

Projekt zefektivnění činnosti vybraného pracoviště firmy XY s.r.o.

Bc. Andrea Kellnerová

Diplomová práce
2015

 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: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Andrea Kellnerová**
Osobní číslo: **M13427**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zefektivnění činnosti vybraného pracoviště
firmy XY s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z dané oblasti a formulujte teoretické východiska pro zpracování analytické a projektové části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu činností souvisejících s přípravou výroby ve firmě.
- Provedte výběr vhodného pracoviště a navrhnete zlepšení stávajícího stavu.
- Zhodnoťte navrhované projektové řešení a formulujte závěrečná doporučení ke zlepšení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.
KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.
MAŠÍN, Ivan. Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století. Liberec: Institut technologií a managementu, 2004, 101 s. ISBN 8090353304.
SHINGO, Shigeo. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Rev. ed. Boca Raton: CRC Press, c2005, xxxiv, 257 s. ISBN 978-0-915299-17-1.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **16. února 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2015**

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
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 přípouští-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


.....
podpis diplomanta

Prehlásenie

ABSTRAKT

Témou diplomovej práce je zefektívnenie činnosti vybraného pracoviska spoločnosti XY s.r.o. Teoretická časť popisuje teoreticky metódy a postupy, ktoré je potrebné poznať pre lepšie pochopenie problematiky, popísané metódy a analýzy, ktoré sú potrebné pre zanalyzovanie súčasného stavu v spoločnosti. V praktickej časti budú prevedené všetky teoretické oblasti do praxe. Prevedie sa analýza súčasného stavu na pracovisku a následne sa zrealizuje projekt, v ktorom sa implementujú spomínané metódy a postupy. Cieľom projektu je zvýšenie celkovej efektivity pracoviska.

Kľúčové slová: priemyselné inžinierstvo, analýza pracoviska, technická príprava výroby, OEE, efektívita

ABSTRACT

The topic of this thesis is increase in operation effectivity of chosen workplace in company XY s.r.o. Theoretical part describes methods and procedures needed for better understanding of this field, and methods and analysis needed for breaking-down current state of society. In practical part, all theoretical parts will be put into practice. The current state of workplace will be analysed and later on a project will be realized, implementing all methods and procedures mentioned. The aim of this project is complete increase in effectivity of workplace.

Keywords: Industrial Engineering, Analysis of the workplace, Technical Preparation of the Production, OEE, Effectivity

Touto cestou by som rada poďakovala vedúcemu mojej diplomovej práce, Ing. Dobroslavovi Němcovi za čas, ochotu, pomoc a cenné rady, ktoré mi v priebehu vypracovávaní tejto práce veľmi pomohli.

Taktiež moja vďaka patrí spoločnosti XY, ktorá mi umožnila spracovať diplomovú prácu, hlavne projektovému tímu za čas, spoluprácu a veľkú trpezlivosť.

„Nehovor, že to nejde, radšej povedz, že to zatiaľ nevieš.“

Tomáš Baťa

OBSAH

ÚVOD.....	9
CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO A ŠTÍHLA VÝROBA.....	13
1.1 KLASICKÉ PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO	13
1.2 MODERNÉ PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO	14
1.3 METODIKA PRE IMPLEMENTÁCIU PRINCÍPOV ŠTÍHLEJ VÝROBY	16
1.3.1 Štíhle pracovisko	17
1.3.2 Štíhly layout	18
1.3.3 Procesná analýza	19
1.3.4 Ďalšie metódy priemyselného inžinierstva	19
1.3.5 Zapojenie zamestnancov a neustále zlepšovanie	20
1.4 PLYTVANIE VO VÝROBE	21
1.5 OEE – CELKOVÁ EFEKTIVITA ZARIADENIA	22
1.5.1 Vzťah medzi OEE a plytvaním	24
1.5.2 Výpočet OEE	25
1.5.3 Výpočet TEEP.....	26
2 VÝROBNÝ SYSTÉM PRE MALÉ SÉRIE	27
2.1 RÝCHLE ZAVÁDZANIE VÝROBKOV.....	27
2.2 POŽIADAVKY NA VÝROBNÝ SYSTÉM.....	28
3 ZABEZPEČENIE, REALIZÁCIA A PLÁNOVANIE VÝROBY	30
3.1 VLASTNOSTI VÝROBNÉHO SYSTÉMU.....	32
3.1.1 Kapacita.....	32
3.1.2 Elasticita výrobného systému.....	32
3.2 TECHNICKÁ PRÍPRAVA VÝROBY	33
3.2.1 Úlohy TPV	33
3.2.2 Konštrukčná príprava výroby.....	34
3.2.3 Technologická príprava výroby	34
3.2.4 Organizačná príprava výroby.....	35
3.3 VÝROBNÉ KOOPERÁCIE	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI.....	38
4.1 PREDMET PODNIKATELSKEJ ČINNOSTI	38
4.1.1 Tržby a predaj	40
4.2 ZAMESTNANCI.....	41
4.2.1 Systém riadenia kvality	43
4.2.1.1 Ciele spoločnosti.....	43
4.2.2 Stratégia pre rok 2015	43
4.2.3 Ciele kvality pre rok 2015.....	44
5 SWOT ANALÝZA	45
6 VÝROBNÝ PROGRAM FIRMY	46
6.1.1 Výrobné strediská.....	47

6.1.1.1	Lay-out pracovísk	47
6.2	STROJNÉ VYBAVENIE FIRMY	49
7	ABC ANALÝZA SPOLOČNOSTI XY	52
8	PODROBNÁ ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU ČINNOSTÍ SÚVISIACICH S PRÍPRAVOU VÝROBY	53
8.1	ANALÝZA PRIEBEHU VÝROBY ÖLBEHÄLTER 170L KL.FILTER – HIAB	54
8.1.1	Procesná analýza	55
8.1.2	FMEA.....	58
9	ZADANIE PROJEKTU	60
9.1	ZADÁVACÍ LIST PROJEKTU.....	60
9.2	RIZIKOVÁ ANALÝZA	61
9.3	HARMONOGRAM PROJEKTU	61
10	NÁVRH RIEŠENIA PROBLEMATIKY ZEFEKTÍVNENIA PRACOVISKA PLAZMOVÉHO DELENIA.....	62
10.1	POPIS ČINNOSTI SÚČASNÉHO PRACOVISKA PLAZMY SK100.....	62
10.2	LAYOUT PRACOVISKA	63
10.3	POZOROVANIE NA PRACOVISKU PLAZMY SK 100	64
10.4	SPAGHETTI DIAGRAM SÚČASNÉHO USPORIADANIA PRACOVISKA SK100.....	66
10.5	VÝPOČET OEE PLAZMOVÉHO ZARIADENIA	67
10.6	TECHNOLOGICKÉ A KAPACITNÉ KOOPERÁCIE.....	69
10.7	VOĽBA OPTIMÁLNEJ METÓDY REZANIA A ICH POŽIADAVKY	70
10.8	POROVNANIE HLAVNÝCH TECHNICKÝCH PARAMETROV PLAZMY A LASERU	71
10.8.1	Rezanie plazmou	71
10.8.1.1	Možnosti využitia.....	72
10.8.1.2	Výhody rezania plazmou.....	72
10.8.1.3	Nevýhody plazmového rezania	73
10.8.2	Rezanie laserom	73
10.8.2.1	Druhy laserového spracovania	74
10.8.2.2	Komponenty laserového rezacieho stroja	74
10.8.2.3	Výhody laserového rezania	74
10.8.2.4	Nevýhody laseru.....	75
10.8.3	Bezpečnosť pri práci a ochrana zdravia	76
11	ĎALŠIE NÁVRHY A ODPORÚČANIA	77
11.1	NOVÉ LASEROVÉ REZACIE ZARIADENIE	77
11.1.1	Harmonogram inštalácie nového lasera	78
11.1.2	Doba návratnosti investícií.....	79
11.2	ZMENA LAYOUTU	80
11.2.1	FMEA po zmene	82
	ZÁVER	83
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	84
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	88
	ZOZNAM OBRÁZKOV	89
	ZOZNAM TABULIEK	91
	ZOZNAM PRÍLOH.....	92

ÚVOD

V dnešnej dobe má pre každú firmu, ktorá chce prosperovať, veľký význam produktivita, efektivita procesov a výroby. Neustále rastúca konkurencia núti k neustálemu zlepšovaniu a sebazdokonaľovaniu sa v rámci každého podnikateľského smeru. Ale čo sa stane s podnikmi, ktoré si myslia, že pojem „lean“ pre nich nič neznamená?

Štíhla výroba má mnoho definícií, mnoho smerov, ktorými sa môže uberať, ale stále sa drží jedného hesla a to zjednodušene zlepšovania podniku. Zlepšovanie nemusí vždy predstavovať len finančné investície do zariadení vo výrobe, ale ide aj o nefinančné investície, ktoré mnohokrát ponúkajú samotní pracovníci, ale vo veľa prípadoch nenájdu podporu nadriadeného, ktorý by mal ako prvý stáť v rade s nápadmi. Pri každej zmene nech sa už týka čohokoľvek treba mať správne nastavené myslenie a hľadať na zmenách pozitíva. Z tohto dôvodu sa aj moja diplomová práca bude zameriavať na zmenu a možnosť zefektívnenia výroby a pracoviska v spoločnosti XY. Táto spoločnosť sa postupne rozvíja a tak isto sa snaží rozvíjať aj svoje myslenie v rámci zoštieňovania.

Praktická časť bude podložená teoretickými poznatkami vo forme literárnej rešerše z knižných a internetových zdrojov. Budú vysvetlené základné poznatky, ktoré je potrebné poznať pre lepšie pochopenie problematiky, popísané metódy a analýzy, ktoré sú potrebné pre zanalyzovanie súčasného stavu v spoločnosti.

Následne všetky vysvetľované oblasti budú rozoberané v praktickej časti. Na začiatku predstavím vybranú spoločnosť a jej okruhy záujmov. V ďalšej časti rozoberieme prípravu výroby a celý proces výroby, ktorým prechádza konkrétny výrobok. V závere budú zhrnuté všetky výsledky analýz a navrhnuté najlepšie možné riešenia pre spoločnosť a jej efektivitu.

CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE

Hlavným cieľom mojej práce je projekt zefektívnenia činnosti vybraného pracoviska spoločnosti XY. Projekt je zameriavaný na úzke miesto výroby – pracovisko delenia materiálu plazmou. Dôvodom je neustála potreba technologických kooperácií pri delení materiálu. Ďalším cieľom je odstránenie činností, ktoré procesu nepridávajú hodnotu a sú spôsobené rezaním hrubších hliníkových plechom na plazmovom zariadení. Tieto činnosti nepriaznivo vplývajú aj na kvalitu výpalkov.

Metodický postup

Pri vypracovávaní projektu zefektívňovania bolo najskôr potrebné spracovať teoretické poznatky o štíhlej výrobe, výrobnom procese a jeho príprave.

V praktickej časti bola na úvod predstavená spoločnosť a následne zanalyzovaný celý proces konkrétnej výrobnnej zákazky.

Ako prvá bola využitá SWOT analýza. Táto metóda bola zvolená, lebo predstavuje vhodný postup pre zhrnutie kritických úspechov spoločnosti XY v danom odbore. Cieľom je zistenie kľúčových silných a slabých stránok, príležitostí a hrozieb, ktoré sú pre podnik dôležité. Pomocou SWOT analýzy vidíme smery, ktorými by sa mala spoločnosť uberať.

Po SWOT analýze je potrebné previesť ABC analýzu a procesnú analýzu. Pomocou výsledkov týchto dvoch metód je možné vybrať úzke miesto výroby.

V ABC analýze sú využité objemy výroby všetkých druhov nádrží. Pomocou nich je možné zatriediť výrobky do troch skupín, ktoré ukážu dôležitosť každého finálneho výrobku. Už na začiatku mi bol odporúčaný jeden typ nádrže, ktorý by mal byť reprezentatívnym prvkom. Po prevedení ABC analýzy sa toto tvrdenie potvrdilo, keďže nádrž HIAB spadala do skupiny A.

Po tomto potvrdení bola prevedená procesná analýza zameraná na proces výroby 20 kusov nádrží HIAB. Procesná analýza zobrazuje všetky činnosti vykonávané od začiatku celého výrobného procesu až po konečnú operáciu – expedíciu hotových výrobkov.

FMEA bola vypracovaná taktiež na celý proces výroby. Zobrazuje výskyt možných chýb od preberania vstupného materiálu do vstupného skladu, cez delenie materiálu a všetky nasledujúce operácie až po finálnu montáž, balenie a expedíciu. Ukazuje aj dôležitosť zamerania sa možné chyby, prípadne skutočnosti, ktoré sa pravidelne vyskytujú vo výrobe a znehodnocujú kvalitu celého procesu.

Po prevedení predchádzajúcich analýzach už poznáme pracovisko, ktoré je pre nás úzkym miestom. Po týchto zisteniach je možné previesť snímku pracovného dňa operátora a stroja, ktorá ukáže všetky vykonávané činnosti, plytvania počas priebehu operácie, činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu a znižujú kvalitu výpalkov.

Medzi plytvanie vo výrobe patrí aj zbytočný pohyb, ktorý nám pomôže odhaliť Spaghetti diagram. Spaghetti diagram okrem zbytočných pohyb zobrazuje aj hustotu pohybu a miesta, kde sa pracovník najviac vyskytuje počas pracovnej operácie.

Dôležitým ukazovateľom pri práci strojného zariadenie je ukazovateľ OEE. Pomocou výpočtu získané informácie o dostupnosti, výkone zariadenia a o produkovanej kvalite.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO A ŠTÍHLA VÝROBA

„Priemyselné inžinierstvo je interdisciplinárny odbor, ktorý sa zaoberá projektovaním, zavádzaním a zlepšovaním integrovaných systémov ľudí, strojov, materiálu a energií s cieľom dosiahnuť čo najvyššiu produktivitu. Pre tento účel využíva špeciálne znalosti z matematiky, fyziky, sociálnych vied aj managementu, aby ich spoločne s inžinierskymi metódami ďalej využívalo pre špecifikáciu a hodnotenie výsledkov dosiahnutých týmito systémami.“ (Salvendy, 2001)

1.1 Klasické priemyselné inžinierstvo

Od čias prvých priekopníkov priemyselného inžinierstva uplynulo už vyše sto rokov. Veľkým mýlnikom v histórii priemyselného inžinierstva boli dvaja páni Taichi Ohno a Shigeo Shingo, ktorý zaviedli just in time systém. Tento systém stavebným kameňom Toyota Production System. (Shingo, 2005)

Za jedno storočie akceptovali princípy priemyselného inžinierstva všetky vyspelé priemyselné krajiny ako odbor potrebný pre rast produktivity. Vedľa tradičných metód sa v rámci priemyselného inžinierstva rozvíjajú s postupom času aj metódy nové, ktoré viac akceptujú potreby súčasnosti bez toho, aby tradičné metódy strácali svoj význam.

Klasické priemyselné inžinierstvo je orientované prevažne na exaktné vedy, zatiaľ čo moderné priemyselné inžinierstvo viacej pozerá na potreby sociotechnických systémov a neustále sa meniaceho obchodného prostredia.

Klasické priemyselné inžinierstvo prešlo od svojich počiatkov až do dnešnej doby rozvojom a zaznamenávame dve základné fáze, resp. disciplíny:

- Štúdium práce
- Operačný výskum

Rozvoj každej z disciplín je svojim spôsobom proces, v rámci ktorého sa čistí, pridávajú, modifikujú. Kombinujú a eliminujú príslušné nástroje, techniky, koncepty a teórie spojované s danou disciplínou.

Cieľom štúdia práce je doceliť optimálne využitie ľudských a materiálových zdrojov dostupných danému podniku. Funkciou štúdia práce je získať informácie a potom tieto informácie využívať ako prostriedok zvyšovania produktivity.

Štúdium práce je založené na využívaní dvoch techník:

- Štúdium pracovných metód
- Meranie práce

Toto rozdelenie je však len informatívne a v praxi sa využívajú obe techniky, keďže ich striktné oddelovanie by mohlo spôsobiť zníženie prínosu plynúceho zo štúdia práce. Obe techniky využívajú dôsledne formálnych záznamov, ktoré sú analyzované s cieľom objaviť plytvanie všetkého druhu. Po tejto analýze je možné previesť príslušné opatrenia, ktoré majú nedostatky eliminovať. (Mašín a Vytlačil, 2000, s.86-92)

1.2 Moderné priemyselné inžinierstvo

Konkurenčné prostredie sa neustále dynamicky rozvíja. Podniky, ktoré reagujú na tento fakt inováciami organizačných štruktúr, procesov a jednotlivých pracovných metód majú šancu na úspech, ale firmy, ktoré tieto opatrenia ignorujú, na trhu neprežijú.

Takisto aj priemyselné inžinierstvo reagovalo na tieto skutočnosti a vytvára nové moderné prístupy na zaistenie vyššej produktivity. Oproti jasne zadefinovaným technikám a metódam klasického priemyselného inžinierstva sa jedná o komplexnejšie programy, ktoré nemajú jasné kontúry. V tomto bode dochádza k odklonu od princípov, kedy treba oddelovať vykonávanie práce pracovníkom od ich plánovania priemyselným inžinierom, či technologom. Ďalším rysom týchto programov je orientácia na nefyzické investície vo forme rozvoja pracovníkov a organizačnej štruktúry, ktoré by mali z hľadiska zvyšovania produktivity predchádzať fyzické investície, napr. do strojov a technológií. V prípade, že to tak nie je, môžeme vytvoriť nesprávne riadený a spravovaný automatizovaný podnik, ktorého produktivita nebude plniť očakávania, vkladané do veľkých investícií.



Obrázok 1 Kruh trvalého rozvoja produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 93)

Obsah programu moderného priemyselného inžinierstva vychádza vo veľkej miere z japonskej školy. Jeho aplikácia nie je obmedzená len na spracovateľský priemysel, ale tieto programy sa s úspechom aplikujú aj v službách, zdravotníctve, či štátnej správe.

