky, z ktorých pracovník berie jiggy, paletu s rebríkmi, ktoré slúžia na kompletizáciu jiggy, paletu s plnými baleniami a paletu pre prázdne balenia. V prípade, že pri danej činnosti vznikne pracovníkovi rozpracovanosť alebo neúplné balenie musíme zvažovať umiestnenie, preto palety musia byť v bezprostrednej blízkosti operátora.

9.3.1 Layout

Materiálový tok je opäť jednosmerný a počet operátorov je nastavený tak, aby sa navesovanie jiggov na rámy, ionizácia, manuálne čistenie a zvesovanie stíhalo v taktu linky. Kusy na jigoch budú navesené už pred začatím operácie navesovania jiggov na rámy.

Uvažovalo sa, že výstupná kontrola a balenie nemusí prebiehať v taktu linky. Z dôvodu, že pracovníčky na výstupnej kontrole sú schopné skontrolovať a zabaliť všetky kusy jedného projektu skôr, než sa uskutoční lakovanie ďalšieho nasledujúceho projektu.

Z dôvodu, že operátorky z výstupnej kontroly svojím časom nebudú stíhať odoberať neskontrolované jigy z odkladacej plochy, boli navrhnutí dvaja operátori na činnosť zvesovania jigov z rámov.



Obr. 30 Layout – varianta B (vlastné spracovanie)

Takt linky je nezmenený, lakovanie zostáva na 4,17 sekúnd na kus a 5 minút na celý rám (72 kusov). Pre operátora navesovania kusov na jigy sa zvýšil čas, z dôvodu doplnenia činnosti o kompletizáciu rebríkov na jigy. Ďalšia zmena nastala v znížení počtu operátorov z dvoch na jedného.

Čas navesovania jigov na rámy sa nepatrne znížil, z dôvodu zníženia počtu krokov u operátora č. 2.

Počet operátorov a čas pri zvesovaní jigov z rámov sa zvýšil, z dôvodu, že operátori budú musieť jigy s neskontrolovanými kusmi odkladať na odkladaciu plochu, na stôl výstupnej kontroly a do vozíka.

Taktiež sa zmenil čas výstupnej kontroly a balenia a počet operátorov v oboch operáciách. Dôvodom je, že operátorky výstupnej kontroly si nebudú brať jigy z odkladacej plochy, ale budú mať jigy pripravené pracovníkmi zvesovania, preto je ich čas nižší.

Čas pracovníka balenia sa zvýšil, pretože si bude od výstupnej kontroly odoberať jigy so skontrolovanými kusmi a pribudla činnosť odstránenia rebríkov z jigu a odloženie na paletu s rebríkmi.

Tabuľka 16 Časy operácií druhej varianty (vlastné spracovanie)

Operácia	Počet OP	Varianta B [s/ks]	Rám [72 ks] [min]
Takt linky	1	4,17	5,00
Navesovanie kusov na jigy	1	19,10	22,92
Navesovanie jigov na rámy	2	5,12	3,07
Ionizácia a manuálne čistenie	3	3,79	1,52
Zvesovanie jigov z rámov	2	8,30	4,98
Výstupná kontrola	2	9,48	5,69
Balenie	2	9,52	5,71
Spolu	12	55,31	43,89

9.3.2 Stanovenie počtu operátorov

Oproti predchádzajúcej variante sa počet operátorov znížil z 13 na 12. Zmena nastala v prípade navesovania kusov na jigy, kde sa znížil počet operátorov z dvoch na jedného, pri operácií zvesovania jigov z rámov sa zvýšil počet operátorov z jedného na dvoch, pri pracovnej činnosti výstupnej kontroly sa znížil počet pracovníkov zo štyroch na dvoch a pracovníci balenia sa zvýšili z jedného na dvoch.

Operátor 1 v dostatočnom predstihu navesuje kusy na jigy. Z palety vezme plné balenie a položí na stôl, z vozíku berie prázdny jig a pokladá na stôl, z palety berie rebríky

a skompletizuje jig. Navesuje kus po kuse diely na jig. Po naplnení vloží jig do vozíku. Prázdne balenie, poprípade rozpracovanú výrobu alebo neúplné balenie odloží na správnu paletu.

Operátor 2 berie jig z vozíku a pokladá na odkladaciu plochu. Operátor 3 berie jig z odkladacej plochy a umiestňuje na rám.

Operátori 4 a 5 manuálne čistia a odmasťujú kusy. Operátor 6 vykonáva činnosť ionizáciu kusov pred manuálnym čistením a tesne pred vstupom rámu do lakovacej linky.

Operátori 7 a 8 zvesujú jig z rámov a odkladajú na odkladaciu plochu, na stôl výstupnej kontroly. V prípade nedostatku miesta vkladajú do pripraveného vozíku.

Operátori 9, 10 majú na stole pripravený jig s neskontrolovanými kusmi, tie skontrolujú, zvesia NOK kusy a jig s OK kusmi položia na odkladaciu plochu pre balenie.

V prípade dostatočného času si operátori 11 a 12 vezmú skontrolované kusy zo stola výstupnej kontroly, zvesia OK kusy z jigov a vložia do balenia. Plné balenie odložia na paletu, z jigu odstránia rebríky, ktoré umiestnia na paletu a prázdny jig vložia do vozíku.

Manipulant, opäť ako v predchádzajúcej variante, bude naväzať potrebné palety a vozíky do výroby a odväzať plné balenia z výroby.

Pozitívna varianty B:

- štíhly layout, minimalizovaná chôdza,
- dostatok miesta pre NOK kusy a rozpracovanú výrobu,
- layout splňujúci ergonomické požiadavky.

Negatívna varianty B:

- vysoký počet operátorov,
- stoly využiteľné len z jedného uhľa,
- zlá prispôsobivosť pri prípadných zmenách,
- neurčené miesto pre vrátku materiálu a pozastavenú výrobu,
- navesovanie kusov na jig nie je v taktu linky,
- výstupná kontrola a balenie nie je v taktu linky.

9.4 Varianta C

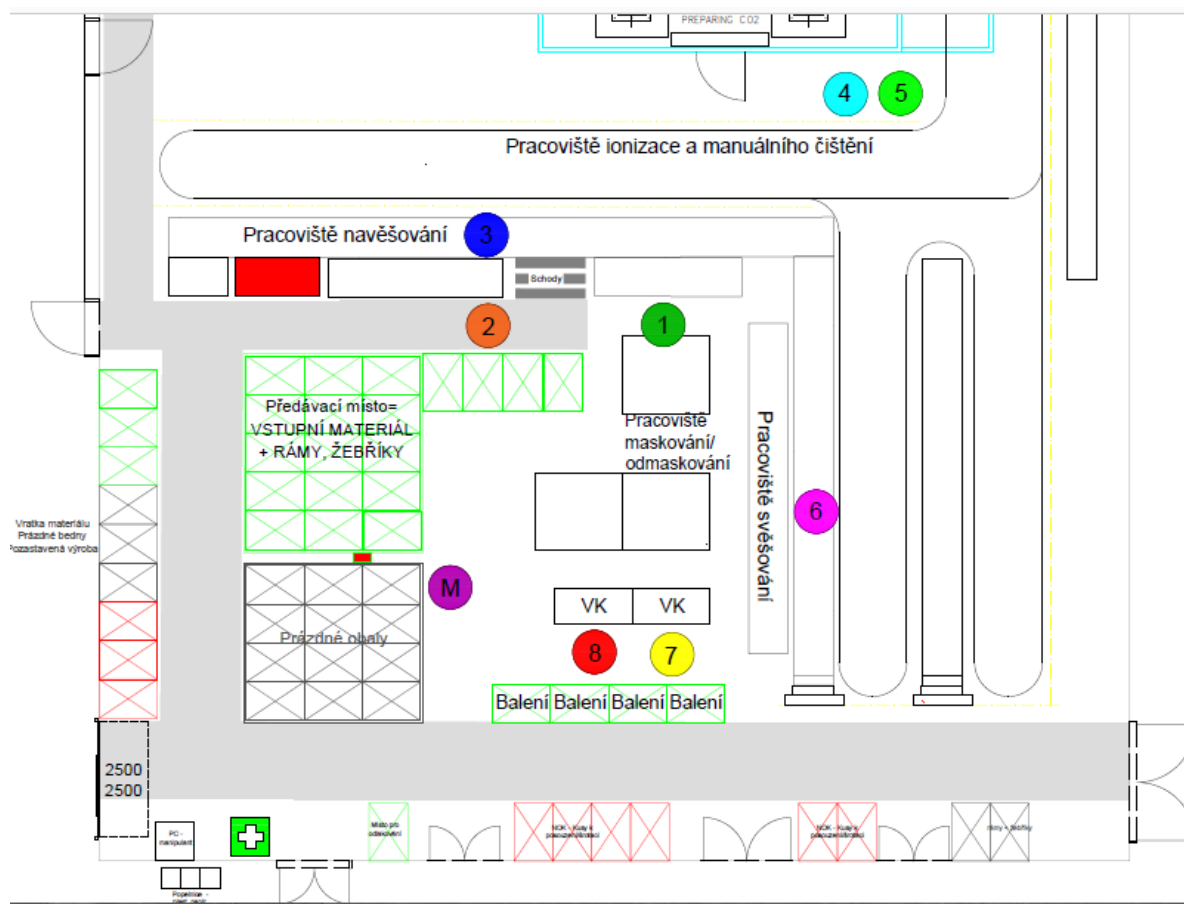
Posledná varianta bola navrhnutá v programe AutoCAD (obr. 31). Po drobných úpravách, ako napríklad, či budú stoly spolu alebo stoly od seba, bola táto varianta zrealizovaná (obr. 32). Layout bol zostavený na základe pravidiel priemyselného inžinierstva a boli splnené všetky požiadavky zamestnancov firmy, ktorí pracujú na danej linke. Po realizácii boli všetky operácie znovu namerané a vložené do tabuľky č. 17.

9.4.1 Layout

Materiálový tok je jednosmerný. Oproti predchádzajúcim návrhom bolo odstránené offline pracovisko navesovania, namiesto neho sú umiestnené palety na pozastavenú výrobu, prázdne balenia a vrátku materiálu, čo znamená, že nespotrebovaný materiál je vrátený do skladu.

Paletové miesta sú vizuálne rozdelené pre vstupný materiál (diely na lakovanie, jigy, rámy, rebríky na jigy), prázdne obaly a hotové výrobky. Palety s hotovými výrobkami sú umiestnené blízko uličky, aby sa manipulantom uľahčila práca pri odvážaní plných paliet do skladu hotových výrobkov. Neexistuje žiadne miesto vo výrobe na skladovanie hotových výrobkov, preto budú hotové výrobky odvážané manipulantom pravidelne.

Stoly sú umiestnené tak, aby boli využiteľné z každej strany, v prípade, ak by bolo potrebné zaučiť nového pracovníka alebo na výpomoc pri navesovaní kusov na jigy, maskovaní kusov, či odmaskovávaní kusov iných projektov.



Obr. 31 Layout – varianta C (vlastné zpracovanie)



Obr. 32 Reálne zostavený layout (vlastné zpracovanie)

Takt linky je aj v poslednej variante 4,17 sekúnd na kus, to je 5 minút na celý rám.

Navesovanie kusov na jigy bude prebiehať v bezprostrednej blízkosti linky, aby sa zamedzilo ďalekému prevážaniu vozíkov. Čas pracovníka 1 sa znížil z 19,10 sekúnd na ks na 14,25 sekúnd na kus. Dôvodom je znížená manipulácia s vozíkmi, zníženie počtu krokov a zavedením vizualizácie aj zníženie hľadania.

Tým, že vozíky s navesenými kusmi na jigoch budú v blízkosti navesovania, sa zníži čas operátorov 2 a 3 z 5,12 sekundy na kus na 1,57 sekundy na kus, to znamená jeden operátor navesí jeden jig (18 ks) za 28,26 sekúnd a celý rám za 1,884 minúty. V tomto prípade, by sme mohli uvažovať len o jednom pracovníkovi, avšak jigy s kusmi sú ťažké a jeden operátor by ich nezvládol navesiť. Preto budú operátori 2 a 3 spolupracovať a spoločne navesovať jigy na rámy. Vytvoríme tak tímovú prácu.

Lepším usporiadaním pracoviska sa znížila aj operácia zvesovania jigov z rámov z 8,30 na 3,64 sekundy na kus, to znamená jeden operátor zvesí jeden jig za minútu a celý rám (4 jigy) za 4,368 minúty.

Pracovník zvesovania bude reálne stíhať nosiť jigy aj na stôl výstupnej kontroly. Výstupná kontrola a balenie bude spojené. Zamedzí sa tak neustálemu prenášaniu jigu a lepšou organizáciou práce sa zníži čas z 19 sekúnd na kus na 18,41 sekundy na kus.

Tabuľka 17 Časy operácií tretej varianty (vlastné spracovanie)

Operácia	Počet OP	Varianta C [s/ks]	Rám [72 ks] [min]
Takt linky	1	4,17	5,00
Navesovanie kusov na jigy	1	14,25	17,10
Navesovanie jigov na rámy	2	1,57	0,94
Ionizácia a manuálne čistenie	2	3,79	2,27
Zvesovanie jigov z rámov	1	3,64	4,37
Výstupná kontrola	2	18,41	11,05
Balenie			
Spolu	8	41,66	35,73

9.4.2 Stanovenie počtu operátorov

Na začiatku pri zavádzaní projektu do výroby, v čase, keď nebol zostavený žiadny layout, pracovalo na tomto projekte 11 ľudí. Pri zostavovaní vhodného layoutu, sme sa dostali v prvom prípade na 13 operátorov, v druhom prípade na 12 operátorov a posledný layout nám ukázal, že na vykonanie všetkých činností nám reálne stačí len 8 operátorov.

Operátor 1 bude navesovať kusy na jigy. Operátori 2 a 3 budú spoločne navesovať jigy na rámy.

Zmena nastáva pri operácií manuálneho čistenia a ionizácie kusov, kde sa reálne nevlezu traja operátori, preto túto operáciu budú spoločne vykonávať operátor 4 a 5.

Operátor 6 bude zvesovať jigy z rámov a odkladať na odkladaciu plochu, stôl výstupnej kontroly, poprípade do vozíkov. V čase je taktiež zahrnutý čas odstránenia rámu z držiaku, aby bol pripravený pre ďalší projekt.

Na výstupnú kontrolu budú aktuálne dvaja operátori 7 a 8, ktorí budú zvesovať kusy z jigov kontrolovať a baliť, odstraňovať rebríky z jigov a ukladať na palety za sebou. Rovnako ako v predchádzajúcom layoute, aj v tomto prípade sú kontrolórky schopné skontrolovať a zabaliť všetky kusy jedného projektu skôr, než vystúpi z linky ďalší nalakovaný projekt. V budúcnosti by firma chcela zaviesť výstupnú kontrolu a balenie v čase taktu, preto sa bude uvažovať s 3 – 4 kontrolórkami. Layout je nastavený tak, aby bol ľahko meniteľný pri pridávaní nových stolov na výstupnú kontrolu.

Pozitíva varianty C:

- štíhly layout, minimalizovaná chôdza,
- layout splňujúci ergonomické požiadavky,
- nízky počet operátorov,
- dostatok miesta pre NOK kusy, vrátku materiálu a rozpracovanú výrobu,
- stoly sú využiteľné z každej strany,
- dobrá prispôsobivosť pri prípadných zmenách.


Negatíva varianty C:

- navesovanie kusov na jigy nie je v taktu linky,
- výstupná kontrola a balenie nie je v taktu linky.

9.5 Zavedenie vizualizácie

Po realizácii layoutu varianty C, bolo nutné vhodnými páskami označiť uličky, paletové miesta, miesta pre vozíky, palety pre rozpracovanosť, priestor pre NOK kusy a bezpečnostné zóny.

Pravidlá vizualizácie podľa interných pravidiel spoločnosti:

- Hlavné a pomocné uličky (mechanická výroba, sklady). 