V podnikoch sa vedľa štúdia práce, ako klasickej disciplíny, programy moderného priemyselného inžinierstva zameriavajú na:

- Zvyšovanie kvalifikácie a účasti zamestnancov na riadení
- Zlepšovanie organizačných systémov
- Zvyšovanie dynamiky zlepšovania procesov a odstraňovanie plytvania
- Skutočné zaisťovanie kvality
- Meranie a hodnotenia produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 93,94)

Medzi osvedčené programy pre internú podnikovú oblasť patria:



Obrázok 2 Programy priemyselného inžinierstva pre internú oblasť (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95)

Kľúčovými slovami dneška sa stali slová ako vysoká produktivita, nízke náklady, vysoká rýchlosť a nízke zásoby. Preto, aby sa význam týchto slov naplnil, musia podniky prejsť určitými zmenami, ktoré nie je možné obísť. Voči zmenám bude vždy existovať určitý odpor, pretože predstavujú určitú neistotu, ale na druhú stranu môžu priniesť veľa pozitívneho. Preto je potrebné uvedomiť si, že zmeny sú potrebné a priemyselné inžinierstvo sa snaží o ich zavádzanie, vytváranie lepšieho pracovného prostredia a prispieva k prosperite celého podniku.

Pri procese zlepšovania je dôležité odpovedať si na tri otázky:

- Čo chceme meniť? Pri tejto otázke je nutné vykonať rozbor kľúčových parametrov a zistiť ich príčiny. Dôležité je neskúmať len vonkajšiu stranu problému, ale aj je vnútro.
- Čo chceme zmenou dosiahnuť? Je potrebné zanalyzovať čo so sebou prinesú zmeny podniku a ako by sa dalo zabrániť negatívam, ktoré by mohli nastať.
- Ako to dosiahneme? Pomocou akých metód budeme zavádzať zvolené zmeny. (Košturiak a Gregor, 2002, s. C/1-1)

1.3 Metodika pre implementáciu princípov štíhlej výroby

Vo všeobecnosti môžeme charakterizovať koncept štíhlej výroby ako súbor nástrojov a princípov, pomocou ktorých podnik optimalizuje výrobné pracoviská, linky a strojné zariadenia. Hlavným cieľom je dosiahnutie stability, flexibility a štandardizácie výroby.

Základnými prvkami štíhlej výroby sú:

- Štíhly layout a štíhle výrobné bunky
- Vybalansovaný ťahový/tlakový systém produkčných tokov
- Štíhle pracoviská a štandardizované operácie
- Funkčný management toku hodnôt vo výrobných procesoch
- Rýchle pretypovanie a flexibilná redukcia výrobných dávok
- Tímová práca
- Funkčný systém zlepšovania výrobných systémov
- Dosiahnutie požadovanej kvality (Chromjaková, 2013, s. 43,44)



Obrázok 3 Metódy priemyselného inžinierstva (Košturiak, 2006, s.23)

Používané metódy a techniky v rámci priemyselného inžinierstva je možné rozdeliť do štyroch skupín. Tieto skupiny plne pokrývajú hlavné aktivity priemyselného inžinierstva, t.j. projektovanie – zavádzanie – zlepšovanie.

- Plánovanie, navrhovanie a riadenie – meranie práce, kapacitné výpočty...
- Uplatňovanie ľudského rozmeru – projektovanie výrobných a servisných tímov, ergonómia, zlepšovanie procesov...
- Technologické aspekty – projektovanie, konštruovanie výrobných buniek s ohľadom na výrobu, či montáž...
- Kvantitatívne a kreatívne metódy – simulácie procesov, priemyselná moderácia... (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79,80)

1.3.1 Štíhle pracovisko

Vytváranie štíhleho pracoviska v koncepte štíhlej výroby, súvisí so zvyšovaním jeho produktivity. V dôsledku toho, že produktivita je úmerná spotrebe času, využívame vhodné nástroje na odstránenie časov nepridávajúcich hodnotu a zvyšujeme pomer výstupu k vstupným parametrom. (Krišťak, 2007)

Základným cieľom projektovania pracovísk štíhlej výroby je eliminovať všetky neproduktívne, t.j. hodnotu nepridávajúce pohyby a zabezpečiť kontinuálny materiálový tok. Plynulý tok zabezpečí výrobu bez zbytočných zdržaní medzi jednotlivými operáciami. (Lešková, 2004)

Hlavnými cieľmi štíhleho pracoviska sú:

- zvýšenie výkonnosti
- zníženie úrazovosti a zaťaženia organizmu
- zvýšenie autonómnosti a možnosti viac obsluhy
- zlepšenie kvality a stability procesu
- štíhly layout a výrobné bunky (Košturiak a Frolík, 2006)

Pri optimalizácii pracoviska sa skúmajú predovšetkým tieto oblasti:

- účel optimalizácie – analyzovať plytvanie, odstrániť chyby po predchádzajúcej operácii,
- konštrukcia – výrobok musí byť vyrobiteľný a zmontovateľný,
- špecifikácia, tolerancia – eliminovať vznik ľudskej chyby,
- používaný materiál – hľadať lacnejší, spracovateľnejší, od najlepšieho dodávateľa, využívať odpad k druhotnej výrobe či možnosti recyklácie,
- výrobný proces, technológia – znížiť počet operácií, takt time, prvky automatizácie a mechanizácie,
- používané náradie – zvažovať investície vzhľadom k návratnosti, pracovníkom a celkovej pružnosti výroby,
- manipulácia s materiálom – využitie mechanických zariadení, eliminovať manipuláciu na minimum,
- layout pracovisko – redukcia vzdialenosti, vytvorenie štandardu, nový layout,
- návrh práce – využitie antropometrických, biometrických a fyziologických aspektov. (API, ©2015)

1.3.2 Štíhly layout

Ako spomína J.Košturiak vo svojej knihe, oblasť prepravy, skladovania a manipulácie zamestnáva až 25% pracovníkov, zaberá 55% plôch a tvorí až 87% času, ktorý strávi materiál vo výrobe. Tieto náklady súvisia s nesprávne navrhnutým layoutom, čo spôsobuje aj plytvanie.

Štíhly layout prináša úsporu plôch, pričom na uvoľnené plochy môžeme umiestniť ďalšie výrobné zariadenia. Eliminácia skladovacích plôch znamená nielen zníženie zásob, ale aj lepší prehľad o pohybe materiálu a zjednodušenie riadenia.

Hlavné parametre štíhle layoutu:

- priamy materiálový tok
- minimalizácie prepravných vzdialeností medzi operáciami
- minimálne plochy na medzisklady a zásobníky
- dodávatelia čo najbližšie k zákazníkom
- krátke trasy
- minimálne priebežné doby
- odstránenie dvojnásobnej manipulácie (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

1.3.3 Procesná analýza

Procesná analýza je jednou zo základných metód pre mapovanie procesu vo firme. Je možné ju využiť pri mapovaní vo výrobe a aj v nevýrobných sférach. Jedná sa o analytickú metódu, ktorá popisuje účinnosť a výkonnosť kritických operácií obsahujúcich väčší podiel presunu, čakania a prekážok. Výstupom je procesný diagram, ktorý je grafickým znázornením sledu aktivít pomocou symbolov.

Pri procesnej analýze sa využívajú štandardizované symboly pre činnosti: operácia, čakanie, kontrola, skladovanie, transport. (API, ©2015)

č.	činnosť	výroba	transport	skladovanie	skladovanie	čakanie	vzdialenosť (m)	doba trvania (min)	počet pracovníkov
1	Výroba kamionu - príjem zboží	○						0,25	0,5
2	transport		→				10		
3	skladování			△				7689	
4	transport		→				8		
5	skladování			△				496	
6	transport		→				35		
7	soustava řezání	○						4,7	1
8	transport		→				20		
9	skladování			△				1211	
10	transport		→				10		
11	řezání	○						3,6	1
12	transport		→				12		
13	skladování			△				2456	
14	transport		→				36		
15	montáž	○						5,2	0,5
16	transport		→				2		
17	skladování			△				1456	
18	transport		→				5		
21	skladování			△				457	
22	kontrola (100%)		→	□				1,5	1
	transport		→						
	skladování			△					
	výroba expedice	○							1
	Cellkem: činnost	6	18	1	7	0			6
	- součet času (min)							14789,35	
	- vzdálenost (m)						144		

Obrázok 4 Ukážka procesnej analýzy (API, ©2015)

1.3.4 Ďalšie metódy priemyselného inžinierstva

Ako spomína vo svojej knihe Badiru (s.102) mnoho techník priemyselného inžinierstva môžeme aplikovať v priemysle. Tu je niekoľko z nich:

Analýza pracoviska – Kvantifikuje nám, popíše a definuje možnosti pre zlepšenie, zvýšenie produktivity, kvality a zníženie plytvania.

Analýza a meranie práce – Predstavuje súbor nástrojov a metód, ktorých cieľom je analyzovať a merať vykonávanú prácu. Jedná sa o základnú znalosť priemyselného inžiniera.

Optimalizácia linky – Je to systematický proces, ktorý vedie k zvýšeniu výkonu linky, kvality vyrábaného produktu, úspore plochy a zlepšeniu pracovného prostredia a podmienok pri práci.

FMEA – Analýza možných chýb a ich dôsledkov. Je to metódy, ktorej cieľom je definovať všetky možné chyby v procese, či so súvisejúcim produktom. (API, ©2015)

1.3.5 Zapojenie zamestnancov a neustále zlepšovanie

Zapojenie zamestnancov je kritické z viacerých dôvodov. Ľudia, ktorí sa zúčastňujú plánovania a implementácie zmien sú viac motivovaní prijímať a podporovať zmeny. Najviac dôležité je uvedomiť si, že najväčším odborníkom na každú činnosť je ten, kto ju každodenne aj vykonáva.

Žiadny proces nie je možné nastaviť na prvýkrát bezchybne, aby už nebolo potrebné ho meniť alebo upravovať. Len na základe nového stavu je možné vidieť ďalšie príležitosti na zlepšenia. Organizácia, ktorej sa podarí zaviesť neustále zlepšovanie ako súčasť bežného fungovania je na najlepšej ceste k dlhodobým pozitívnym výsledkom, ktoré je možné aj udržať. (Štíhla výroba, ©2014)

V knihe „The Machine, that Changed the World“ od p. Womacka, p. Jonesa a p. Roosa je písané, že správnou implementáciou metód štíhlej výroby môžeme dosiahnuť nasledujúce parametre:

- Polovicu hodín ľudského úsilia vo výrobe
- Polovicu zmätkov na výstupe
- Polovicu investícií do strojov, zariadenia a nástrojov
- Tretinu hodín práce inžinierov
- Polovicu priestoru pri rovnakom výstupe
- Redukciu zásob na desatinu

1.4 Plytvanie vo výrobe

Za plytvanie môžeme označiť všetky činnosti, ktoré sú vykonávané pri realizácii produktu, ale nepridávajú mu žiadnu hodnotu, tzn. nepodieľa sa na zvyšovaní zisku podniku. Pri identifikácii plytvania rozlišujeme 8 základných druhov, medzi ktoré patrí:

- **Zbytočný transport** – Akýkoľvek transport (hmotných vecí či informácií) komplikovanejší a vzdialenejší ako je potrebné, opätovne – reorganizácia zásob je zbytočné plytvanie.
- **Zásoby** – na pracovisku sú zhromažďované zásoby v priestore, na stoloch, v počítačoch, či skladoch. Pracovníci si myslia, že zásoby sú správne a plnia funkciu poistnej zásoby. Z hľadiska možnosti odstránenia tohto plytvania, ide o najzložitejší, lebo ako sa hovorí „zvyk je železná košeľa“.
- **Zbytočné pohyby** - zbytočný pohyb pracovníkov je plytvanie. Úkony, ktoré musia byť vykonávané (pre pridanú hodnotu produktu), nie sú plytvaním pokiaľ sú redukované na minimum.
- **Čakanie** – čakanie na čokoľvek (ľudia, materiál, zariadenia, či informácie) je plytvaním.
- **Nadvýroba** – je považovaná za najhoršiu zo všetkých druhov plytvania. Tento stav je vnímaný ako bezpečnostná prikrývka, ale ide len o tlačenie zásob hotových produktov pred sebou. Nadvýroba negatívne ovplyvňuje výkonnosť podniku. Vyrábame veľa, alebo moc skoro.
- **Viac práca** – Spracovanie vecí, ktoré si zákazník už neželá a nie je ochotný zaplatiť sú plytvaním. Mali by sme sa držať zákaznickeho princípu, nevyrábať produkty zbytočne zložitý, či s prvkami, o ktoré nie je záujem.
- **Zmätky** - výroba nefunkčných výrobkov je plytvanie. Väčšinou sú odhalené až vo výrobnom procese, nie pri výstupnej kontrole. V najhoršom prípade sú odhalené až u koncového zákazníka. Je veľmi potrebné zistiť príčinu ich vzniku.
- **Nevyužitý potenciál pracovníkov** – Ľudské zdroje a ich potenciál nebývajú firmou riadne využité s ohľadom na ponúkané schopnosti a zručnosti. Pridaná hodnoty by mohla byť v týchto prípadoch realizovaná za kratší čas. Tento druh plytvania môžu ovplyvniť hlavne vedúci pracovníci.

Plytvanie sa vyskytuje v každej firme a preto by ho mali všetky pracovníci neustále vyhľadávať a odstraňovať. Znížením plytvania sa zvýši produktivita a znížia zbytočné náklady. Pri odhaľovaní je potrebné uvedomiť si, že hľadáme problémy a ich príčiny, nie ich vinníkov, ktorí by mali byť potrestaní. (Bauer, 2012, s.28,29 ; API, ©2015)

1.5 OEE – Celková efektivita zariadenia

OEE meria percento plánovaného výrobného času, ktorý je skutočne produktívny. Mnoho výrobných liniek je len 60% produktívnych, čo predstavuje obrovské príležitosti pre zlepšenia. OEE skóre 100% predstavuje dokonalú výrobu s najvyšším možným tempom a bez odstávok. Celková efektivita zariadenia je užitočná ako porovnanie, ale aj ako základná hodnota.

Môže byť použitá pre porovnanie výkonnosti daného výrobného aktíva priemyselných štandardov, s podobnými zariadeniami spoločnosti alebo k výsledkom pre rôzne posuny, ktorí pracujú na rovnakom zariadení. Ako základná línia môže byť použitá na sledovanie pokroku v čase pri odstraňovaní plytvania z danej výroby. (Leanproduction.com, ©2015)

OEE je funkciou strát, ktoré boli spôsobené poruchami, prestojmi, prestavovaním, stratami rýchlosti vplyvom redukovanej rýchlosti a tiež nízkou kvalitou výrobkov. Vychádza z koncepcie 6 veľkých strát zariadení:

- Overall Equipment Effectiveness - OEE
- ukazovateľ efektivity využitia stroja alebo zariadenia

- $CEZ = D * R * Q$
- D - dostupnosť
- R - rýchlosť
- Q - úroveň kvality



Obrázok 5 OEE (Boledovič, 2007)

Prestoje: Poruchy vyplývajúce z chýb na zariadení – Pri strate schopnosti stroja plniť svoje funkcie, napr. vplyvom mechanického, elektrického, pneumatického

alebo hydraulického defektu, hovoríme o poruche závislej na stroji. Ostatné poruchy vznikajú tým, že chýbajú napr. materiál, nástroje alebo pomocné látky. To sú takzvané poruchy nezávislé na stroji.

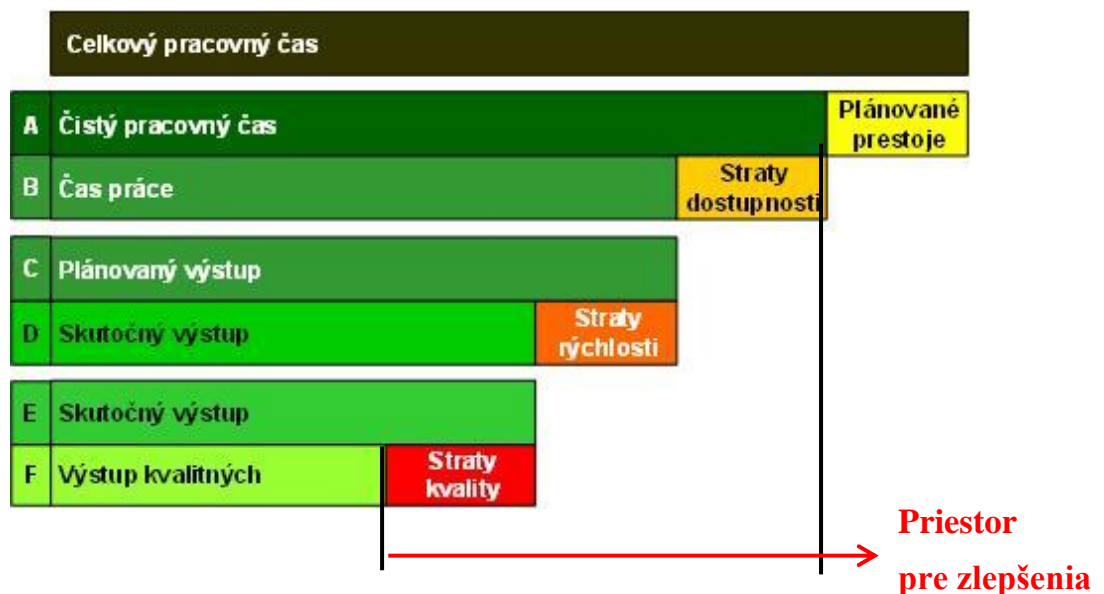
Zoradovanie a ustavovanie (výmena prípravku, nástroja a pod.) - čas od zastavenia produkcie jedného typu výrobku až po okamžik, v ktorom zariadenie začne produkovať nový výrobok v požadovanej kvalite.

Straty rýchlosti: *Nečinnosť, beh naprázdno a malé prestávky* (abnormálna činnosť senzorov, blokovanie v sklzoch a pod.);

Redukcia rýchlosti (nesúlady medzi navrhnutou a skutočnou rýchlosťou zariadení);

Chyby: *Chyby v procesoch a opravy* (nepodarky a nedostatky v kvalite, ktoré potrebujú opravu);

Redukcia času medzi štartom stroja a stabilnou prevádzkou.



Obrázok 6 Postup pre výpočet OEE (Boledovič, 2007)

Najčastejšie identifikované chyby pri monitorovaní OEE:

- Prechody stroja na iný typ, nastavenia nie sú zahrnuté v prestojoch
- Do výpočtu nie sú zahrnuté opraviteľné zmätky

- Čas zahájenia zmeny – zadávanie denného plánu nie je zahrnuté do prestojov
- Ručný záznam prestojov s množstvom nepresností
- Nezachytávajú mikro-poruchy
- Výpočet je prevedený len na jedného reprezentanta
- Nie je vytvorená a dokumentovaná metodika stanovenia OEE
- Nie sú stanovené procesy zberu dát
- Nie je vykonaná analýza a nie sú stanovené nápravné opatrenia (Andrýsek, 2008)

1.5.1 Vzťah medzi OEE a plytvaním

Dostupnosť zariadenia:

- Poruchy strojov
- Prestavby – nastavenia
- Neplánované prestávky
- Logistika vstupného materiálu
- Čakanie na pridelenie práce

Výkonnosť zariadenia:

- Zlý technický stav stroja
- Neštandardná kvalita vstupného materiálu
- Nezaškolená obsluha
- Nesprávne stanovené parametre výroby

Kvalita

- Chyby pracovníka
- Porucha stroja
- Nesprávne stanovená technológia
- Nepochopenie pracovných inštrukcií
- Nevhodná kontrolná metóda
- Defektný vstupný materiál

Tabuľka 1 Vzťah medzi OEE a plytvaním (Andrýsek, 2008)

		OEE		
		Dostupnosť	Výkon	Kvalita
7 druhov plytvania	Nadvýroba			
	Zásoby			X
	Transport	X		X
	Čakania	X	X	
	Opravy	X		X
	Zbytočné procesy		X	
	Zbytočné pohyby		X	

1.5.2 Výpočet OEE

Výpočet OEE pozostáva z troch otázok:

- Pracuje zariadenie alebo nie? - **Dostupnosť zariadenia**

Pri dostupnosti zariadenia nás zaujíma len stav zariadenia, či vyrába alebo nie. Do úvahy sa berie skutočný čas výroby a porovnáva s plánovaným časom výroby, ktorý je ponížený o neplánované prestoje.

$$\text{Dostupnosť zariadenia} = \text{Skutočný čas výroby} / \text{Plánovaný čas výroby}$$

- Ako rýchlo zariadenie pracuje? – **Výkon zariadenia**

Každé zariadenie ma predpísané parametre koľko kusov je schopné vyrobiť za minútu, ale riadiť sa podľa týchto čísel je možné len v prípade, keď stroj beží na 100%.

$$\text{Výkon zariadenia} = \text{Skutočné množstvo vyrobených výrobkov} / \text{Normované množstvo výrobkov}$$

- Koľko výrobkov spĺňa predpísanú kvalitu? – **Kvalita**

Pri kvalite výrobkov nás zaujíma koľko z vyrobených kusov bolo nekvalitných.

$$\text{Kvalita výroby} = \text{Množstvo zhodných výrobkov} / \text{Množstvo vyrobených výrobkov}$$

Objektívnym meraním hore uvedených faktorov získame hodnoty, súčinom ktorých vypočítame celkovú efektivitu zariadenia. Tak môžeme hodnotiť využitie zariadenia a prípadne hľadať cesty jeho zvýšenia.

OEE = Dostupnosť zariadenia * Výkon zariadenia * Kvalita výroby * 100 [%] (OEE Calculation, ©2015)

1.5.3 Výpočet TEEP

Okrem OEE sa v praxi používa ešte iný koeficient efektívnosti zariadenia - TEEP (Totálna efektívnosť zariadenia). Pri výpočte TEEP zohľadňujeme aj plánované prestoje. Zatiaľ čo OEE opisuje akou efektívnosťou je využívané zariadenie v rámci plánovaného času, TEEP posudzuje efektívnosť zariadenia vzťahnutú na kalendárny mesiac, t.j. 24 hodín denne, 7 dni v týždni a 365 dní v roku.

$TEEP = \text{Užitočný čas} / \text{Kalendárny čas}$

Alebo

$TEEP = \text{Dostupnosť} * \text{Využitie} * \text{Výkon} * \text{Kvalita} = \text{Dostupnosť} * \text{OEE}$

(Dostupnosť = Disponibilný pracovný čas / Kalendárny pracovný čas) (Patočka, 2013)

2 VÝROBNÝ SYSTÉM PRE MALÉ SÉRIE

Výrobný systém všeobecne rozumieme ako súbor vybraných techník a metód, ktoré podporujú dosiahnutie podnikateľských cieľom spoločnosti. So zmenou v spoločnosti prichádza aj zmena v požiadavkách zákazníkov a z toho vyplývajúce zmeny vo výrobných systémoch. Stavba výrobného systému novej generácie musí obstáť v novom prostredí a úspešne riešiť problematiku efektívnej výroby veľkého sortimentu. Ide o optimálne naplánovanie a efektívne využitie svojich zdrojov, zabezpečenie vysokej frekvencie produkčných cyklov (objednávka – plán – výroba – dodávka) a hlavne včasné dodanie customizovaných výrobkov zákazníkom. (Mašín, 2004, s.27,28)

Výrobný systém malých sérií stojí na hlavných 4 pilieroch:

- Metódy systematického výrobného plánovania, ktoré využívajú a cielene redukujú dopady žiadaného veľkého sortimentu aj nestabilného prúdu objednávok a odvolávok na neefektivitu výroby.
- Metódy procesného inžinierstva, monitorujúce a redukujúce dopad častého striedania sortimentu na efektívnosť výrobného procesu.
- Metódy prípravy a rozvoja pracovníkov, ktorí redukujú dopad obmedzených schopností a nedisciplinovanosti ľudí pri využívaní moderných technológií a vykonávaní menšieho množstva opakovaných činností a postupov na efektivitu.
- Metódy podporujúce súbežné vykonávanie úloh, ktoré redukujú dopad chýb v návrhu výrobku, resp. procesu na efektívnosť výroby.

V prípade malých výrobných sérií nie je možné používať slovo „eliminácia“, lebo v tomto prípade nie je možná. Eliminácia strát, vyťaženie kapacít, vybalansovanie operácií a buniek nie je možné na takej úrovni ako v prípade sériovej výroby. (Mašín, 2004, s.30)

2.1 Rýchle zavádzanie výrobkov

Vývoj, inovácie a rýchle zavádzanie výrobkov je kľúčové k prosperite a zvládnutie tohto cieľu nebude možné bez dôslednej a efektívnej integrácie vývoja s oblasťou výroby. Cieľom je spojenie:

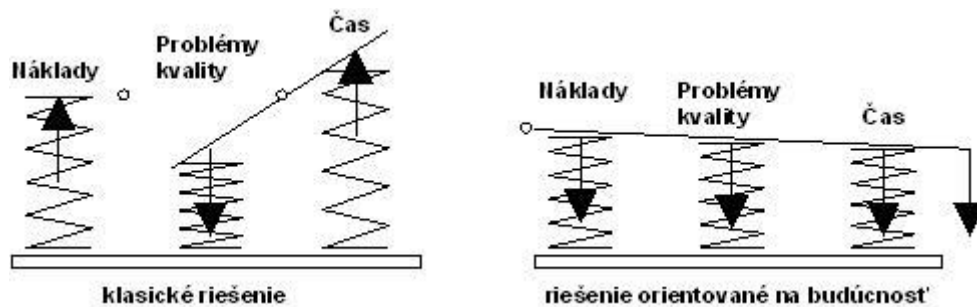
- Štandardné dodržovanie naplánovanej dĺžky jednotlivých časov pre realizáciu projektu
- Jasná špecifikácia produktu a jeho modifikácie

- Redukcia vyvolaných zmien v záverečných fázach vývoja a zavádzania výrobku
- Zaistenie vysokej úrovne technologickosti konštrukcie
- Vysoký stupeň využitia „pôvodných“ strojov, zariadení, pomôcok pre novú výrobu

Tok správnych a dostupných údajov, jasnej dokumentácie, presných informácií, návrhov s efektívnymi pracovnými postupmi a technologickými parametrami je podmienkou efektívneho zavádzania často sa striedajúcich výrobkov. (Mašín, 2004, s.31)

2.2 Požiadavky na výrobný systém

- Pružnosť - rôzne druhy výrobkov, ktoré dokáže výrobný systém vyrobiť, rôzne výrobné množstvá, rôzne poradie, v ktorom môžeme zadať výrobné dávky, rýchlosť s akou dokážeme reagovať na požiadavku zákazníka
- Produktivita – zvyšovať produktivitu znamená zvyšovať výstupy a znižovať vstupy do výroby, t.j. viac produktívnych činností, ktoré pridávajú hodnotu výrobku, menej plytvania. Medzi pružnosťou a produktivitou je nutné hľadať kompromis.
- Kvalita – má byť zabudovaná priamo vo výrobnom systéme – vstupná, výstupná kontrola, opravy, ...



Obrázok 7 Výrobný systém včera a dnes (IPA Slovakia, ©2015)

Klasické riešenie:

- vysoká pružnosť a produktivita dosahovaná modernými strojmi
- centralizované riadenie
- zlepšovanie systému jeho modernizáciou projektantmi v dlhších časových intervaloch bez zapájania ľudí z výroby do tohto procesu
- zložitosť procesov, vysoká komplexnosť systému, špeciálny servisný personál
- špecializácia personálu orientácia na operácie a lokálny výkon

Riešenie orientované na budúcnosť:

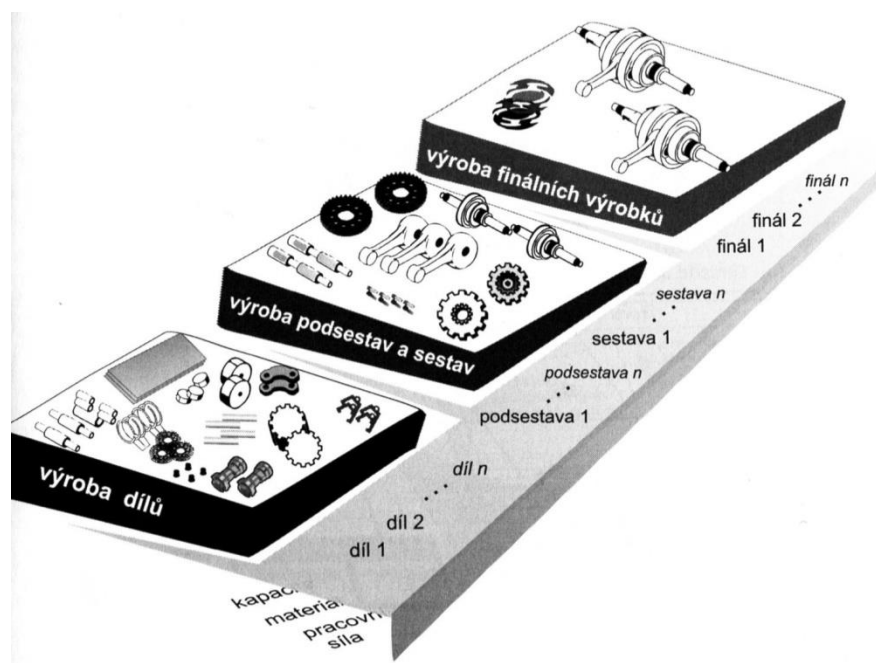
- vysoká pružnosť a produktivita dosahovaná modernými strojmi a výrobnými tímami
- decentralizované riadenie
- zlepšovanie systému je kombináciou neustáleho zlepšovania v dielni a projekčného zlepšovania
- zjednodušovanie procesov a znižovanie komplexnosti
- pružnosť personálu
- orientácia na procesy a celkový prietok (IPA Slovakia, ©2015)

3 ZABEZPEČENIE, REALIZÁCIA A PLÁNOVANIE VÝROBY

VÝROBNÝ PROCES

Výroba ako hlavná súčasť hodnototvorného reťazca, predstavuje možnosť plnenia potrieb zákazníkov, vytvorením statkov a služieb. Transformačný proces sa zabezpečuje použitým vhodných vstupných faktorov a ich účelnou kombináciou.

Na nasledujúcom obrázku sa už berú do úvahy väzby v transformačnom procese. Základné diely, prípadne materiál je postupne spracovávaný do podzostáv a z tých sa už zhotovujú finálny výrobok, prichystaný pre zákazníka. (Tomek, 2014, s. 26,27)



Obrázok 8 Schéma utvárania produktu (Tomek, 2014, s. 27)

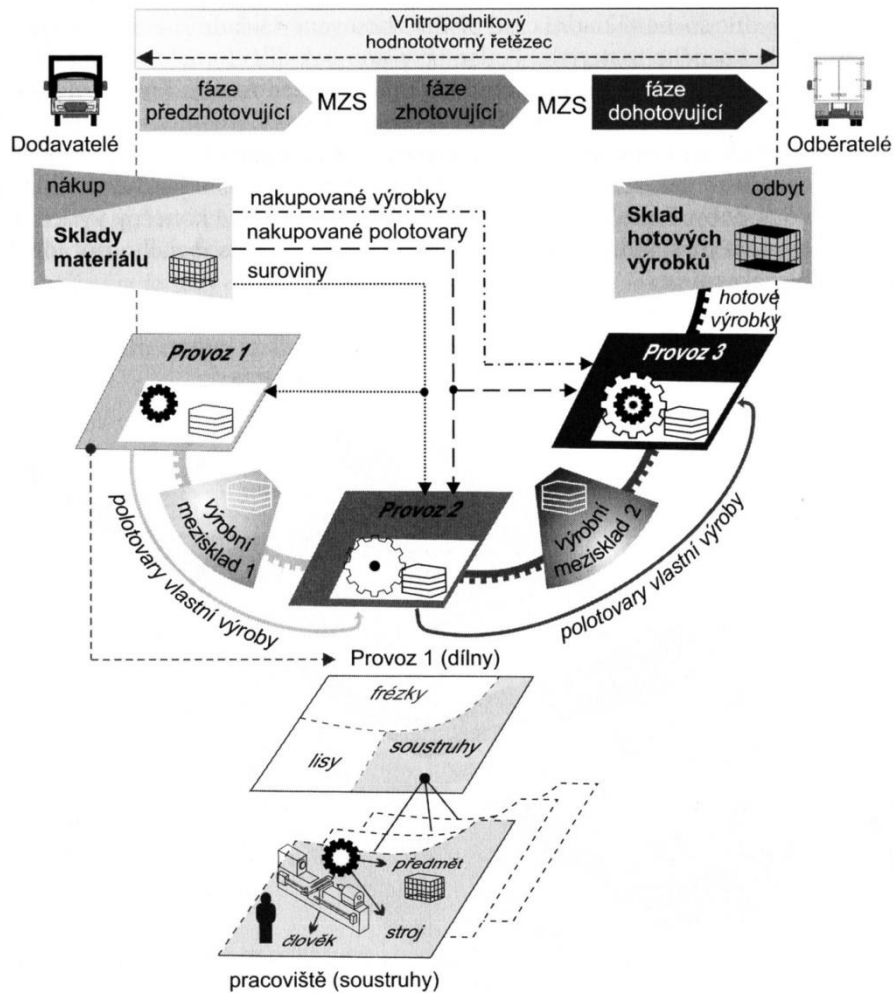
Na základe takého princípu je výrobný proces členený do troch častí:

- Predzhotovujúca fáza – zjednodušene predvýroba, ale to je nepresné označenie
- Zhotovujúca fáza – predmontáž
- Dohotovujúca fáza – montáž

Pomocou týchto fáz výrobný proces popíšeme nasledovne:

- Východiskom schématického znázornenia je sklad vstupného materiálu, polotovarov a hotových výrobkov.

- Prevádzka 1 zobrazuje výrobu v ekonomických výrobných dávkach – využívajú sa základné technológie ako je delenie materiálu, ohýbanie, povrchové úpravy.
- Nasleduje medzisklad, kde sa nachádzajú polotovary z prvej fáze. Polotovary sú odoberané postupne podľa požiadaviek výroby.
- Prevádzka 2 vyrába základné podzostavy.
- Prevádzka 3 – pred ďalším krokom môže byť opäť medzisklad podľa potreby. Táto fáza predstavuje konečné zhotovenie finálneho výrobku.
- Sklad hotových výrobkov uzatvára naznačený výrobný proces. (Tomek, 2014, s. 28)



Obrázok 9 Fázové usporiadanie výroby (Tomek, 2014, s. 28)

3.1 Vlastnosti výrobného systému

Pre úspešné uplatnenie výrobného systému sú podstatné dve jeho vlastnosti a to kapacita a elasticita.

3.1.1 Kapacita

Kapacita je schopnosť výkonu výrobnej jednotky alebo výrobného systému v určitom časovom úseku. Schopnosť výkonu je možné popísať kvalitatívnymi a kvantitatívnymi komponentmi. Kvalitatívnu schopnosť výkonu určuje druh a akosť kapacitnej jednotky. Tým sú myslené potencialné možnosti kapacitnej jednotky so zreteľom na prevedenie alternatívnych druhov výkonom.