- Zberné miesta pre materiál (materiál, rozpracovanosť, vozíky). ■
- Miesto pre odpad. ■
- Priestor pre nezhodné kusy (NOK kusy, šrot, scrap). ■
- Bezpečnostné zóny, v ktorých nemôže nič stáť. ■ ■
- Ďalšie značenie plochy (prázdne palety, vratné obaly, servisné zóny, vozíky). ■



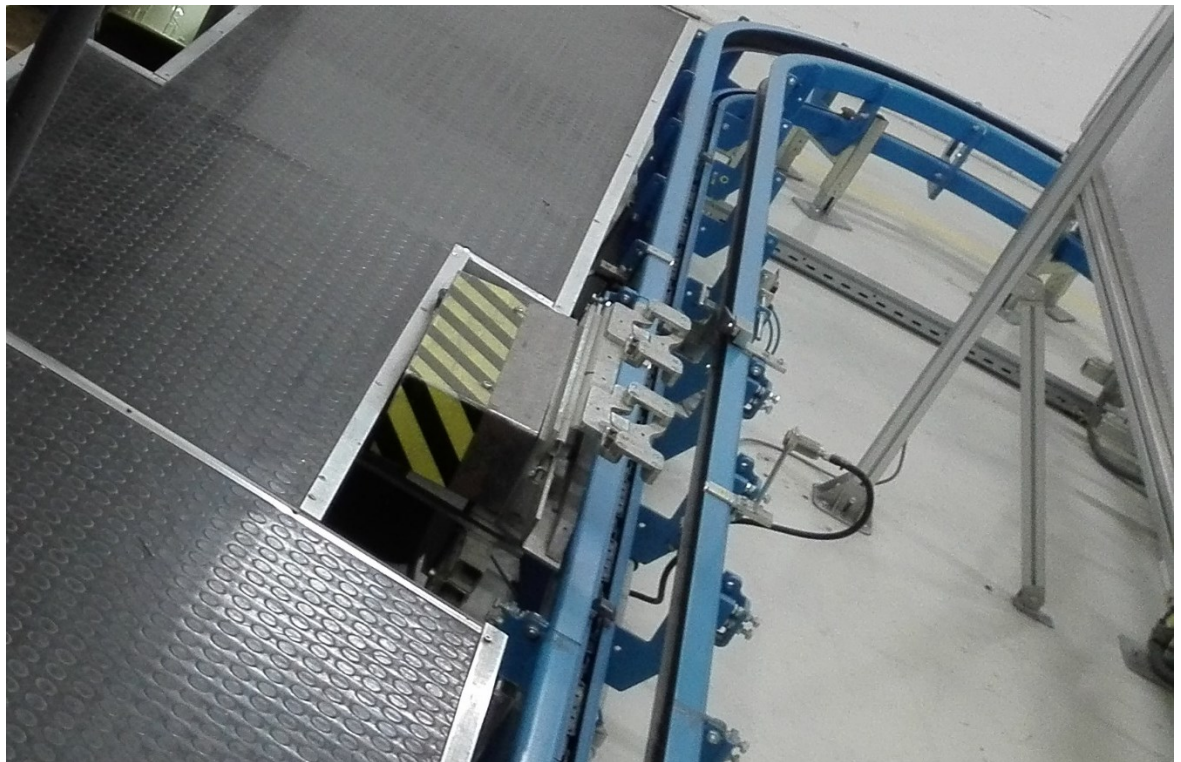
Obr. 33 Označený priestor pre uličku (vlastné spracovanie)



Obr. 34 Označený priestor pre materiál, vozíky (vlastné spracovanie)



Obr. 35 Označený priestor pre NOK kusy (vlastné spracovanie)



Obr. 36 Označenie bezpečnostných zón (vlastné spracovanie)

9.5.1 Zavedenie metódy 5S

Metóda 5S bola definovaná v teoretickej časti. V tejto kapitole bude predstavená ako je reálne zavedená v praxi.

Na obrázku 37 vidíme stôl výstupnej kontroly a balenia, ktorý slúži v diplomovej práci ako príklad zavedenia metódy 5S vo firme.



Obr. 37 Stôl výstupnej kontroly pred zavedením metódy 5S (vlastné spracovanie)

Prvým krokom bolo odstrániť z pracoviska nepotrebné veci (obr. 38). Na pracovisku a v bezprostrednej blízkosti výstupnej kontroly a balenia je potrebné mať:

- boxy na dokumentáciu, výrobný príkaz, knihu predávania smien,
- čítačku kódov, písacie potreby, lepiacu pásku,
- odpadkový kôš, box na NOK kusy,
- notebook.

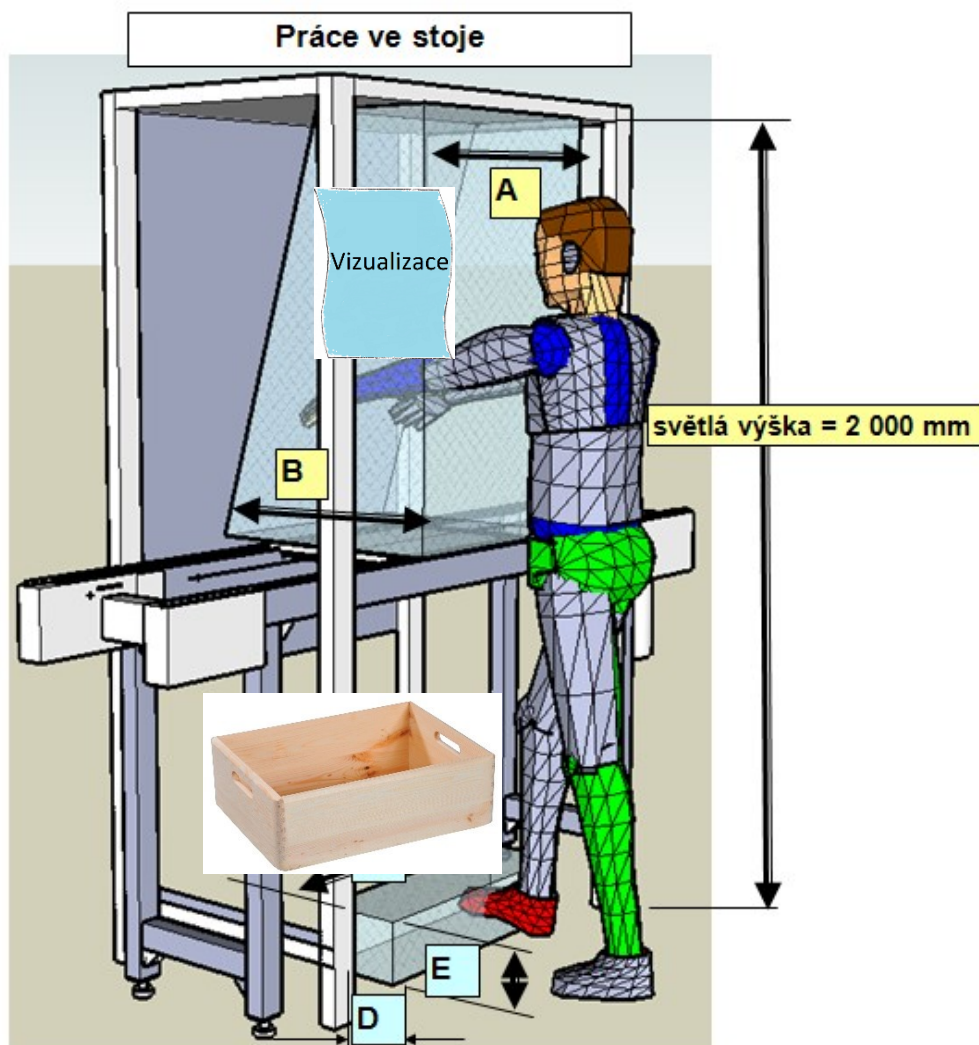
Bolo potrebné z pracovného stola odstrániť rôzne osobné veci, oblečenie, mobilné telefóny, fľašu s vodou, rôzne nepotrebné zaplnené a prázdne boxy, ktoré zbytočne zaberali miesto.