Podstata kapacity z kvantitatívneho hľadiska je určená kvantitatívnou schopnosťou výkonu a mernou jednotkou. Ak je kapacita meraná na výstupe, tak je bude určovaná vo vzťahu k časovému priestoru, aby bolo možné urobiť výpoveď o rozsahu kapacity. Maximálny rozsah výkonu, ktorý je kapacitná jednotka schopná odovzdať, je možné vysvetliť pomocou faktorom:

- Maximálna intenzita výroby – je to najvyššia možná rýchlosť výroby, ktorá je vyjadrená maximálnym množstvom odvádzanej výroby
- Maximálny užitočný kapacitný prierez
- Maximálny možný čas nasadenia behom obdobia (počet časových jednotiek za obdobie) danej výrobnej kapacity (Tomek, 2014, s. 30,31)

3.1.2 Elasticita výrobného systému

Elasticitou rozumieme prispôsobivosť, predstaviteľnosť, či pohyblivosť výrobnej jednotky, výrobného systému pri zmene pracovných úloh. Kvalitatívny aspekt vzniká z možnosti obsadenia výrobného systému alternatívnymi druhmi použitia. Pri výrobných prostriedkoch je potrebné rozlišovať medzi jednoúčelovými (špeciálnymi) a viacúčelovými (univerzálnymi). V tomto zmysle môže byť elasticita spojená aj so schopnosťou upravovať celú škálu materiálových druhov alebo len jeden.

Kvantitatívna elasticita je schopnosť výrobného systému reagovať na zmeny v množstve vyrobeného objemu. Uvažuje sa s intenzívnym, časovým a prierezovým prispôbením. Intenzívne prispôbenie kalkuluje s alternatívnymi možnosťami rýchlostí vykonávaných operácií. Časové vyjadruje dobu prerušenia súčasného výkonu vo výrobe pri zmene úlohy.

Prierezové prispôsobenie je možné hľadať vo variante kapacitného prierezu. Kvantitatívna elasticita výrobného systému je najčastejšie určovaná tým, ako rýchlo je možné realizovať prestavbu pracoviska na zmenené výrobné úlohy. Elasticita pracovnej sily je v jej schopnosti vykonávať rôzne pracovné operácie. (Tomek, 2014, s. 31,32)

3.2 Technická príprava výroby

Technická príprava výroby býva v praxi bežne označovaná ako TPV. Predstavuje súbor vzájomne prepojených činností výrobného podniku, ktorých úlohou je pripraviť technicky a ekonomicky účelne a efektívne riešenie projektu, technológie a organizácie výroby v súlade s požiadavkami trhu, s vlastnými ekonomickými, aj mimoekonomickými cieľmi firmy a v poslednej rade v súlade s kapacitnými a technologickými možnosťami spoločnosti. TPV sa zameriava ako na nový výrobok, tak aj upravovaný. Pokiaľ sa nepodarí úspešne vyriešiť technickú prípravu výroby, nie je možné zahájiť výrobu, jej priebeh a splnenie termínových požadovaných dodávok zákazníkom.

TPV môžeme rozdeliť na vývojovú, ktorá je spojená s novým výrobkom a s prevádzkovou, ktorá je spojená so zmenami, úpravami stávajúceho výrobku.

V rámci TPV vzniká množstvo nových informačných súborov, vytvára sa tu normatívna základňa pre riadenie celej firmy, to znamená, že je podstatným prvkom pre zaistenie efektívnosti činnosti firmy vo výrobnom procese a v ďalších súvisiach procesoch. Popri technickej príprave výroby sú vytvárané potrebné podklady pre kalkulácie, teda aj pre tvorbu cien, pre mzdovú agendu, plánovanie pracovníkov a ich rozmiestňovanie vo výrobnom procese a podporných procesoch.

3.2.1 Úlohy TPV

Technická príprava výroby má za úlohu:

- Vyriešiť a pripraviť výrobok podľa požiadaviek trhu a vlastnej efektívnosti firmy. Zaistiť jeho vývoj a vypracovať dokumentáciu produktu a jeho častí.
- Určiť aký spôsobom, postupmi, na akom zariadení, s akým náradím a prípravkami, pri použití akého materiálu a s nasadením ktorých profesií bude výrobok vyrábaný, kontrolovaný a skúšaný. K tomu je potrebná príslušná dokumentácia.
- Vyriešiť optimálne organizačné usporiadanie výrobného procesu po vecnej stránke, priestorovej a časovej.

Vzhľadom k rozsahu činností TPV dochádza metodicky aj prakticky k jej deleniu:

- Konštrukčná príprava výroby
- Technologická príprava výroby
- Organizačná príprava výroby (Tomek, 2014, s. 52,53)

3.2.2 Konštrukčná príprava výroby

Ku konštrukčnému riešeniu môžeme pristúpiť pokiaľ už máme dostatok informácií k inovácii, či obmene produktu a ak poznáme aj cieľ prípravy produktu. Konštrukčná príprava má relatívne dlhý cyklus, ktorý je potrebné optimálne skrátiť, preto je najlepšie zaistiť

jeho priebeh v samostatne kontrolovaných etapách:

- Spracovanie návrhu výrobku
- Konštrukčné riešenie výrobku, prípadne výroba a overenie prototypu
- Spolupráca konštruktérov pri technologickej časti TPV a pri rozbehu výroby

Návrh výrobku by mal byť výsledkom porovnania viacerých variant možností a výber najlepšej. Vlastný návrh výrobku sa zaoberá jedným vybraným námetom a obsahuje podrobné rozpracovanie údajov o výrobku, jeho častiach. Ďalej obsahuje výkresy všetkých častí, funkčné schémy, energetické schémy, návrh technických podmienok výroby, skúšania, prevádzky a aj informácie o potrebných materiáloch.

Konštrukčné riešenie – prototyp. Účelom výroby a funkčných skúšok prototypu je overiť v rovnakých podmienkach s výrobou, či je produkt použiteľný na trhu.

Konštrukčná príprava následne znamená spresnenie a doplnenie informácií a podkladov potrebných pre vypracovanie technológie a vlastnej výroby.

3.2.3 Technologická príprava výroby

Cieľom tejto fáze je rozhodnutie o spôsoboch premeny vstupného materiálu na konečný výrobok, kedy sa vypracováva rozsiahla dokumentácia, predstavujúca popis postupu a nároky na jeho zaistenie. Technologická príprava výroby zabezpečuje materiálovú, pracovnú a kapacitnú náročnosť výrobku a zároveň výrazne ovplyvňuje ekonomiku výroby.

Súčasťou je aj konštrukcia špeciálneho náradia, nástrojov a prípravkov. Účasť pri nastavovaní a rozbehu výroby spočíva v kontrole realizácie technologických zámerov a opatrení, ich prenesení do praxe a odstránenie zistených nedostatkov.

3.2.4 Organizačná príprava výroby

Organizačná príprava výroby predstavuje spoluprácu zložiek výroby s konštrukciou, technológiou a zložkami, ktoré zaisťujú výrobu (nástrojáreň, nákup, energetika,...). Patrí do nej:

- Usporiadanie výrobného procesu
- Usporiadanie materiálového toku
- Rozhodnutie o použití pomocných a dopravných zariadení
- Iniciačné rokovania s dodávateľmi a zabezpečenie materiálu
- Zaistenie kooperačných vzťahov
- Zácvik pracovníkov (Tomek, 2014, s. 54-57)

3.3 Výrobné kooperácie

Pod kooperáciou možno rozumieť dobrovoľnú, zmluvne zabezpečenú spoluprácu medzi najmenej dvomi samostatnými subjektmi. Smith, Carroll a Ashford rozumejú pod kooperáciou „spoluprácu medzi ľuďmi, skupinami a organizáciami, ktorá má za cieľ spoločné výhody a zisk.“ (Smith, Carroll, Ashford, 1995, s. 7-23) Z definície kooperácie vyplýva podstatný charakteristický znak kooperácie, ktorým je dosiahnutie spoločného cieľa kooperujúcimi podnikmi.

Medzi motívy kooperácie možno zaradiť napríklad motív časovej výhody, prístup k strategicky relevantným zdrojom a ich ochrana, dosiahnutie nákladovej výhodnosti.

Poznáme dva druhy výrobných kooperácií:

- Kapacitná kooperácia – výrobné kapacity firmy nestačia na množstvá, ktoré potrebuje vyrábať
- Technologická kooperácia – v prípade, keď si podnik nie je schopný sám zabezpečiť špecializované výkony z hľadiska technológií.

Tabuľka 2 Výhody kooperácií a vlastnej výroby (Palková, 2008)

Výhody kooperovanej výroby	Výhody vlastnej výroby
<ul style="list-style-type: none"> • Chránené patenty a vzory • Náklady nesie dodávateľ • Nepotrebuje špeciálne materiály a stroje • Kooperant pozná špeciálne postupy, má skúsenosti, zariadenia • Nižšie nároky na pracovné sily • Odpadajú investície do nových zariadení • Zmena výroby znamená len zmenu dodávateľa 	<ul style="list-style-type: none"> • Výrobno-ekonomický tlak na uzatvorenie výroby • Možnosť využitia odpadu • Materiál je ľahšie dostupný ako výrobky • Lepšie využitie kapacít a pracovných síl • Skorá reakcia na požiadavky zákazníkov • Komplexný prístup k hospodárnosti výroby

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť XY s.r.o. bola založená v roku 2002 a zapísaná do obchodného registra 27. mája 2002. Sídli v Dubnici nad Váhom, v Areáli ZŤS (Závody ťažkého strojárstva). Spoločníkom sa stala v roku 2008 rakúska firma, ktorá prebrala vlastnícke podiely v XY s.r.o. od pôvodnej firmy sídliacej v Lende. (Interné materiály, ©2015)



Obrázok 10 Sídlo spoločnosti XY v Dubnici nad Váhom (vlastné spracovanie)

4.1 Predmet podnikateľskej činnosti

Spoločnosť je zaradená v SK-NACE 25290 - Výroba ostatných nádrží, zásobníkov a kontajnerov z kovu.

Činnosti vykonávané spoločnosťou:

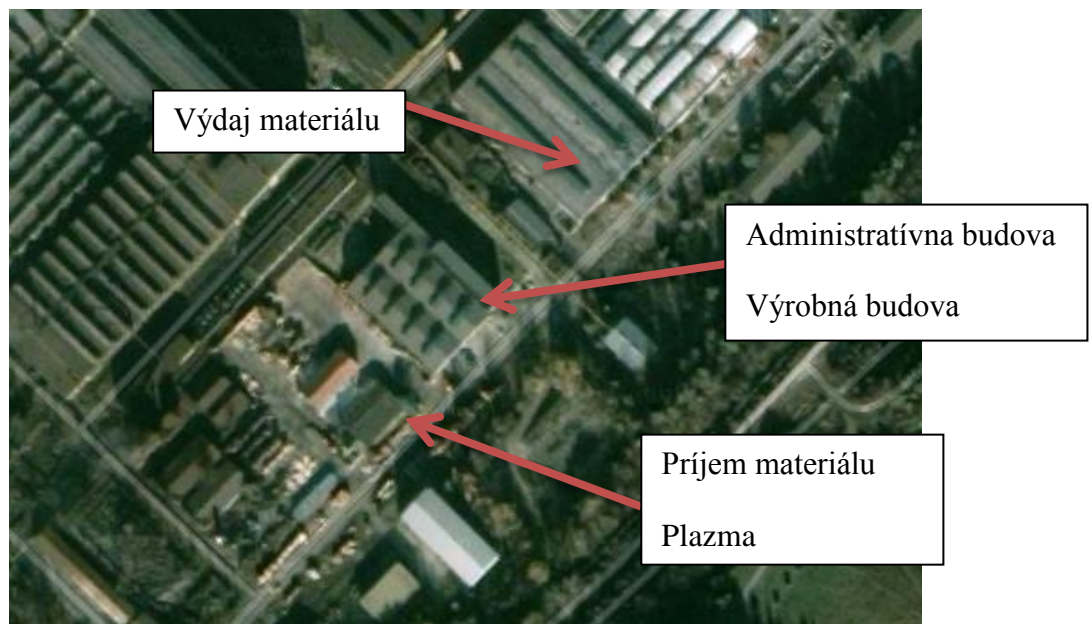
- technický vývoj výrobkov z hliníka
- obchod a výroba kovových výrobkov, predovšetkým z hliníka
- výroba hliníkových nádrží všetkého druhu, vrátane vzduchotlakových a palivových nádrží, tlakových zásobníkov vzduchu, hydraulických nádrží
- výroba okien pre dopravné prostriedky, železničné, cestné, poľnohospodárske
- sprostredkovanie obchodu
- kúpa a predaj tovaru na účely jeho predaja konečnému spotrebiteľovi a obchod (veľkoobchod)

- kúpa a predaj kovového šrotu z farebných kovov
- výroba a predaj biologických čistiacich zariadení
- výroba a predaj pouličných mobilií, odpadových kontajnerov, košov a iné
- poradenstvo v oblasti marketingu
- poradenstvo a podpora v oblasti výroby

Stálym cieľom spoločnosti je získavanie nových zákazníkov, a tým nielen zvyšovanie obratu výroby, ale aj vyššia diverzifikácia. Nároky zákazníkov sú veľmi vysoké, spoločnosť je podrobovaná náročným previerkam pri zákaznických auditoch. Hlavnými zákazníkmi spoločnosti sú firmy predovšetkým z Európskej únie: Rakúska, Nemecka, Švédsko, Talianska, Estónsko. Spoločnosť exportuje produkciu aj do tretích štátov. Dôležitými partnermi pre spoločnosť sú aj koncernové podniky.

Plánovaný nárast výroby vyvolal potrebu nových výrobných priestorov. Preto spoločnosť v roku 2011 podstatne zväčšila a rozšírila o ďalšie výrobné i administratívne priestory. Z dôvodu premiestnenia výroby výrobkov zo sesterskej firmy a zároveň aj úspechom na trhu a získaniu nových zákazníkov, spoločnosti rástli aj obraty.

Spoločnosť sídli v prenajatých výrobných a administratívnych priestoroch. Na obrázku je vidieť tri budovy, ktoré sú od seba vzdialené niekoľko metrov a v rámci materiálového toku medzi nimi prevážajú materiál a polotovary.

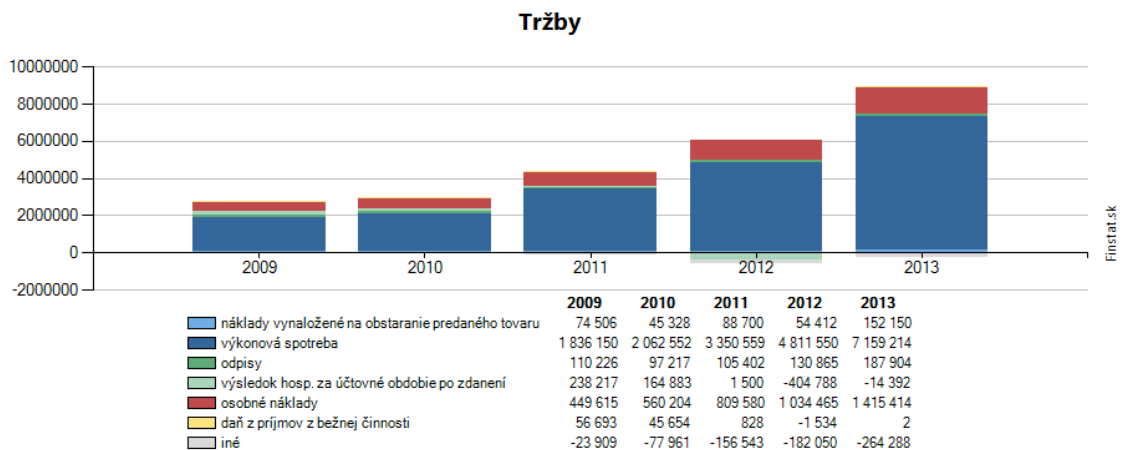


Obrázok 11 Rozloženie budov spoločnosti XY, s.r.o. (vlastné spracovanie)

Roku 2013 sa presúvala časť výroby a zároveň sa zavádzal informačný systém SAP, ktorý komplexne nahradil predchádzajúci systém ZES. Tým sa sprehľadnili a zefektívnil procesy, vplývajúce na koncový produkt spoločnosti, pretože bola navýšená výroba nádrží a špeciálnych konštrukcií z hliníkových a oceľových materiálov. S tým súvisí rozbehnutie výroby veľkého počtu nových produktov, z veľkej časti zložitých nádrží, pre viacero nových zákazníkov. (Interné materiály, ©2015)

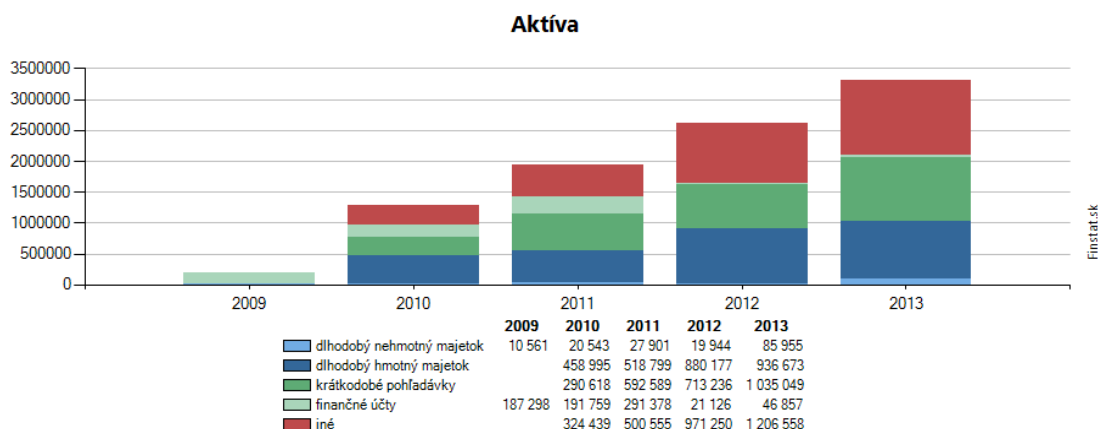
4.1.1 Tržby a predaj

Tržby spoločnosti XY s.r.o. sa v priebehu rokov zvyšovali neustálym rozvojom a postupom vpred. V roku 2013 tržby z predaja vlastných výrobkov a služieb predstavovali 8.822.090 EUR, čo predstavuje zvýšenie oproti roku 2012 o 3.282.734 EUR.

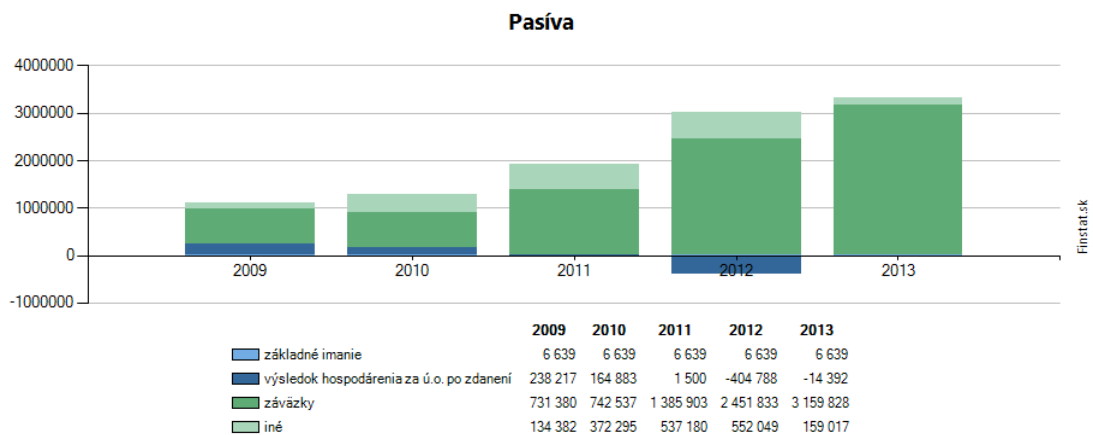


Obrázok 12 Vývoj tržieb (Finstat, ©2015)

Následujúce grafy zobrazujú zloženie aktív a pasív spoločnosti.



Obrázok 13 Vývoj aktív v rokoch (Finstat, ©2015)



Obrázok 14 Vývoj pasív v rokoch (Finstat, ©2015)

4.2 Zamestnanci

S rozširujúcou sa výrobou a zvyšujúcim sa obratom dochádza k prirodzenému zvyšovaniu počtu pracovníkov takmer vo všetkých oblastiach. Zamestnanci výroby pracujú na 3-zmennej prevádzke 5 dní v týždni, THP pracovníci majú flexibilnú pracovnú dobu od 8:30 do 15:00 5 dní v týždni.

Nižšie uvedená tabuľka ukazuje vývoj zamestnancov spoločnosti v priebehu rokov 2009 až 2014. Jasne viditeľný rastúci trend dokazuje tvrdenia o rozvoji spoločnosti, ktorá sa zo zaradenia „malá firma“ prepracovala na „strednú firmu“. Ku koncu roka 2014 bol počet zamestnancov 76, z toho 48 výrobných a 28 administratívnych pracovníkov, čo je zvýšenie oproti roku 2013 o 5 výrobných a 3 administratívnych pracovníkov. Tento rastúci trend firma plánuje udržiavať a prijímať nových pracovníkov, hlavne výrobných pracovníkov, keďže neustále pracuje na rozvíjaní výroby.

Tabuľka 3 Vývoj zamestnancov od roku 2009 do 2014 (vlastné spracovanie)

<i>ROK</i>	<i>Počet zamestnancov</i>	<i>Výrobní pracovníci</i>	<i>THP</i>
2009	27	17	10
2010	29	17	12
2011	43	29	14
2012	55	33	22
2013	68	43	25
2014	76	48	28

Spoločnosť zabezpečuje pre svojich zamestnancov školenia na základe stanoveného plánu vzdelávania zamestnancov, ktorými si zvyšujú kvalifikáciu a odbornosť. Pracovníci absolvujú základné školenia, preškolenia a obnovovacie školenia so získaním certifikátov o absolvovaní od tuzemských i zahraničných školiteľov. Plneniu plánu školení a ďalšiemu odbornému rastu pracovníkov je venovaná veľká pozornosť.

Pre požadovanú kvalitu výrobkov spoločnosť potrebuje, aby všetci výrobní pracovníci boli držiteľmi zvaračských štátnych certifikátov, ktoré si pravidelne musia obnovovať. (Interné materiály, ©2015)



Obrázok 15 Expedícia (vlastné spracovanie)

4.2.1 Systém riadenia kvality

Spoločnosť XY s.r.o. ako výrobca nádrží a špeciálnych konštrukcií z hliníka a ocele so zameraním na dodávky komponentov pre dopravné zariadenia si je vedomá zodpovednosti za kvalitu svojich produktov a záväzkov voči svojim zákazníkom. Z tohto dôvodu zaviedla a úspešne udržiava systém manažérstva kvality v zmysle radu ISO 9001.

Od roku 2007, kedy spoločnosť úspešne absolvovala certifikáciu kvality podľa ISO 9001:2008, si tento certifikát úspešne obhajuje až do súčasnosti u spoločnosti Lloyd's Register QA, Viedeň.

Zámerom spoločnosti je i naďalej uspokojovať požiadavky zákazníkov, ale zároveň zlepšovať aj vzťahy s okolitým prostredím, vytvárať optimálne podmienky pre prácu vo svojich prevádzkach a zvyšovať efektivitu hospodárenia spoločnosti. Preto spoločnosť vyhlásila politiku kontinuálneho a systematického zlepšovania systému riadenia kvality na úrovni integrovaného manažérskeho systému spĺňajúceho požiadavky noriem radu ISO 9001, IRIS, ISO 14001 aj OHSAS 18000. (Interné materiály, ©2015)

4.2.1.1 Ciele spoločnosti

XY s.r.o. si každoročne predkladá ciele, ktoré chce počas nasledujúceho roka splniť, pre skvalitnenie poskytovaných služieb a výrobkov pre svojich zákazníkov. Pre rok 2014 ciele predstavovali hlavne recertifikácie noriem ISO 9001:2008, STN EN ISO 3834 a STN EN 15085, DIN 2303 a IRIS. (Interné materiály, ©2015)

4.2.2 Stratégia pre rok 2015

- Udržanie výrazného zvýšenia obratu oproti predchádzajúcemu roku
- Rozšírenie personálu v závislosti od zvýšeného obratu i nových produktov
- Zvýšenie produktivity
- Zachovanie zdravého pomeru medzi počtom zákazníkov a počtom výrobkov
- Posilnením vývojových kapacít poskytnúť ešte vyššiu ústretovosť zákazníkom formou poradenstva a realizácie predstáv a požiadaviek zákazníka
- Zvýšenie sériovosti – najmä cestou automatizácie a robotizácie
- Postupná výmena i obnova strojov a zariadení – hlavne formou investícií na kúpu nových strojov, príp. generálne opravy existujúcich strojov (Interné materiály, ©2015)

4.2.3 Ciele kvality pre rok 2015

- Zaviesť monitorovanie všetkých onterných procesov podľa mapy procesov.
- Znížiť počet externých reklamácií o 10% zavedením účinných opatrení vo fáze plánovania procesu a prípravy výroby.
- Úspešne certifikovať spoločnosť podľa požiadaviek IRIS.
- Optimalizovať a sprehl'adniť tok materiálu vo výrobe.
- Na všetky pracoviská zaviesť 5S (Interné materiály, ©2015)

5 SWOT ANALÝZA

SWOT analýza je strategická analýza, ktorá porovnáva stav podniku z hľadiska jeho silných a slabých stránok, príležitostí a hrozieb, ktoré sú základom pre formuláciu rozvojových aktivít a podnikových strategických cieľov.

SILNÉ STRÁNKY	% podiel	SLABÉ STRÁNKY	% podiel
Špeciálne výrobkové portfólio	30	Staršie technológie	30
Kvalitný ľudský potenciál	20	Dlhá priebežná doba výroby	30
Dodatočné finančné zdroje - nové investície	15	Neschopný management / dlhá komunikácia	20
Podpora rakúskeho koncernu	15	Nevhodné pracovné prostredie - prašnosť	10
Kvalita výrobkov	20	Organizačná štruktúra - komplikovanosť koncernu	10
SWOT analýza			
Možnosť byť lídrom na trhu	40	Nedostatok zvaračov	40
Know-how v spracovaní hliníku	40	Dodatočné náklady (šrot)	15
Rozšírenie výrobkovej rady, služieb	20	Vstup ďalšieho výrobcu na trhu	15
		Nízky dopyt po výrobkoch - špeciálne nádrže	10
		Kooperácie	20
PRÍLEŽITOSTI	% podiel	HROZBY	% podiel

Obrázok 16 SWOT analýza (vlastné spracovanie)

Veľmi podstatným prvkom silných stránok a príležitostí pre firmu XY s.r.o. je možnosť špecializovaných výrobkov a know-how, ktoré ich dostáva so popredia. Ale vždy je potrebné klásť nezabúdať a brať do úvahy aj slabé stránky, ktoré môžu spoločnosti uškodiť, pokiaľ sa im nebude venovať. V našom prípade sú najzásadnejšie staršie strojné zariadenie a dlhá priebežná doba výroby, ktorá je podmienená oblasťou, v ktorej XY s.r.o. podniká a prerušovaným materiálovým tokom z dôvodu skladovania. Určite veľkým problémom je aj hrozba nedostatku kvalifikovanej pracovnej sily na pozícii zvarač, z dôvodu nezáujmu o štúdium tohto smeru.

6 VÝROBNÝ PROGRAM FIRMY

Z predstavenia spoločnosti je jasné, že XY s.r.o. sa zameriava na výrobu hliníkových nádrží, ktoré predstavujú asi 90% celkovej produkcie spoločnosti. Keďže spoločnosť je členom rakúskeho koncernu, ktorý je popredným spracovateľom hliníku, tak aj XY s.r.o. disponuje technológiami spracovania materiálu, ktoré inak nie sú priamo dostupné na našom trhu. Tým vzniká konkurenčná výhoda oproti malým výrobcam.

Ďalšie smery, na ktoré sa zameriavajú sú výrobky z ocele - olejové nádrže, palivové nádrže a iné konštrukcie z hliníka a ocele. Ďalšia produkcia, ktorá predstavuje pre firmu veľký potenciál, je časť výroby okien pre železnice, ktoré sa neustále rozvíjajú a získavajú svoje miesto na trhu.

Hlavné dodávateľské oblasti: strojárstvo, žeriavy, mobilné stroje, železnice,...



Obrázok 17 Ukážka vstupného materiálu (Interné materiály, ©2015)

Základné používané materiály

- Plech AlMg3, AlMg4,5Mn
- Rúra AlMgSi0,5
- Tyč AlMgSi1
- 4-hran rúra AlMgSi0,5, AlMgSi1
- Plech DC01, St.52-3
- Tyč St.52-3

Okrem hlavných nakupovaných druhov materiálu ako je hliníkový plech, z ktorého si firma napríklad samostatne vyrezáva plášte pre nádrže, je aj množstvo materiálu, ktorý nakupuje ako polotovary (Muffe, príruby...) (Interné materiály, ©2015)



Obrázok 18 Návrh palivovej nádrže (Interné materiály, ©2015)

6.1.1 Výrobné strediská

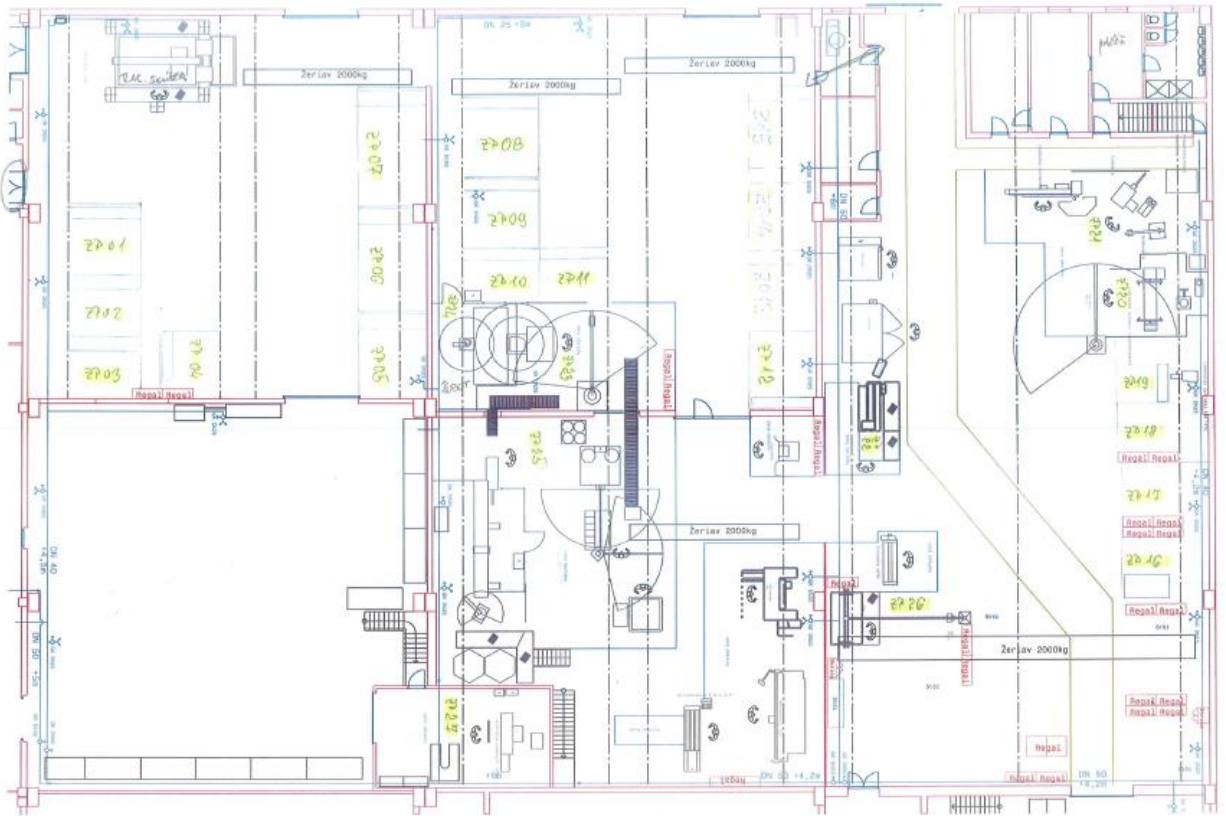
XY s.r.o. je firma zabezpečujúca si celú výrobu sama, od prvej operácie – rezania materiálu, až po konečné balenie, skladovanie a expedíciu. Ale z dôvodu rôznych požiadaviek na vstupný materiál výrobku, musí určité operácie posielat' na technologickú kooperáciu. Jedná sa hlavne o pracovisko plazmy, ktorá by nedokázala zaistiť požadovanú kvalitu.

Spoločnosť má 7 výrobných stredísk. Jedno stredisko predstavuje celú výrobu okien a ostatných šesť zabezpečuje výrobu nádrží z hliníku, či ocele. Tieto pracoviská sú predmetne organizované.

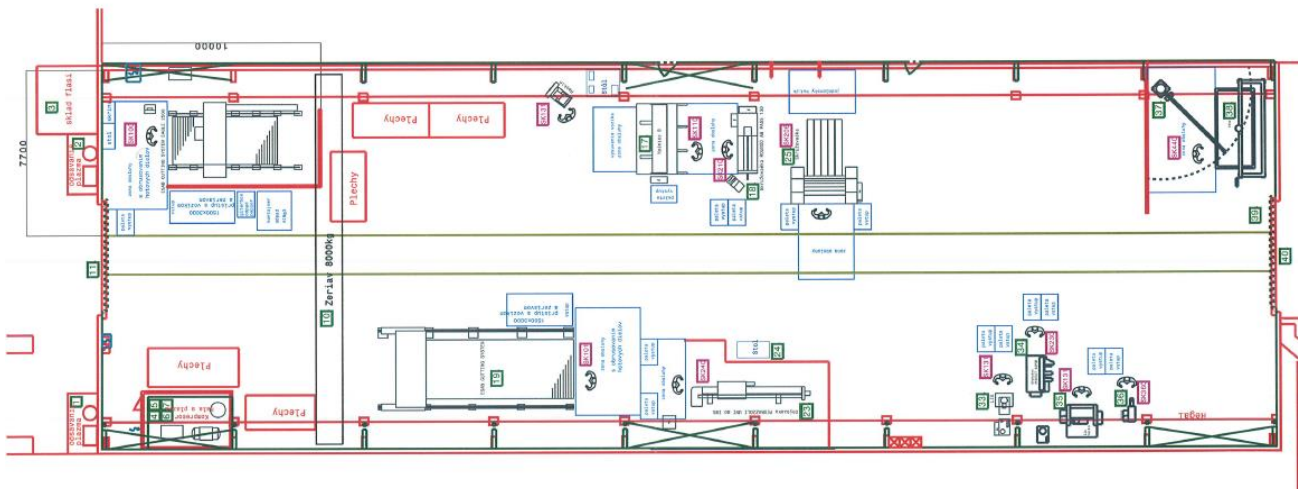
- Rezáreň – delenie materiálu a príprava
- Ohýbanie materiálu
- Zváranie hliníku
- Zváranie ocele
- Okná
- Expedícia a balenie
- Sklad

6.1.1.1 Lay-out pracovísk

Pracoviská sú rozmiestnené v troch budovách. V jednej budove sa nachádza balenie a sklad hotových výrobkov. V druhej budove sa nachádzajú administratívne priestory a výrobné strediská okien, ocele a hliníku. V poslednej budove, ktorá je vzdialená asi 300m sa nachádza plazma a menší sklad.



Obrázok 19 Layout výroby v budove s administratívnymi priestormi (Interné materiály, ©2015)





Obrázok 20 Layout budovy s pracoviskom plazmy (Interné materiály, ©2015)

6.2 Strojné vybavenie firmy

XY s.r.o. vlastní všetky druhy strojov, ktoré potrebuje k výrobe hliníkových, či oceľových nádrží. Niektoré zariadenia sú staršieho dáta, ale stále splňajú svoju funkciu. Medzi najnovšie zariadenia spoločnosti patria zvaračky. Všetky stroje sú jednoúčelové.