Obr. 38 Stôl výstupnej kontroly po aplikovaní prvého kroku metódy 5S (vlastné spracovanie)

Druhým krokom bolo usporiadať potrebné veci na pracovisku tak, aby sa minimalizovalo plytvanie. Vzhľadom na to, že všetky potrebné veci sa používajú niekoľkokrát denne boli umiestnené podľa použitia.

Boxy na dokumentáciu sú používané najmenej, preto sú umiestnené v spodnej časti vzadu. Pred dokumentáciou je umiestnená kniha predávania smien, ktorá je použitá len raz za smenu vždy na konci. Box na NOK kusy je umiestnený pod pracovnou doskou stola (obr. 39). Ten je vyprázdňovaný vždy podľa potreby. Zozadu pracovného stola je rám, na ktorom bude vo výške očí operátora umiestnený štandard čistého pracoviska, podľa ktorého sa budú pracovníci riadiť a čistiť svoje pracovisko vždy na konci každej smeny.

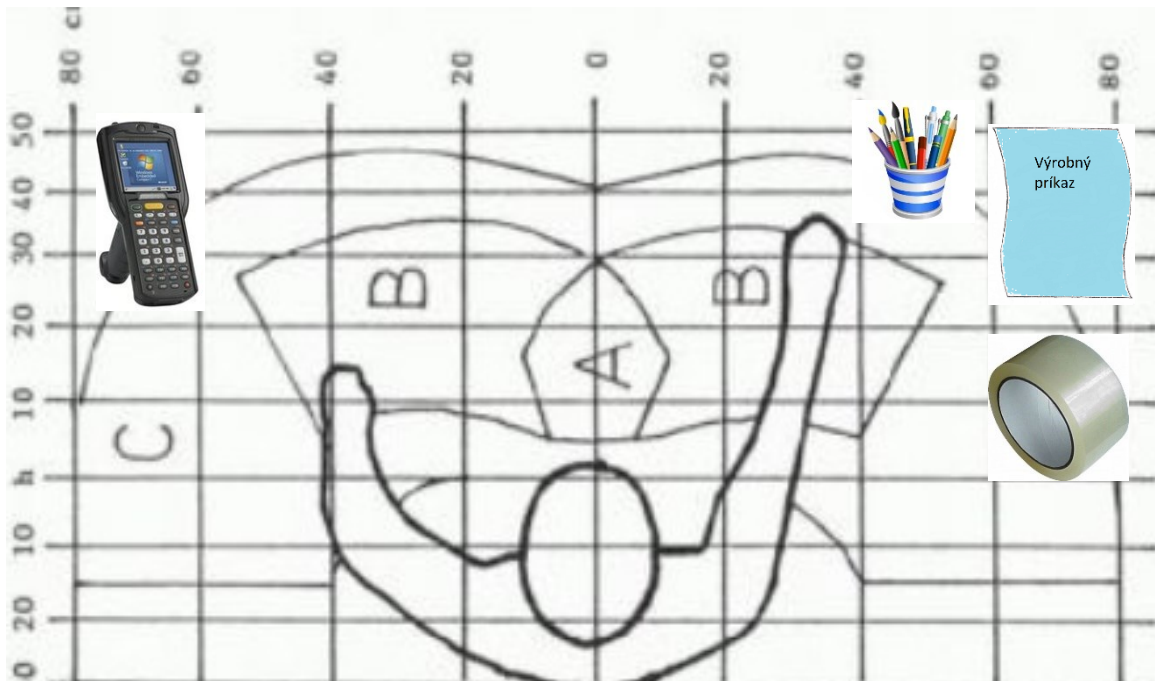


Obr. 39 Návrh pracoviska výstupnej kontroly (vlastné spracovanie)

Na pracovnom stole (obr. 40) sa v rohu nachádza čítačka. Písacie potreby, výrobný príkaz a lepiaca páska sú využívané najčastejšie, preto sú umiestnené tak, aby boli operátorovi stále k dispozícii. Tie však nie sú zahrnuté v štandarde pracovného stola, pretože budú pri

záverečnom čistení pracoviska odložené do pripravenej skrinky. Koše na odpadky sú umiestnené vľavo vedľa pracovného stola.

Pracovná časť stola označená písmenom A je najčastejšie používaný priestor. Časť B je rozšírený dosah dopredu a časť C je rozšírený dosah do strán. Kusy väčších rozmerov, ktoré sú k dispozícii na výstupnú kontrolu a balenie zasahujú do častí A a B, preto sú potrebné pomôcky umiestnené v časti C. Ďalším dôvodom je taktiež nižšia frekvencia využívania počas práce. Využívajú sa hlavne po skončení výstupnej kontroly všetkých kusov jedného projektu.



Obr. 40 Návrh pracovného priestoru pracoviska výstupnej kontroly (vlastné spracovanie)

Tretím krokom je neustále čistenie pracoviska. To znamená, že vedúci smeny musí vždy na konci smeny skontrolovať všetky pracoviská. Z dôvodu, aby bolo pracovisko čisté a pripravené na ďalšiu smenu pre nasledujúceho pracovníka.

Štvrtým krokom je štandardizácia. Podstatou je štandardizovanie celkovej starostlivosti o pracovisko. Je dôležité vytvoriť vizuálny štandard pracoviska, v ktorom sú zachytené všetky aktivity čistenia a rozmiestnenia jednotlivých položiek na pracovisku. Podrobný štandard musí obsahovať fotodokumentáciu pracoviska (obr. 41), frekvenciu čistenia, čo je potrebné čistiť, aké pomôcky sú k čisteniu potrebné a čas trvania jednotlivých činností čistenia. Štandard pracoviska je v priebehu riešenia. Je potrebné najskôr vytvoriť jeden

vzorový štandard, ktorý sa bude používať pre všetky pracovné stoly a zariadenia vo firme, a potom bude umiestnený na všetkých pracoviskách.



Obr. 41 Fotodokumentácia štandardu pracoviska
(vlastné spracovanie)

Posledným krokom je sebadisciplína. Aby bola navrhnutá metóda 5S na pracovisku dodržiavaná, je dôležité podporiť ju kontrolnou kartou. Do nej budú zamestnanci zapisovať vykonané činnosti a potvrdzovať svojím podpisom.


Prínosmi zavedenia metódy 5S je odstránenie nepotrebných vecí, ktoré pracovníka rozptyľujú od práce, potrebné veci majú na svojom mieste, preberajú si pracovisko medzi

smenami čisté, snížia sa zásoby na pracovisku, skrátí sa čas hľadania a zlepši sa podniková kultúra.

9.6 Štandardizácia práce

Pri implementácii projektu do výroby je dôležité, aby mali operátori pracovné inštrukcie k vykonávaným činnostiam. Vzhľadom na to, že sa jedná o nový projekt, bude štandard práce vytvorený na základe vzorkovania a následne upravený podľa reality.

Štandard vytvorený ku každej operácii bude umiestnený na viditeľnom mieste vo výrobe a je nasledovný:

 HAJDIK	Pracovní instrukce Projekt ABC - skupina K		Počet stran: 6 Strana číslo: 1
	Datum vydání	01. 03. 2018	Číslo dokumentu


1. ÚVOD

Tyto instrukce popisují návod pro navěšování, odmašťování, ofouknutí, svěšování, výstupní kontrolu a balení dílců skupiny K u projektu ABC.

Technologický postup je určený pro robotickou linku č. 3.

Lakované díly jsou rozděleny do následujících celků, podle kterých se s díly pracuje. Samotné rámy jsou označeny písmenem skupiny a navěšují se na ně jen ty díly, které do ní patří.

Skupina	Číslo dílu	Označení skupiny
K-1	xxx	K
K-2	xxx	
K-2	xxx	
K-3	xxx	
K-3	xxx	
K-4	xxx	
K-4	xxx	
K-5	xxx	
K-5	xxx	
K-5	xxx	
K-5	xxx	

	Pracovní instrukce Projekt ABC - skupina K		Počet stran: 6 Strana číslo: 2
Datum vydání	01. 03. 2018	Číslo dokumentu	XYZ

2. POPIS PRACOVNÍHO POSTUPU JEDNOTLIVÝCH OPERACÍ

Jednotlivé operace jsou definovány podle posloupnosti po sobě jdoucí.