V nasledujúcej tabuľke sú zobrazené všetky stroje aj s ich typovým označením:

Tabuľka 4 Strojné vybavenie spoločnosti (vlastné spracovanie)

Názov stroja	Typové označenie stroja
Plazmové rezacie zariadenie	ESAB Cutting System Eagle 2500
Toto pracovisko je prvou operáciou celého procesu. Zabezpečuje vyrezanie rozvinutých tvarov komponentov nádrží.	
Ohraňovací lis	TRUMPF
Ďalšou operáciou po vypálení dielu predstavuje ohranenie materiálu.	
Ohýbačka Hera	Wolf Siegen-Olpe-Wetzlar

Ďalšou operáciu po vypálení dielu predstavuje ohýbanie materiálu to tvaru nádrže.



Pozdĺžna zvaračka




Niektoré druhy nádrží nepotrebujú prvotné ustavenia aby sa mohli zvarať. Tieto jednoduchšie nádrže zvara pozdĺžna zvaračka.



Švová zvaračka

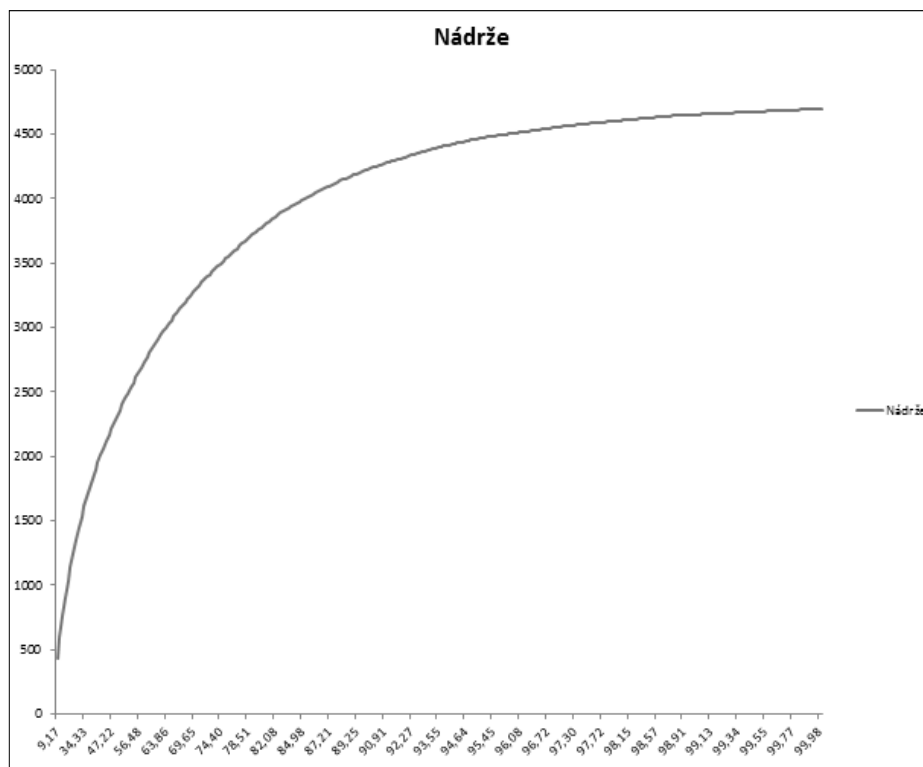
KEMEC RCU 101



Bodová zvaračka	TECNA 3302 N
	
Zvárací robot	MOTOMAN XRC
<p>Po ustavení prechádzajú nádrže na pracovisko zvaracieho robota. Toto pracovisko je takmer plne automatizované.</p>	
Skúšobná vaňa	
<p>Každý hotový výrobok sa skúša, či správne tesní. Pokiaľ sa nájde chyba a nádrž netesní, je poslaná naspäť na zváranie, kde je opravená.</p>	

7 ABC ANALÝZA SPOLOČNOSTI XY

ABC analýza nám ukázala kľúčových zákazníkov pre spoločnosť XY s.r.o. Z celkového počtu 4699 kusov vyrobených rôznych druhov nádrží za rok 2014 do prvej skupiny A spadá 51 druhov výrobkov, čo je na jednej strane veľa, ale na strane druhej z pohľadu širokej variantnosti a malých obmien vo výrobkoch, túto skupinu zastupuje len 6 zákazníkov. V skupine B je 64 druhov nádrží a v C 167. Podľa týchto výsledkov by si mala spoločnosť rozhodnúť, ktorí zákazníci sú pre ňu tí najpodstatnejší a venovať im zvýšenú pozornosť.



Obrázok 21 ABC analýza (vlastné spracovanie)

8 PODROBNÁ ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU ČINNOSTÍ SÚVISIACICH S PRÍPRAVOU VÝROBY

Prípravu výroby zabezpečuje oddelenie technológie výroby v spolupráci v oddelením konštrukcie a kvality. Úlohou TPV je zabezpečiť súhrn činností potrebných pre bezproblémové zvládnutie výroby nového výrobku. TPV zabezpečuje zvyšovanie kvality výrobkov, ich ekonomickejšiu výrobu navrhovaním racionálnejších postupov, preveruje a stanovuje kooperácie na činnosti, ktoré nie je možné vykonať vo vlastnej réžii.

Zavádzanie nových výrobkov do výroby

TPV obdrží od konštrukcie výkres nového výrobku. Pracovník TPV sa oboznámi s výkresovou dokumentáciou a v čo najkratšom čase zvolá poradu k novému výrobku. Na tejto porade sa posúdi vyrobiteľnosť výrobku, odhadnú sa možné riziká ohľadom kvality a funkčnosti výrobku, stanovia sa jednotlivé kroky prac. postupu, preveria sa prípadne potrebné kooperácie a povrchové úpravy.

Pracovník TPV vytvorí zápis z porady, kde stanoví ďalšie činnosti potrebné na bezproblémové zvládnutie výroby, vrátane zodpovedných pracovníkov a termínov. Následne založí do IS artikel nového výrobku a artikle materiálov vstupujúcich do tohto výrobku, pokiaľ sa ešte v IS nenachádzajú. Pre nový výrobok potom TPV založí kusovník podľa výkresu a pracovný plán. Do pracovného plánu sa zaznamenajú časy potrebné na jednotlivé operácie a aj kooperácie a ich cena. Po ukončení hore uvedených krokov sa prevedie kalkulácia výrobných nákladov daného nového výrobku.

V prípade potreby vypracováva kvalita v spolupráci s TPV pracovné postupy pre externé firmy (kooperácie a povrchové úpravy) pre zaručenie kvality externej kooperácie. Nutnosť pracovného postupu stanoví kvalita v spolupráci s TPV.

Každý pracovník, ku každej zákazke dostane výkresy (výkres pre plazmu, zvarací výkres, montážny výkres), podľa ktorých danú zákazku vyrobí. (Ukážka v prílohe)

Riadenie výroby

Riadením výroby sa rozumie koordinovanie činností priamo vo výrobnom procese. To znamená zaradovanie výrobných príkazov, pridelenie konkrétnych pracovníkov na konkrétne operácie.

Pokynom pre začatie výroby toho ktorého výrobku je vytlačený výrobný príkaz. Ten sa prostredníctvom výrobného dispečera dostane priamo do výroby.

Postupnosť zaraďovania výrobných príkazov do výroby na plazmovom páliacom stroji alebo ohraňovacom lise je určovaná denne vedúcim zmeny. Vedúci zmeny oznamuje postupnosť zaraďovania výrobkov pre zváranie, v tomto prípade je tento plán vystavovaný na týždeň.

Výrobný príkaz sprevádza materiál cez všetky pracoviská. Po prvom kroku priloží pracovník, ktorý vykonáva prvú operáciu ku materiálu žltý lístok s identifikáciou výrobku, obsahujúci tiež číslo zákazky a počet kusov. Žltý identifikačný list znamená rozpracovanú výrobu a musí byť spolu s výrobným príkazom priložený pri rozpracovaných výrobkoch. Pri rozdelení materiálu na viacero pracovísk musí pracovník, ktorý materiál odoberá na pôvodnom lístku zapísať do tabuľky meno kto odobral, dátum kedy odobral a podpis. Rovnaký žltý lístok vypísať na materiál, ktorý odobral na ďalšie spracovanie. Tým bude zabezpečená identifikovateľnosť všetkých výrobkov počas každého pracovného kroku. Po uskutočnení poslednej operácie z pracovného plánu nalepí pracovník vykonávajúci poslednú operáciu na identifikačný lístok zelenú nálepku, ktorá označuje hotový výrobok. Výrobky odchádzajúce do lakovne sú vopred odskúšané a zamerané a sú na ne vystavené Checklisty. Do lakovne odchádzajú výrobky bez označenia a po príchode z lakovne musia byť všetky výrobky opäť označené pôvodným identifikačným lístkom s Checklistom. Pri balení výrobkov na expedíciu dochádza ku kontrole povrchovej úpravy. Pokiaľ je povrchová úprava v poriadku výrobok môže byť zabalený a pracovník, ktorý vykonáva kontrolu nalepí na identifikačný list druhú zelenú nálepku.

Pri mojej analýze bola vybraná výrobná zákazka ÖLBEHÄLTER 170l kl.Filter (150) – HIAB, vzhľadom k tomu, že tento druh výrobku je podľa výsledkov ABC analýzy najpočetnejší z celého výrobného programu a predaj prináša najvyšší podiel tržieb.

8.1 Analýza priebehu výroby ÖLBEHÄLTER 170l kl.Filter – HIAB

Výrobná dávka – 20 ks

Obdobie výroby – 9.12.2014 – 17.12.2014 (7 pracovných dní)

Výroba nádrží je prevažne malosériová, pri ktorej je obtiažne vytvárať linky, ktoré sa raz vyladia a budú pracovať podľa určitých štandardov. Zákazky nie sú vyrábané v rámci jedného kusu, ale v dávkach, ktoré sú následne z jedného pracoviska presúvané na ďalšie

s tým, že sú uskladnené v medzisklade. Každá výrobná zákazka je delená na výrobné operácie, ktoré sú presne rozdelené medzi pracovníkov, ktorí ich budú vykonávať. Každá zákazka je v niečom špecifická a aj pri opakovanej objednávke má väčšinou zákazník nejakú požiadavku na zmenu. Z dôvodu špecifickosti postupu výroby je pri vylad'ovaní procesov veľmi podstatné zamerať sa na materiálové toky a rozloženie pracovísk vo výrobe.



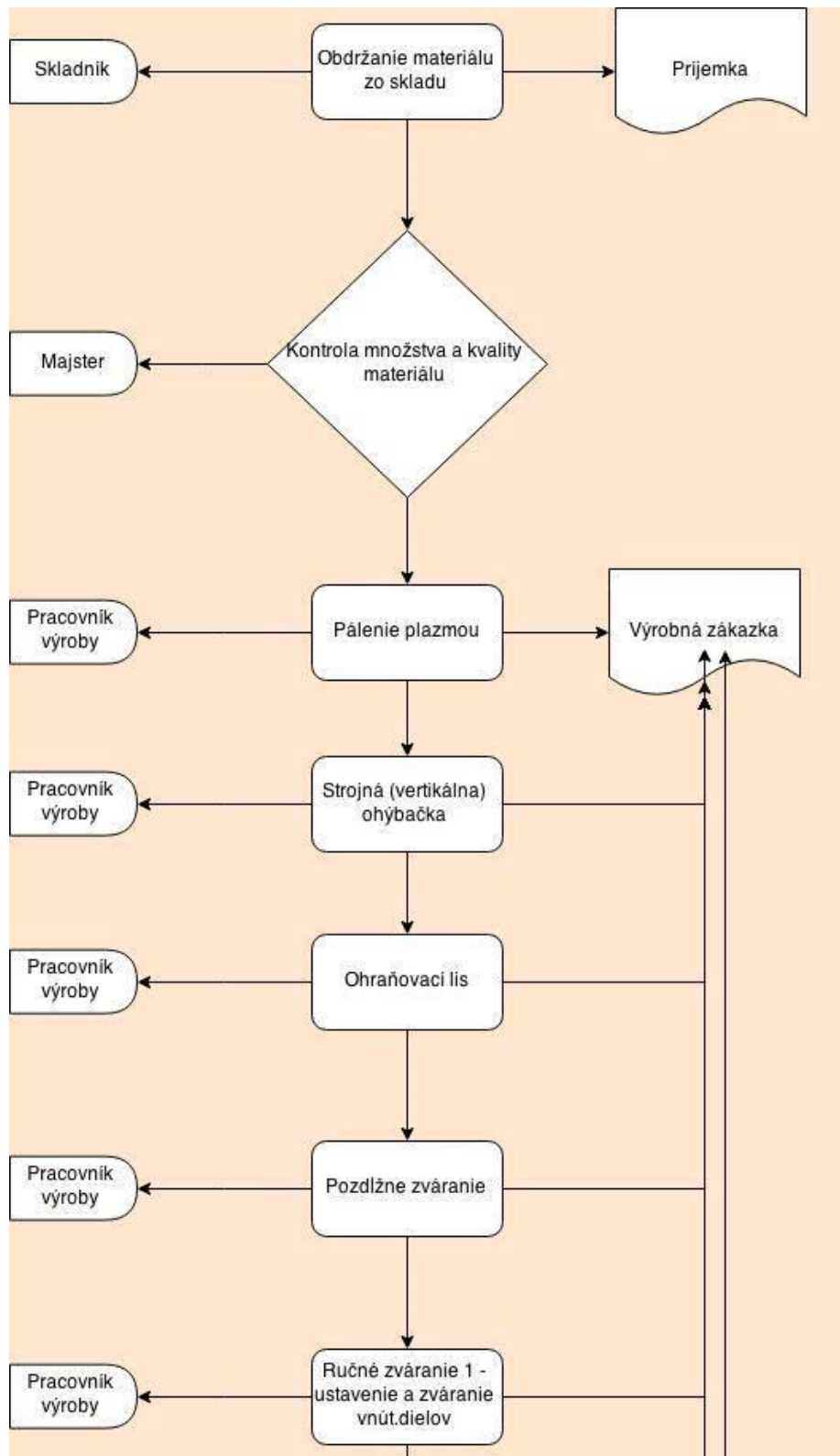
Obrázok 22 Ukážka balenia nádrže (Interné materiály, ©2015)

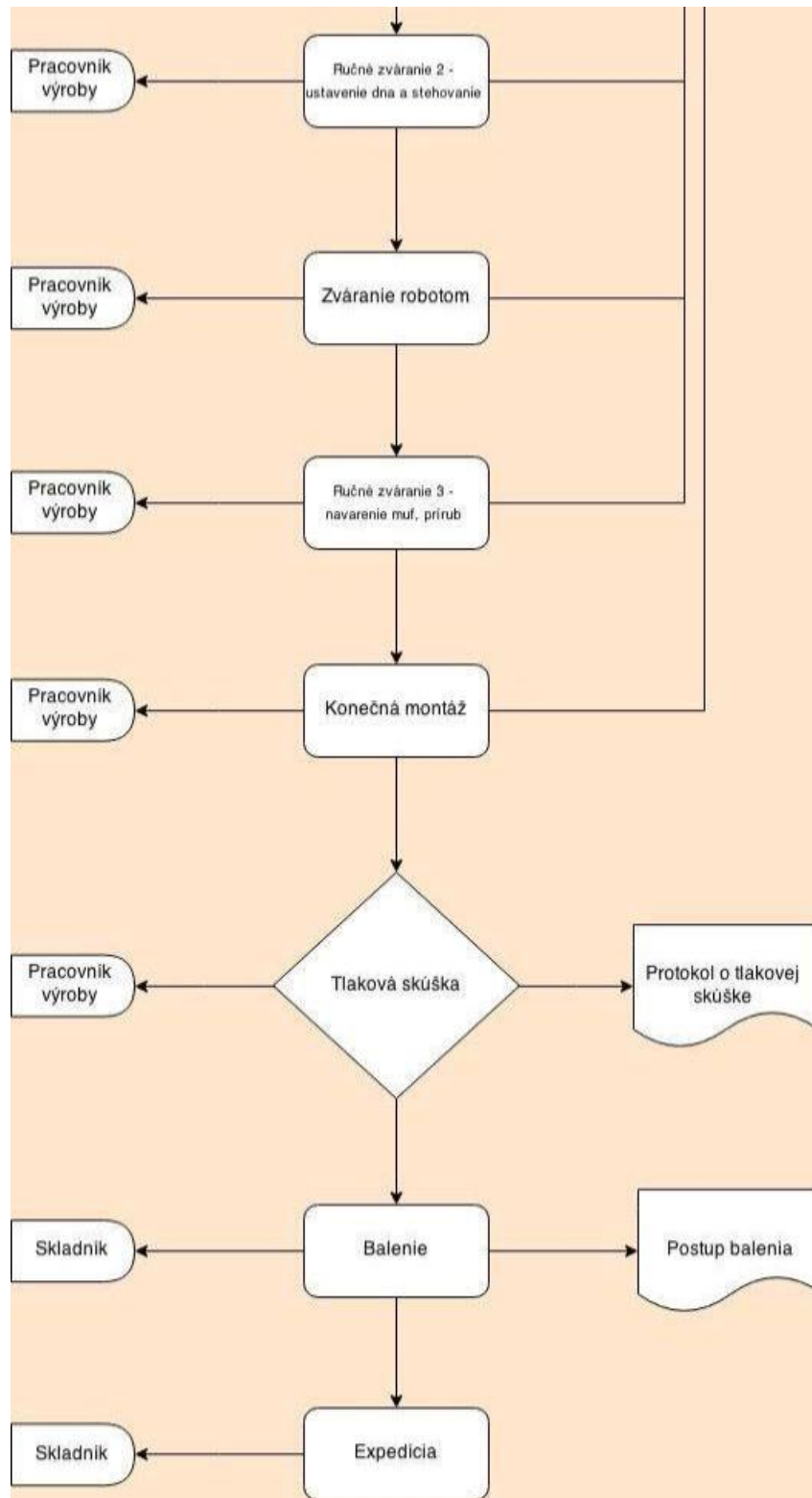
8.1.1 Procesná analýza

Na nasledujúcom obrázku je vyobrazený celý proces výroby ÖLBEHÄLTER 170l.Filter (150) – HIAB.