2.1. OFFLINE NAVĚŠOVÁNÍ DÍLCŮ

Pracovník 1

1. Nachystá na stůl prázdný jig z klece s jigy.
2. Vezme žebříky z palety pro žebříky a zkompletuje jig.
3. Nachystá na stůl plné balení z palety s plnými baleními.
4. Jednotlivé lišty umístí na jig.
5. Po vyprázdnění balení, odloží na paletu s prázdnými baleními. Pokud není balení zcela prázdné, odloží na paletu pro neúplná balení.
6. Plný jig vloží do klece pro jigy (12 kusů v kleci).
7. Plnou klec s jigy zakryje streč folií a odveze na určené místo.
8. Po navěšení všech kusů jednoho projektu a odvezení klecí, musí být pracoviště uklizeno a připraveno pro další projekt.



Navěšené kusy na jigu

	Pracovní instrukce Projekt ABC - skupina K		Počet stran: 6 Strana číslo: 3
Datum vydání	01. 03. 2018	Číslo dokumentu	XYZ

2.2. ONLINE NAVĚŠOVÁNÍ DÍLCŮ

Pracovník 2 a 3

1. Společně vyjmají plný jig z klece a společně umístí na rám.
2. Po naplnění přední části rámu, rám pootočí a naplní druhou stranu.




Klec s plnými jigy

2.3. Ionizace a odmašťování kusů

Pracovník 4 a 5

1. Jeden pracovník ofukuje dílce ve tvaru písmena S dle následujícího obrázku.
2. Po vykonání ionizace oba pracovníci vezmu vlhčené ubrousky a odmašťují kus po kusu. U každého dílce očistí jedním tahem horní část dílu a druhým tahem očistí spodní část dílu.

	Pracovní instrukce Projekt ABC - skupina K		Počet stran: 6 Strana číslo: 4
Datum vydání	01. 03. 2018	Číslo dokumentu	XYZ

3. Postupuje se z horních pater navěšených dílců ke spodním patrům, vždy s mírným přetahem přes dílec, aby nedocházelo kulpivání nečistot na hranách u konce dílce.
4. Po odmaštění celého rámu je nutné opětovně provést ofouknutí rámu.

Při odmašťování je nutné vlhčený ubrousek měnit v závislosti na jeho zašpinění a zvlhčení. Při ztrátě vlhkosti, nebo slabém zašpinění, ubrousek okamžitě vyměnit za nový.

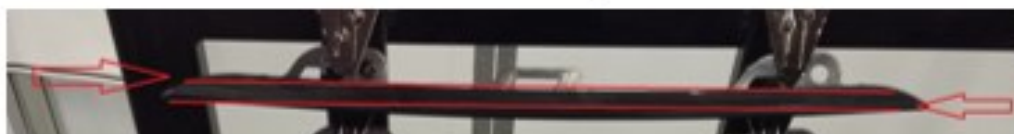
Jeden vlhčený ubrousek je použitelný maximálně na odmaštění navěšených dílců na **jednom** jigu!




Ofouknutí dílců



Vlhčené ubrousky



Odmašťování dílců

	Pracovní instrukce Projekt ABC - skupina K		Počet stran: 6 Strana číslo: 5
Datum vydání	01. 03. 2018	Číslo dokumentu	XYZ

2.4. SVĚŠOVÁNÍ

Pracovník 6


1. Svěsí jigy z přední části rámu a odloží je na stůl výstupní kontroly, nebo na odkládací plochu pro plné jigy, popřípadě do připravené klece.
2. Pootočí s rámem a svěsí jigy ze zadní části rámu.
3. Pokud není naplánována další точка pro skupinu stejného typu, svěsí rámy a umístí na určené místo.



Připravený jig pro výstupní kontrolu



Odebrání rámu z držáku

 HAJDIK	Pracovní instrukce Projekt ABC - skupina K		Počet stran: 6 Strana číslo: 6
Datum vydání	01. 03. 2018	Číslo dokumentu	XYZ

2.5. VÝSTUPNÍ KONTROLA A BALENÍ DÍLCŮ

Pracovník 7 a 8

1. Připraví balení na OK kusy, popřípadě krabice pro NOK kusy.
2. Z připraveného jigu svěsí a zkontroluje kus po kusu.
3. NOK - Opravitelné kusy umístí do krabice pro „Kusy k posouzení“ umístěné pod stolem.
4. NOK – Neopravitelné kusy označí a umístí do krabice pro „Kusy ke šrotaci“ umístěné pod stolem.
5. Z prázdného jigu svěsí žebříky a umístí je na paletu pro to určenou.
6. Prázdný jig umístí do klece na prázdné jigy.
7. Vezme plné balení a odloží ho na paletu s plnými baleními.



Balení pro hotové kusy

Po implementácii projektu do výroby je dôležité pozorovaním a následným meraním zmapovať procesy a činnosti manipulanta a vytvoriť aj pre neho pracovné inštrukcie odpovedajúce jeho pracovnej náplni.

9.7 Zavedenie metódy JIT

Základnou myšlienkou zavedenie metódy just-in-time je odstránenie či zníženie strát (nákladov) vo výrobnom systéme. Vzhľadom na to, že firma je dodávateľom hlavne nalakovaných dielov pre automobilový priemysel, musí dodávať výrobky v správnom čase, na správne miesto a v správnej kvalite.

Ak by si spoločnosť Hajdík, a. s. dohodla so svojimi dodávateľmi presne stanovené termíny dovážania, nepotrebovala by viac úložného miesta v sklade a pre pracovníkov skladu by bolo jednoduchšie manipulovať s baleniami. Znížil by sa im zbytočný transport z miesta na miesto.

Metóda just-in-time by potom fungovala aj vo výrobe. Manipulant by navážal materiál v čase, keď bude na linke potrebný. Výhodou by boli menšie skladové zásoby, v ktorých sú uložené peniaze, ktoré by mohli byť využiteľné napríklad nákupom nových a výkonnejších lakovacích strojov a taktiež by sa ušetril priestor, využiteľný vhodnejším spôsobom, napríklad postavením nového pracoviska.

10 VYHODNOTENIE PROJEKTU

Na začiatku projektu boli presne špecifikované ciele, ktoré boli merateľné, akceptovateľné, reálne a časovo ohraničené. Táto kapitola bude zameraná na kontrolu splnenia cieľov a záverečné finančné zhodnotenie projektu.

10.1 Kontrola plnenia cieľov

10.1.1 Zostavenie LEAN layoutu

Stav: splnené

S pomocou pracovníkov na linke III bol vytvorený vhodný univerzálny layout, ktorý zahŕňa požiadavky priemyselného inžinierstva, v ktorom je minimalizované plytvanie – zbytočná chôdza, transport a hľadanie a je využiteľný pre všetky projekty, ktoré na danej linke prebiehajú. Tým je splnený hlavný cieľ diplomovej práce a projektu.

10.1.2 Porovnanie časov

Stav: splnené

V nasledujúcej tabuľke sú zobrazené získané časy jednotlivých operácií každej varianty. Tabuľka zahŕňa taktiež časy zo spracovanej MOST analýzy a TPV časy, čo sú časy vytiahnuté z interného programu spoločnosti.

Reálnym meraním na linke pomocou stopiek je zistené, že MOST analýza sa nezhoduje s reálnymi časmi operácií. Môže to byť tým, že v MOST analýze nie sú zahrnuté rôzne predúpravy alebo že počíta s nižšími manipuláciami či nižším trvaním činnosti, než je v skutočnosti.

Z tabuľky vidíme, že výber vhodnej varianty bol nielen z hľadiska počtu operátorov, ale taktiež na základe časov jednotlivých operácií. Pri layoute varianty A celý rám prejde operáciami spolu za 28,07 minút, u varianty B za 43,89 minút a pri variante C za 35,73 minút.

Avšak v layoute varianty A pracuje na jednom ráme 13 operátorov, varianta B uvádza 12 operátorov a varianta C len 8 operátorov.

Tabuľka 18 Porovnanie časov jednotlivých operácií všetkých varianta (vlastné spracovanie)

Operácia	Počet OP	MOST [s/ks]	TPV Časy	Počet OP	Varianta A [s/ks]	Rám [72 ks] [min]	Počet OP	Varianta B [s/ks]	Rám [72 ks] [min]	Počet OP	Varianta C [s/ks]	Rám [72 ks] [min]
Takt linky				1	4,17	5,00	1	4,17	5,00	1	4,17	5,00
Navesovanie kusov na jigy	3	6,41	25,00	2	18,10	10,86	1	19,10	22,92	1	14,25	17,10
Navesovanie jigov na rámy	2	1,82		2	5,30	3,18	2	5,12	3,07	2	1,57	0,94
Ionizácia a manuálne čistenie	1	2,89	20,00	3	3,79	1,52	3	3,79	1,52	2	3,79	2,27
Zvesovanie jigov z rámov	3	0,81	10,00	1	4,15	4,98	2	8,30	4,98	1	3,64	4,37
Výstupná kontrola	2	8,22	20,00	4	16,59	4,98	2	9,48	5,69	2	18,41	11,05
Balenie				1	2,13	2,56	2	9,52	5,71			
Spolu	11	20,15	75,00	13	50,06	28,07	12	55,31	43,89	8	41,66	35,73

10.1.3 Optimálny počet operátorov

Stav: splnené

Na základe vhodného layoutu a zistenia reálnych časov bol zvolený optimálny počet operátorov, ktorý je potrebný k plynulému toku materiálu od vstupného skladu po expedovanie hotových výrobkov k zákazníkovi. Počet operátorov bol znížený z pôvodných 11 na 8 pracovníkov, čím bol splnený vedľajší cieľ diplomovej práce a projektu.

10.1.4 Zavedenie vizualizácie

Stav: splnené

Pri realizácii layoutu vo výrobe boli označené páskami: uličky, paletové miesta, miesta pre vstupný materiál, prázdne obaly, stoly a hotové výroby podľa interných pravidiel spoločnosti, ktoré boli navrhnuté priemyselným inžinierom. Tým sa odstránilo plynutie vo forme hľadania, nadbytočných pohybov, zbytočného transportu a bol splnený ďalší vedľajší cieľ diplomovej práce a projektu.

10.1.5 Zavedenie metódy 5S

Stav: splnené čiastočne

V tejto metóde sú zavedené prvé tri kroky. Na pracoviskách boli rozdelené veci na potrebné a nepotrebné, odstránené nepotrebné veci, usporiadané potrebné a vyčistené pracovisko. Štandard pracoviska je v priebehu riešenia. Je potrebné vytvoriť jeden vzorový štandard, ktorý sa bude používať pre všetky pracovné stoly a zariadenia, nielen na linke III, ale na všetkých robotických linkách a taktiež na ručnej a ťažkej lakovni. Po vytvorení vizuálneho štandardu pracoviska bude na každom pracovisku umiestnená kontrolná karta, kde sa bude zapisovať plnenie metódy 5S.

10.1.6 Štandardizácia práce

Stav: splnené

Pri pozorovaní pracovníkov a následne urobených rozhovoroch s nimi boli spracované pracovné inštrukcie s dostatočnou vizualizáciou aj pre zahraničných pracovníkov a tým splnený vedľajší cieľ diplomovej práce.

10.2 Finančné zhodnotenie projektu

10.2.1 Varianta A

Náklady:

- 2 x naklonená rovina 0,8 m x 1 m: 12 334,- Kč
- 2 x stôl na balenie 0,8 m x 1 m: 12 334,- Kč
- Stôl pre skontrolované jigy 0,8 m x 1,8 m: 6 605,- Kč
- 2 x stôl výstupnej kontroly (zahŕňa aj osvetlenie) 1 m x 0,8 m: 25 565,- Kč
- Odmena priemyselného inžiniera po dobu projektu: 96 000,- Kč (12 x 8 000,-)
- Mzda údržbára pri presťahovaní stolov: 2 000,- Kč
- Ročné mzdové náklady v hrubom na 13 OP: 2 964 000,- Kč (13 x 228 000)

Celková cena varianty A: cca 3 118 838,- Kč

10.2.2 Varianta B

Náklady:

- 2 x naklonená rovina 0,8 m x 1 m: 12 334,- Kč
- 2 x stôl na balenie 0,8 m x 1 m: 12 334,- Kč
- 1 x stôl pre balenie 1,6 m x 1,8 m: 8 716,- Kč
- Odmena priemyselného inžiniera po dobu projektu: 96 000,- Kč (12 x 8 000,-)
- Mzda údržbára pri presťahovaní stolov: 2 000,- Kč
- Ročné mzdové náklady v hrubom na 12 OP: 2 736 000,- Kč (12 x 228 000,-)

Celková cena varianty B: cca 2 867 384,- Kč

10.2.3 Varianta C

Náklady:

- Odmena priemyselného inžiniera po dobu projektu: 96 000,- Kč (12 x 8 000,-)
- Mzda údržbára pri presťahovaní stolov: 2 000,- Kč
- Ročné mzdové náklady v hrubom na 8 OP: 1 824 000,- Kč (8 x 228 000,-)

Celková cena varianty C: cca 1 992 000,- Kč.

10.2.4 Závěrečné finančné zhodnotenie

Do pôvodných ročných nákladoch je zahrnuté len mzdové ohodnotenie jedenástich pracovníkov, ktorí boli navrhnutí pracovníkmi výroby a projektového riadenia podľa TPV časov a MOST analýze pred implementovaním projektu do výroby. To znamená žiadne náklady na stoly a zariadenia ani odmena pre priemyselného inžiniera a údržbára.

Celkové ročné náklady prvej varianty sú 3 118 838,- Kč. Úspora peňazí oproti pôvodnému layoutu a plánu nenastala. Zvýšila by sa investícia o 610 838,- Kč.

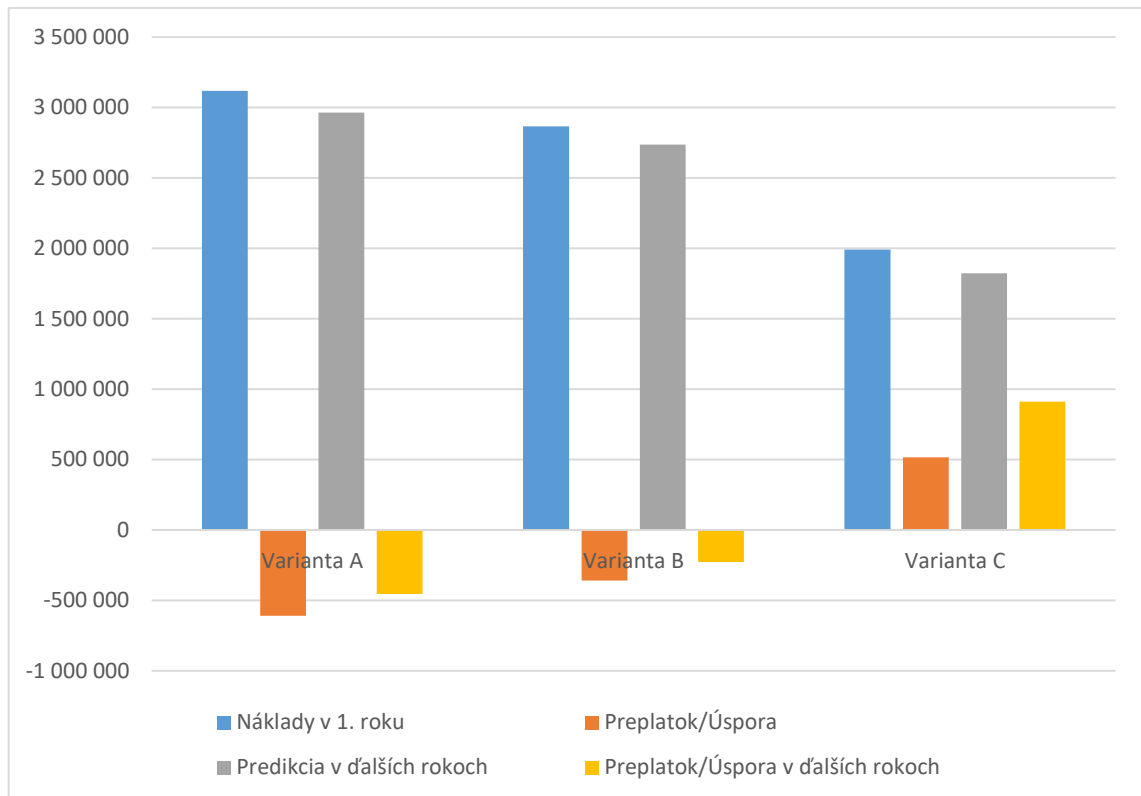
Ročné náklady druhej varianty sa znížením počtu operátora a nákupom stolov znížili oproti prvej variante o 251 454,- Kč. Avšak oproti pôvodnému layoutu a vybaveniu linky by muselo byť investovaných 359 384,- Kč.