Podiel ručnej a strojovej výroby na počet operácií je 6:4. Celkový čas výroby by mal podľa výrobnej zákazky trvať 177 minút. Tento čas sa skladá z prípravných a strojných časov. Pokiaľ zoberieme do úvahy, že pri výrobe jednej nádrže pracovník pracuje 102 minút a stroje 75 minút. Je viditeľné, že v tejto výrobe prevláda ručná výroba, t.j. ručné zváranie a ustavovanie častí nádrže. Najdlhšie časy majú operácie Ručné zváranie 3 a Pálenie plazmou. Čas zvárania predstavuje 35 minút, čo je vyšší čas ako pálenie plazmou – 17 minút, ale keďže ručné zváranie je závislé na dostupnej zväračke a zväračovi, nedá sa tento čas nejakým spôsobom znížiť a preto by sme ho nebrali do úvahy. Podstatnejšou operáciou,

ktorá nedokáže zabezpečiť požadovanú plnú výrobu, je plazma, kvôli ktorej sa dáva množstvo zákaziek na kooperácie. Hlavným dôvodom je nastavená úroveň kvality, ktorú by mala plazma pri výrobe splňovať.





Obrázok 23 Procesná analýza výroby vzorovej nádrže (vlastné spracovanie)

Dôležitou informáciou pri tomto procese je aj fakt, že takmer po každej operácii nasleduje skladovanie nedokončenej výroby. Na výrobnú zákazku je 7 pracovných dní a pomocou

výrobných časov zistíme, že nádrž je vo výrobnom procese 2,46 dňa. Približne 4,5 dňa nádrž strávi v sklade čakaním alebo transportmi medzi pracoviskami.

Číslo	Činnosť	Čas (min.)	Operácia	Transport	Kontrola	Skladovanie	Čakanie	Počet pracovníkov
			○	→	□	▽	■	
1	Materiál na sklade							
2	Vychystanie materiálu							1
3	Prevoz materiálu zo skladu na pracovisko plazmy							
4	Pálenie plazmou	17						1
5	Transport materiálu							
6	Čakanie materiálu							
7	Transport materiálu							
8	Strojná (vertikálna) ohýbačka	17						1
9	Transport materiálu							
10	Ohraňovací lis - ohýbanie plechu	15						1
11	Transport materiálu							
12	Čakanie materiálu							
13	Transport materiálu							
14	Pozdĺžne zváranie	15						1
15	Transport materiálu							
16	Čakanie materiálu							
17	Transport materiálu							
18	Ručné zváranie 1 - ustavenie a zváranie vnút.dielov	13						1
19	Ručné zváranie 2 - ustavenie dna a stehovanie	10						1
20	Transport materiálu							
21	Čakanie materiálu							
22	Transport materiálu							
23	Zváranie robotom	11						1
24	Transport materiálu							
25	Čakanie materiálu							
26	Transport materiálu							
27	Ručné zváranie 3 - navarenie muf, prírub	35						1
28	Transport materiálu							
29	Čakanie materiálu							
30	Transport materiálu							
31	Tlaková skúška, skúška tesnosti, čiastočná montáž	22						
32	Transport materiálu							
33	Balenie	22						1
34	Skladovanie							
	CELKOM	177						10

Obrázok 24 Procesná analýza produktu (vlastné spracovanie)

8.1.2 FMEA

Na celkový proces bola vykonaná aj analýza príčin a dôsledkov. Pomocou FMEA je možné identifikovať najkritickejšie a najpravdepodobnejšie chyby výrobku alebo procesu. Využíva sa vo všetkých fázach návrhu výrobku, či v procese a pomáha predchádzať vzniku porúch, chýb a znižuje možnosti rizík.

Tabuľka 5 FMEA súčasného stavu (vlastné spracovanie)

P. Č.	Strediská	Možná chyba	Možná reakcia zákazníka	V ý z n a m	Potencionálna príčina	V ý z n a m	Možnosť odhalenia chyby	V ý z n a m	R.P.N.
1	Príjem materiálu	Doručený nesprávny materiál	Okamžitá reklamácia	8	Nepozornosť pracovníka	3	Kontrola prijímaného materiálu	3	72
2		Zlá kvalita vstupného materiálu	Okamžitá reklamácia	9	Nepozornosť pracovníka	5	Kontrola prijímaného materiálu	5	225
3	Výroba	Proces nie je podľa stanovených parametrov	Nespokojnosť	1	Zanedbaná práva výroby	4	Samotné procesy vo výrobe	5	20
4		Nekvalitný výpalok	Interné reklamácie	8	Nesprávne postupy a zariadenia	8	Vizuálna kontrola	7	448
5		Poškodenie výpalku počas opracovania	Reklamácie	7	Nesprávne zaobchádzanie	5	Priebežné kontroly vo výrobe	6	210
6	Montáž a balenie	Nekompletný produkt	Reklamácia od zákazníka	9	Nepozornosť zamestnanca	4	Systematizovaná práca	3	108
7	Expedícia	Zákazníkovi bol odoslaný nesprávny diel	Reklamácia od zákazníka	8	Nesprávne expedičné podklady	2	Kontrola pri nakládke	2	32

Výsledkom FMEA je nekvalitný výpalok, ktorý vstupuje do procesu hneď na začiatku a je stavebným prvkom nádrže. Preto je potrebné zamerať sa hlavne na nesprávne postupy a nevyhovujúce zariadenia požadovanej kvalite.

Ďalšími nezanedbateľnými chybami sú nekvalita už vstupného materiálu a poškodenie výpalku počas procesu nesprávnou manipuláciou.

Z prevedených analýz vyplynulo, že kritickým miestom výrobného procesu hliníkovej nádrže HIAB je pracovisko plazmového delenia materiálu, ktoré je východiskom pre celý ďalší proces a jeho činnosť je zásadná.

9 ZADANIE PROJEKTU

Spoločnosť XY s.r.o. je neustále rozvíjajúcou sa firmou, ktorá sa snaží zvyšovať svoju konkurencieschopnosť na trhu, získavať nových zákazníkov a veľký dôraz kladie na zladenie výrobných kapacít s požiadavkami zákazníkov a predovšetkým na zabezpečenie trvalej kvality svojich výrobkov. Tieto požiadavky plne rešpektuje tento projekt, ktorý sa zameriava (na základe vopred prevedených analýz v predchádzajúcej analytickej časti tejto práce) na riešenie problematiky pracoviska delenia materiálu s cieľom zvýšenia jeho technických možností a zníženia nákladov vznikajúcich z kooperácií.

9.1 Zadávací list projektu

Názov projektu: Pracovisko PLAZMA SK 100

Účel: Zmena pôvodného pracoviska plazmového delenia materiálu a zmena jeho layoutu

Cieľ projektu: Zvýšenie výkonnosti pracoviska SK 100, odbúranie potreby technologickej kooperácie na laser

Údaje pre hodnotenie: Objemy výroby na pracovisku SK 100 a množstvo kooperácií

Projektový tím: Ing. Peter Staňo – Technológ

Ing. Alexandra Kuždáková – Technológ

Ing. Jana Vrábliková – Manažér kvality

Bc. Andrea Kellnerová – študentka PI UTB

Obmedzenia projektu: Finančné zdroje, neschválenie od koncernu

Riziká projektu: Odmietanie zmien, nedostatočné množstvo informácií

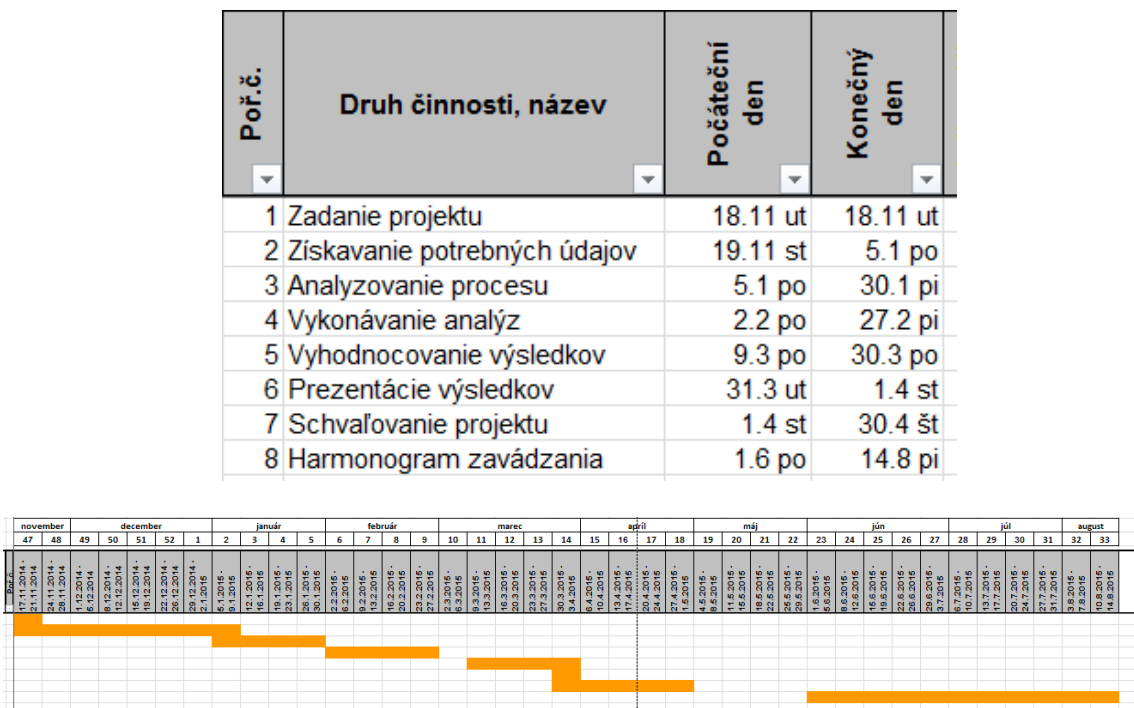
9.2 Riziková analýza

Situácia rizika pred vykonaním opatrenia									
Č.	Hrozba (Príčina)	Pst. hrozby	Scenár (Dôsledok)	Pst. Scenára	Výsledná pst.	Výsledná kategória	Dopad (škoda) kategórie	Hodnota rizika kategórie	Opatrenie
1	Projektový tím sa nezhodne	0,20	Zruší sa celý projekt	0,20	0,04	MP	VD	SHR	tvorba rizikového plánu
			Zdržanie projektu	0,60	0,12	MP	VD	SHR	vyhnutie sa riziku
			Výmena projektového tímu	0,30	0,06	MP	SD	MHR	akceptácia
2	Neschválenie koncernom	0,30	Zruší sa celý projekt	0,20	0,06	MP	VD	SHR	tvorba rizikového plánu
3	Neodsúhlasí sa rozpočet projektu	0,70	Zruší sa celý projekt	0,10	0,07	MP	VD	SHR	tvorba rizikového plánu
			Snaha o zníženie rozpočtu	0,90	0,63	SP	SD	SHR	tvorba rizikového plánu
4	Neziskajú sa potrebné údaje	0,50	Výsledky projektu budú nedôveryhodné	0,30	0,15	MP	VD	SHR	tvorba rizikového plánu
			Nemožnosť prevedenia potrebných analýz	0,70	0,35	SP	VD	VHR	vyhnutie sa riziku

Obrázok 25 Riziková analýza projektu (vlastné spracovanie)

9.3 Harmonogram projektu

Projekt bol definovaný v novembri 2014 a predpokladané časové rozpätie k dosiahnutiu cieľov v prípade schválenia návrhov, je približne do augusta 2015.



Obrázok 26 Harmonogram projektu (vlastné spracovanie)

10 NÁVRH RIEŠENIA PROBLEMATIKY ZEFEKTÍVNENIA PRACOVISKA PLAZMOVÉHO DELENIA

Plazmové delenie plechu vytvára potrebné rozvinuté tvary jednotlivých komponentov nádrže a jeho presnosť a rýchlosť má rozhodujúci vplyv na bezproblémový priebeh ďalšej výroby, aj kvalitu finálneho produktu.

10.1 Popis činnosti súčasného pracoviska plazmy SK100

Pracovisko plazmy disponuje so strojným zariadením, ktorého presné typové označenie je ESAB Cutting System EAGLE 2500.



Obrázok 27 Pracovisko plazmového delenia materiálu (vlastné spracovanie)

Plazma má dva horáky, veľký, ktorého maximálna hrúbka plechu, ktorú je schopná táto plazma rozrezať je 30mm a malý, ktorý by mal rozrezať hrúbku až 10mm, ale tieto údaje nezaručujú správnu kvalitu, ktorú zákazník požaduje. Už pri hrúbke plechu do 4mm je presnosť plazmy približne ± 1 mm.

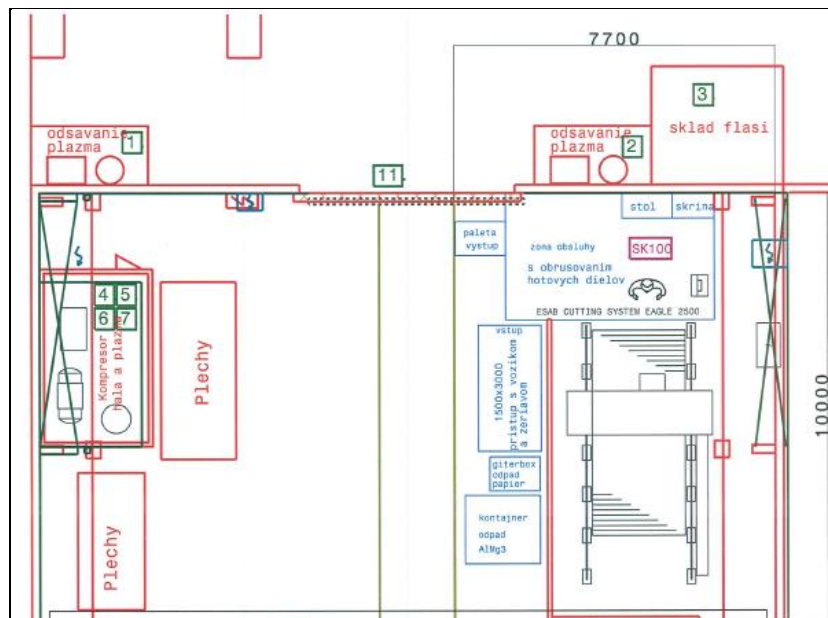
Pri výrobe z hliníka je kladený veľký dôraz na kvalitu a to hlavne povrchu nádrží, ktoré bývajú často poškrábané, lebo hliník je mäkký kov a preto aj manipulácia s ním je dôležitá. Z dôvodu nedostatočnej kvality sú niektoré plechy vyradené ešte pred vyrezávaním plazmou.

Tabuľka 6 Rezné rýchlosti plazmy (Interné materiály, ©2015)

Rezné rýchlosti	Horák	Plech (mm)	Rýchlosť (mm/1min)	
	Malý		2	3400
			3	3400
			4	3300
			5	2800
			6	2800
			8	2500
			10	1600
	Veľký		15	1600
			20	950
		30	850	
Presunové rýchlosti horáka max. 35m / min				
Dané rýchlosti pálenia platia výhradne pre hliník				

10.2 Layout pracoviska

Pracovisko plazmy sa nachádza v budove, kde iné výrobné pracoviská nie sú. Nachádza sa tam príjem materiálu a menší sklad materiálu.



Obrázok 28 Layout pracoviska plazmy SK100 (Interné materiály, ©2015)

Pracovisko plazmového delenia materiálu disponuje zariadením rezacej plazmy, pred ňou sa nachádza osobný priestor pracovníka, ktorý tu zároveň opracováva výpalky.

Na layoute naľavo od plazmy sú gitterboxy na hliníkový a normálny odpad a podávač plechov, ktorý je závesným zariadením žeriavu nad pracoviskom.



Obrázok 29 Prostredie pracoviska (vlastné spracovanie)

Na druhej strane cez uličku sa nachádza malý sklad, kde sa odkladajú palety s polotovarmi a zbytky plechu po plazmovom delení, ktoré je možné ešte využiť.