Celkové ročné náklady na poslednú variantu sú 1 992 000,- Kč. Táto suma je najnižšia zo všetkých variant. Výhodou je, že je bez investícií do stolov a zariadení a teda úspora v prvom roku je 516 000,- korún českých.

V ďalších rokoch sa do celkových nákladov počítajú len mzdové náklady na pracovníkov podľa uvedených počtov v jednotlivých návrhoch. Nepočítame s nákladmi na energiu a inými, ktoré sú fixného charakteru. Všetky peňažné zhodnotenia tohto projektu sú informatívneho charakteru a čiastky sú prepočítané koeficientom (tabuľka 19, obrázok 42).

Tabuľka 19 Finančné zhodnotenie projektu (vlastné spracovanie)

	Pôvodne	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Náklady v 1. roku	2 508 000	3 118 838	2 867 384	1 992 000
Preplatok/Úspora	0	-610 838	-359 384	516 000
Predikcia v ďalších rokoch	2 508 000	2 964 000	2 736 000	1 824 000
Preplatok/Úspora v ďalších rokoch	0	-456 000	-228 000	912 000



Obr. 42 Grafické zobrazenie finančných úspor projektu (vlastné spracovanie)

10.3 Zhrnutie projektu

Projekt bol zrealizovaný do konca apríla roku 2018. Obchodné oddelenie trvalo na tom, aby bolo na každý projekt toľko pracovníkov, aby sa všetky operácie stíhali v čase taktu. Na konci spracovania tohto projektu z finančného hľadiska pochopili, že všetky činnosti sa stíhajú priebežne. Navesovanie kusov na rámy sa začína navesovať skôr ako sa projekt spúšťa do linky a výstupnú kontrolu operátori stíhajú skôr ako z linky vychádzajú ďalšie nalakované kusy iného projektu.

Lepším usporiadaním pracoviska a využitím stolov, ktoré už boli vo výrobe používané sa nielen znížilo plytvanie, minimalizovala sa chôdza, zbytočný transport a hľadanie, ale finančne sa nemuselo investovať niekoľko desiatok tisíc korún českých na nové vybavenie pracoviska.

Ďalšou výhodou layoutu varianty C, bolo zníženie TPV časov, ktoré po zmene layoutu boli reálne namerané a bilancia je nasledovná:

- Vešanie kusov na rámy sa znížilo z 25 sekúnd na kus na 15,82 sekúnd na kus, to je o necelých 37%.

- Ionizácia a manuálne čistenie kusov sa znížilo z 20 sekúnd na kus na 3,79 sekúnd na kus, to je o 81%.
- Zvesovanie kusov z rámov z 10 sekúnd na kus na 3,64 sekúnd na kus, to je o 64%.
- Výstupná kontrola a balenie z 20 sekúnd na kus na 18,41 sekúnd na kus, to je o 8%.

Taktiež je dôležité spomenúť, že layout je vytvorený nielen pre nami analyzovaný projekt, ale je využiteľný pre všetky projekty, ktoré prebiehajú na linke III. To znamená stoly navesovania, slúžia pri inom projekte na maskovanie kusov maskovacími prípravkami, následne na odmaskovanie kusov pred výstupnou kontrolou.

Na záver je nutné konštatovať, že pri zmene plánovania projektov nasledujúcich po sebe, by sa znížil čas prestojov (zmena farby či technologického postupu), mohol by sa znížiť takt linky lakovania a z výroby by sa pracovníkom odstránila ďalšia časť plytvania – čakanie.

ZÁVER

Diplomová práca je spracovaná v spoločnosti Hajdík, a. s., v ktorej pôsobím na pozícii priemyselného inžiniera. Podstatou práce bolo uplatnenie metód priemyselného inžinierstva pri realizácii nového projektu. Hlavným cieľom bolo teda implementovať projekt do výroby s využitím vhodných metód priemyselného inžinierstva, ktoré majú slúžiť nielen na zlepšenie výrobného systému vo firme, ale aj na odstránenie plytvania.

Všetky potrebné informácie, ktoré boli potrebné k spracovaniu diplomovej práce som získala na základe rozhovorov s pracovníkmi rôznych oddelení, z interných zdrojov firmy a z pozorovaní a meraní vo výrobe.

Po oslovení od pracovníkov projektového riadenia a výroby sa začal beh na dlhú trať. Pred implementáciou musela byť zvolená linka, na ktorej má lakovanie prebiehať. Taktiež musel byť vytvorený výrobný príkaz, ktorý v neposlednej rade obsahuje TPV časy a počet pracovníkov potrebných vo výrobe. Časy a počet pracovníkov boli vytvorené odhadom, bez akýchkoľvek meraní, a preto bola vytvorená MOST analýza na porovnanie. Tá však bola nespoľahlivá, z dôvodu, ktorý sme neskôr zistili pri reálnom meraní. Neobsahovala predúpravy a časovo náročnejšie manipulácie a časy trvania operácií podľa reálneho merania.

Po zavedení vzorového lakovania nastalo dlhé pozorovanie a prvotné meranie činností. Pozorovaním sme zistili, že je potrebný manipulant, aby činnosti navážania paliet a vozíkov a odvážania hotových výrobkov nezaťažovali pracovníkov vo výrobe. Ďalej bolo zrejmé, že je potrebné vytvoriť štíhly univerzálny layout, stanoviť potrebný počet operátorov a TPV časy na základe reálneho merania a zaviesť vizualizáciu, metódu 5S a štandardizáciu.

Návrhy na layout a stanovenie počtu operátorov boli tri, preto sú v projektovej časti popísané všetky varianty. Po schválení layoutu a zavedení jeho podoby do výroby, bola zavedená vizualizácia pracoviska, metóda 5S a vytvorené pracovné inštrukcie, vhodné aj pre zahraničných pracovníkov.

Zavedením metód priemyselného inžinierstva, teda zostavením štíhleho univerzálného layoutu, stanovením potrebného počtu operátorov, zavedením metódy just-in-time, vizualizácie a štandardizácie do výroby sa eliminuje plytvanie vo forme nadbytočných pohybov, nadbytočného transportu, hľadania a nadvýroby a firma tým ušetrí na tejto linke

v prvom roku približne pol milióna korún českých a v ďalších nasledujúcich rokoch až 912 000,- Kč. Odstránením nadbytočných pohybov a hľadania sa znížia časy vykonávaných operácií a zavedením vizualizácie a štandardizácie sa zníži počet chybovosti a úrazovosti.

Splnením týchto vedľajších cieľov bol nakoniec implementovaný projekt do výroby s využitím metód priemyselného inžinierstva, a tým splnený aj hlavný cieľ diplomovej práce.

V prípade, že by bolo pokračované v tejto diplomovej práci, určite by bolo vhodné zamerať sa na zmenu plánovania. Napríklad zaviesť projekty do výroby po sebe tak, aby technici liniek nemuseli po každom projekte vymieňať farbu, ale aby mohli namiešanú farbu len dopĺňať. Tento návrh je z toho dôvodu, že proces výmeny farby trvá 60 minút a proces doplnenia farby 20 minút. Zamedzilo by sa tak prestojom a znížilo by sa na linke plytvanie vo forme čakania na vkladanie kusov do linky a následné čakanie na kusy vychádzajúce z linky.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

Monografie:

BAUER, Miroslav. 2012. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

DENNIS, Pascal. 2016. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

FIALA, Petr. Projektové řízení: modely, metody, analýzy. Praha: Professional Publishing, 2004, 276 s. ISBN 80-86419-24-X.

GREENE, Jack. 2013. Industrial engineering: theory, practice & application: business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], 411 s. ISBN 9781482301793.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK. 2017. Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.

CHUNDELA, Lubor. 2013. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.

IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen. 2005. Brno: Computer Press, , viii, 314 s. Business books. ISBN 80-251-0850-3.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAXWELL, John C. c2015. Týmová spolupráce 101: co potřebuje každý znát. Praha: Pragma, 125 s. ISBN 978-80-7349-388-2.

MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN. Maynard's industrial engineering handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, c2001, 1 sv. (různé stránkování). McGraw-Hill standard handbooks. ISBN 0-07-041102-6.

SVOZILOVÁ, Alena. 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2017. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2007. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada, 378 s. Expert. ISBN 978-80-247-1479-0.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. 1998. Týmová společnost: podnik v globálním prostředí. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 407 s. ISBN 8090223524.

Internetové zdroje:

API [online], © 2005 – 2017. Slaný [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

Dobeš – Prášková lakovňa [online], © 2017. Zlín/Jaroslavice [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://dobes.eu/praskova-lakovna>

Hajdik [online], © 2017. Jablůnka [cit. 2017-09-06]. Dostupné z: <http://www.hajdik.com/onas>

HP Lak [online], © 2017. Ostrava-Kunčičky [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <http://www.hplak.cz/cs/>

Industry 4.0 [online], © 2018. Praha [cit. 2018-03-05] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmysl_4.0

IPA Czech [online], © 2012. Český Těšín [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <https://www.ipa-czech.cz/cz/ipa-slovník>

Kubica – Mokrý lakovňa [online], © 2016 – 2018. Strážnice [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <http://www.natery-lakovna-kubica.cz/index.php/cz/>

Košťuriak [online], © 2018. Praha [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.kosturiak.com/2017/01/07/buducnost-priemyselneho-inzinerstva/#prettyPhoto>

Zlepšovanie výroby [online], © 2018. Zlín [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://www.zlepsovanivyroby.cz/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketzu, Shitsuke
MHR	Malá hodnota rizika
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
OP	Operátor
P-st'	Pravdepodobnosť
RIPRAN	Risk Project Analysis
SHR	Stredná hodnota rizika
SMART	Specific, Measureable, Acceptable, Realistic, Time-bound
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TPV	Technologický postup výroby
VHR	Vysoká hodnota rizika

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 História priemyselného inžinierstva (Košturiak, © 2018).....	13
Obr. 2 Priemyselná revolúcia (Industry 4.0, © 2018).....	16
Obr. 3 Nástroje štíhlej výroby (IPA Czech, © 2012)	19
Obr. 4 Aplikácia na meranie práce (Zlepšovanie výroby, © 2016).....	23
Obr. 5 Výška pracovnej roviny (Interné zdroje spoločnosti).....	33
Obr. 6 Dosah muža a ženy pri práci (Interné zdroje spoločnosti)	33
Obr. 7 Logo spoločnosti (Hajdik, © 2017)	36
Obr. 8 Strategická ikona spoločnosti Hajdik, a. s. (Hajdik, © 2017)	37
Obr. 9 HP Lak (HP Lak, © 2017)	38
Obr. 10 Fa – Kubica, Priemyselná - mokrá lakovňa (Kubica – Mokrá lakovňa, © 2016 – 2018).....	39
Obr. 11 Prášková lakovňa Zlín/Jaroslavice (Dobeš – Prášková lakovňa, © 2017)	39
Obr. 12 Matica príležitostí (vlastné spracovanie)	42
Obr. 13 Matica hrozieb (vlastné spracovanie)	43
Obr. 14 Matica príležitostí projektu (vlastné spracovanie).....	48
Obr. 15 Matica hrozieb projektu (vlastné spracovanie).....	48
Obr. 16 Projektové riadenie spoločnosti (interné zdroje spoločnosti).....	54
Obr. 17 Jigy s kusmi navesené na ráme (vlastné spracovanie).....	55
Obr. 18 Skupina K (Interné zdroje spoločnosti)	56
Obr. 19 Skupina L (Interné zdroje spoločnosti)	56
Obr. 20 Skupina M (Interné zdroje spoločnosti)	56
Obr. 21 Skupina N (Interné zdroje spoločnosti)	57
Obr. 22 Skupina O (Interné zdroje spoločnosti)	57
Obr. 23 Skupina P (Interné zdroje spoločnosti).....	57
Obr. 24 Skupina R (Interné zdroje spoločnosti)	58
Obr. 25 Skupina S (Interné zdroje spoločnosti).....	58
Obr. 26 Linka I (vlastné spracovanie)	60
Obr. 27 Linka II (vlastné spracovanie)	61
Obr. 28 Linka III (vlastné spracovanie).....	61
Obr. 29 Layout – varianta A (vlastné spracovanie).....	66
Obr. 30 Layout – varianta B (vlastné spracovanie)	69
Obr. 31 Layout – varianta C (vlastné spracovanie)	73

Obr. 32 Reálne zostavený layout (vlastné spracovanie).....	73
Obr. 33 Označený priestor pre uličku (vlastné spracovanie).....	76
Obr. 34 Označený priestor pre materiál, vozíky (vlastné spracovanie).....	76
Obr. 35 Označený priestor pre NOK kusy (vlastné spracovanie).....	77
Obr. 36 Označenie bezpečnostných zón (vlastné spracovanie).....	77
Obr. 37 Stôl výstupnej kontroly pred zavedením metódy 5S (vlastné spracovanie).....	78
Obr. 38 Stôl výstupnej kontroly po aplikovaní prvého kroku metódy 5S (vlastné spracovanie).....	79
Obr. 39 Návrh pracoviska výstupnej kontroly (vlastné spracovanie).....	80
Obr. 40 Návrh pracovného priestoru pracoviska výstupnej kontroly (vlastné spracovanie).....	81
Obr. 41 Fotodokumentácia štandardu pracoviska (vlastné spracovanie)	82
Obr. 42 Grafické zobrazenie finančných úspor projektu (vlastné spracovanie).....	95

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 SWOT analýza spoločnosti (vlastné spracovanie)	41
Tabuľka 2 Projektový list (vlastné spracovanie)	45
Tabuľka 3 Harmonogram projektu (vlastné spracovanie)	46
Tabuľka 4 SWOT analýza projektu (vlastné spracovanie)	47
Tabuľka 5 Logický rámec projektu (vlastné spracovanie)	49
Tabuľka 6 Riziková analýza projektu (vlastné spracovanie)	51
Tabuľka 7 Postup projektového riadenia zákazky (vlastné spracovanie)	52
Tabuľka 8 Parametre výberu vhodného pracoviska (vlastné spracovanie)	60
Tabuľka 9 Navesovanie kusov na jigy, skupina K (vlastné spracovanie)	63
Tabuľka 10 Navesovanie jigov na rámy, skupina K (vlastné spracovanie)	63
Tabuľka 11 Ionizácia a manuálne čistenie, skupina K (vlastné spracovanie)	64
Tabuľka 12 Zvesovanie jigov z rámov, skupina K (vlastné spracovanie)	64
Tabuľka 13 Výstupná kontrola a balenie, skupina K (vlastné spracovanie)	65
Tabuľka 14 Porovnanie MOST analýzy s TPV časmi (vlastné spracovanie)	65
Tabuľka 15 Časy operácií prvej varianty (vlastné spracovanie)	67
Tabuľka 16 Časy operácií druhej varianty (vlastné spracovanie)	70
Tabuľka 17 Časy operácií tretej varianty (vlastné spracovanie)	74
Tabuľka 18 Porovnanie časov jednotlivých operácií všetkých variantov (vlastné spracovanie)	91
Tabuľka 19 Finančné zhodnotenie projektu (vlastné spracovanie)	94

ZOZNAM PRÍLOH

[1] Organizačná štruktúra

PRÍLOHA P I: ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA