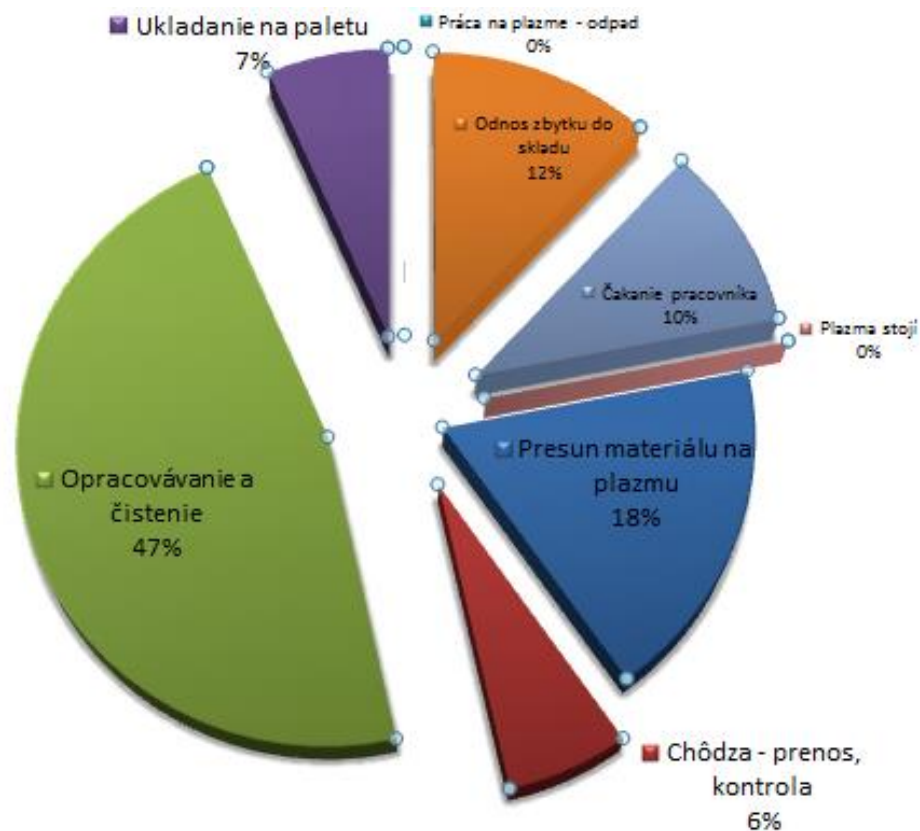
Obrázok 30 Zriadený sklad na druhej strane pracoviska plazmy (vlastné spracovanie)

10.3 Pozorovanie na pracovisku plazmy SK 100

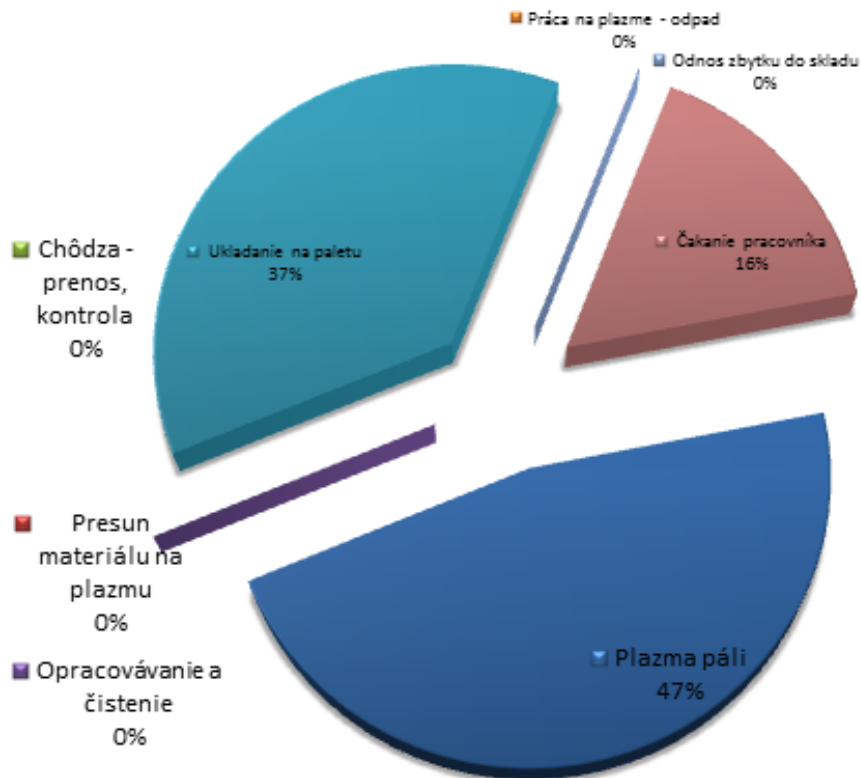
Na nasledujúcom grafe je vidieť činnosti, ktoré pracovník vykonáva, a zároveň je možné vidieť, že väčšinu času plazma a pracovník pracujú súčasne. Vykonávané činnosti vyplývajú hlavne z dôvodu nekvalitného rezu plazmou. Pracovník po odobratí plášt'a

z plazmy ešte musí obrusovať všetky hrany vyrezaného plášt'a. Táto činnosť mu zaberá 47% z pozorovaného času, čo predstavuje aj čas kedy plazmové zariadenie pracuje.

Ďalšou činnosťou, ktorá pracovníka zdržuje je prenos zbytkové plechu do skladu naproti pracovisku. Z pozorovaného času predstavuje 12%.



Obrázok 31 Snímka pracovného dňa operátora (vlastné spracovanie)

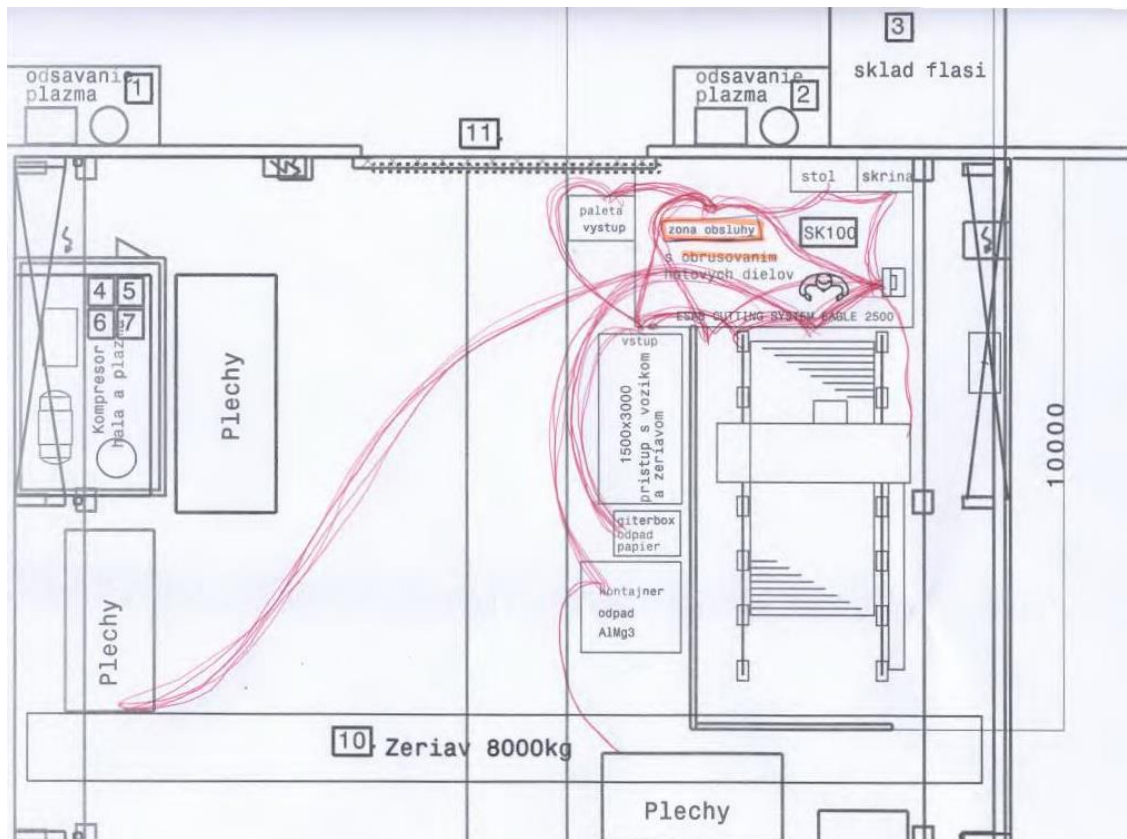


Obrázok 32 Snímka pracovného dňa stroja (vlastné spracovanie)

Prestože plazmy a aj pracovníka sú zanedbateľné z dôvodu vykonávaných úkonov pracovníka. Ale napriek tomu, že spolupráca plazmy a operátora je vybalansovaná, dali by sa odbúrať činnosti operátora, ktorý by mohol byť efektívnejšie využitý pri iných činnostiach.

10.4 Spaghetti diagram súčasného usporiadania pracoviska SK100

Pomocou Spaghetti diagramu bolo možné na pracovisku plazmy zistiť zbytočné pohyby a presuny materiálu, ktoré je možné vidieť na nasledujúcom obrázku. Po načítaní všetkých dĺžok, ktoré pracovník prešiel počas jedného pálenia plazmou, ktoré pri našej výrobnéj zákazke má trvať 7 minút, vyšla hodnota 75 m. Pracovník sa väčšinu času pohybuje v okolí svojho pracoviska, ale v prípade, kedy musí zo zbytku plechu odrezáť časť, ktorá je následne ešte využiteľná, prebieha krížom cez celú halu na miesto, kde odkladajú takéto zbytkové plechy, čo predstavuje vzdialenosť 24m. Taktiež by pozmenila umiestnenie kontajnerov na odpad, keďže k nim musí zachádzať z boku.



Obrázok 33 Spaghetti diagram súčasného pracoviska plazmy (vlastné spracovanie)

10.5 Výpočet OEE plazmového zariadenia

OEE pre pracovisko plazmy SK100 je počítané z údajov za rok 2014. Pracovníci výroby majú stanovený 7,5 hodinový pracovný čas. V roku 2014 bolo 248 pracovných dní, z čoho si môžeme odvodiť počet hodín, ktoré mal jeden pracovník za rok k dispozícii.

$$\text{Dostupný pracovný fond} = 248 * 7,5 = 1860 \text{ hodín}$$

Každoročne sú plánované celozávodné dovolenky – cez leto 10 pracovných dní a na Vianoce 5 pracovných dní. Počas týchto odstávok sa prevádza zároveň plánovaná údržba všetkých strojov a zariadení.

$$\text{Plánované celozávodné dovolenky/odstávky} = 15 * 7,5 = 112,5 \text{ hodín}$$

Po odčítaní plánovaných dovoleniek a odstávok vypočítame disponibilný pracovný fond.

$$\text{Disponibilný pracovný fond} = 1860 - 112,5 = 1747,5 \text{ hodín}$$

Na pracovisku plazmového delenia materiálu sa pracuje na 3 zmenách. Je potrebné odčítať aj čas porúch = 29 hodín.

$$\text{Disponibilný pracovný čas} = (1747,5 * 3) - 29 = 5213,5 \text{ hodín}$$

1. Dostupnosť zariadenia

Z údajov za rok 2014 vieme, že plazma pracovala 4802,086 hodín.

$$\text{Miera využitia} = 4802,086 \text{ hod} / 5213,5 \text{ hod} = 92,1\%$$

2. Výkon zariadenia

Za rok 2014 bolo na pracovisku plazmy vyrobených 4699 kusov nádrží. Priemerný čas na jednu nádrž bol vypočítaný pomocou noriem spotreby času na pálenie.

$$\text{Miera výkonu} = (4699 \text{ ks} * 47,22 \text{ minút} / 60) / 4802,086 \text{ hod} = 77,01\%$$

3. Kvalita výrobkov

Nezhodných, prípadne reklamovaných výrobkov za rok 2014 bolo 149 kusov.

$$\text{Miera kvality} = 4550 \text{ ks} / 4699 \text{ ks} = 96,83\%$$

$$OEE = 0,921 * 0,7701 * 0,9683$$

$$OEE = 68,67 \%$$

$$TEEP = (5213,5/8760) * 0,921 * 0,7701 * 0,9683$$

$$TEEP = 40,87 \%$$

Z výsledkov OEE a TEEP je viditeľné, že zariadenie pracuje neefektívne. Dostupnosť zariadenia už na hranici s vyťažením zariadenia, ale výkon je len na 77%. Dlhé nastavovania, prestoje plazmy z dôvodu, že operátor nie je schopný okamžite zareagovať, lebo opracováva výpalky alebo aj hrúbka materiálu, ktorú plazma nezvláda spracovať znižujú túto hodnotu.

Taktiež hodnota TEEP vykazuje, že zariadenie nie je využívané efektívne.

10.6 Technologické a kapacitné kooperácie

Vzhľadom nato, že spoločnosť XY nedisponuje laserovým rezacím zariadením, tak je nútená posielat' niektoré zákazky na kooperácie. Kooperácie sa týkajú predovšetkým technologických kooperácií operácie rezania materiálu. Zákazníci vyžadujú vysokú kvalitu rezu a nepoškodený plech, čo je pri rezaní plazmou obťažné. Okrem toho je nevyhnutné zadávať čas do času aj kooperácie kapacitné pri prechodnom nedostatku vlastných kapacít profesie rezania.

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené množstvá a sumy vypálených polotovarov za rok 2014. Uvedené sumy predstavujú len vykonanú prácu na laserovom zariadení. Materiál a aj dopravu si zabezpečuje spoločnosť XY samostatne a vynakladá na ne ďalšie finančné zdroje. (Meter štvorcový hliníkového plechu sa pohybuje približne 50 eurách.)

Tabuľka 7 Kooperácie za rok 2014 (vlastné spracovanie)

Kooperácie	Množstvo (ks)	Suma (eurá)
Január	2439	3640,92
Február	2070	5782,75
Marec	3430	12936,65
Apríl	2063	2209,62
Máj	3859	3928,18
Jún	1282	1280,57
Júl	924	2151,07
August	695	2431,7
September	1950	4477,53
Október	2268	6590,72
November	1649	3039,73
December	1096	2176,88
Súčet	23725	50646,32

Náklady na prácu na laser spoločnosť XY vynaložila za rok 2014 vyše 50000 eur a bolo vypálených viac ako 23 tisíc rôznych kusov polotovarov. Keď si to porovnáme s plazmou, jej výkonom za rok, tak na plazme bolo vypálených 18 949 rôznych kusov výpalkov, čo 79,89 % z počtu kooperácií. Vzhľadom k týmto číslam pokladá projektový tím za nevyhnutné laserové rezacie zariadenie zadovážiť aj spoločnosti XY a je presvedčený o tom, že toto zariadenie by bolo plne vyťažené.

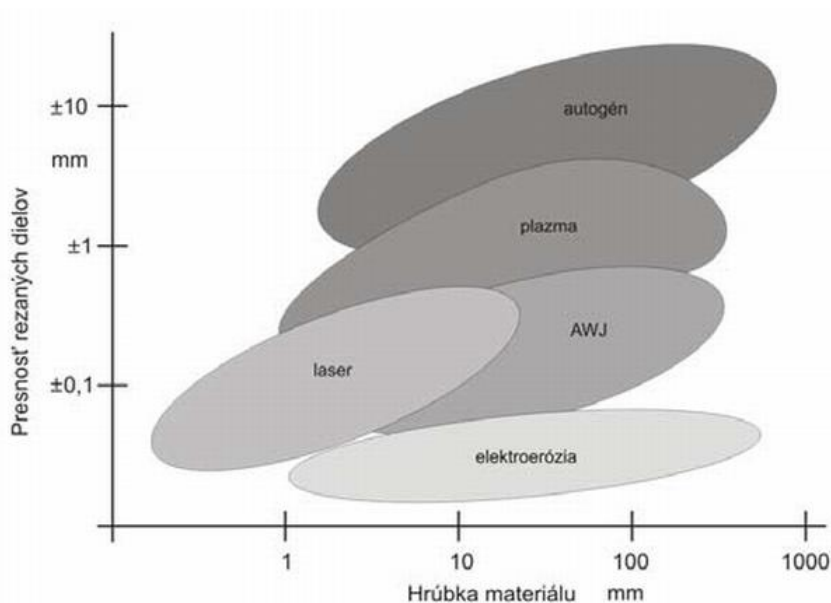
10.7 Voľba optimálnej metódy rezania a ich požiadavky

Pre lepšie nasledujúce porovnanie dvoch technológií rezania materiálu je potrebné vedieť, podľa akých kritérií by sme sa mali rozhodovať. Výber optimálnej metódy je potrebné posudzovať z hľadiska efektívnosti procesu. Hlavnými ukazovateľmi efektívnosti výrobného postupu je produktivita výrobného zariadenia, ktorá zohľadňuje požiadavky na kvalitu a výrobné náklady spojené s danou operáciou. Výkonnosť procesu je potom funkciou kvality a produktivity. Optimálny výrobný postup je postup s vyššou produktivitou a nižšími výrobnými nákladmi. Celkové výrobné náklady spojené s rezaním na laserových alebo plazmových zariadeniach sa väčšinou zahŕňajú do nákladov na meter rezu, alebo do hodiny prevádzky zariadenia. Celkové výrobné náklady tvorí súčet fixných a variabilných nákladov. Fixné náklady zahŕňajú odpisy výrobného zariadenia, úroky súvisiace s nákupom výrobného zariadenia, prípadne nájom za výrobné priestory. Do variabilných nákladov je možné zahrnúť náklady na rezaný materiál, náklady na mzdu pracovníkov, spotrebovanú elektrickú energiu, spotrebu plynov, spotrebné diely (dýzy a pod.), náklady na systém polohovania a relatívneho pohybu nástroja - lúča voči obrobku, náklady na opravy a údržbu.

Produktivita rezacieho zariadenia je určená počtom hotových dielov za jednotku času a závisí hlavne od rýchlosti rezania. Optimálnou reznou rýchlosťou je maximálna rýchlosť rezania, ktorou sa dosiahne potrebná kvalita rezania. Treba počítať aj s prípravou rezných plánov, ktorá závisí od softvérového vybavenia a CNC riadenia, alebo tiež s dodatočnou úpravou rezaných hrán.

Prevádzkové náklady plazmového rezacieho zariadenia zahŕňajú najmä spotrebu elektrickej energie plazmového zdroja, spotrebu plazmového plynu prípadne ďalších stabilizačných a ochranných plynov, spotrebu dýz a spotrebu elektród. Prevádzkové náklady laserového zariadenia zahŕňajú spotrebu elektrickej energie generátora laserového lúča, prevádzkových plynov pri CO₂ laseroch, žiariviek pri Nd-YAG laseroch, opotrebovanie optiky, spotrebu rezných plynov a dýz. (Petržel, 2013)

Pre porovnanie na obrázku 32 vidíme, kde sa pohybuje presnosť rezacieho zariadenia pri rôznych hrúbkach plechu. Laser má jednoznačne najväčšiu presnosť zo všetkých. (Výhody a nedostatky technológií delenia kyslíkom, plazmou a laserom v praxi, 2010)



Obrázok 34 Presnosť rezu v závislosti od hrúbky plechu (Výhody a nedostatky technológií delenia kyslíkom, plazmou a laserom v praxi, 2010)

10.8 Porovnanie hlavných technických parametrov plazmy a laseru

Porovnávať rezáciu plazmou s laserom nie je práve najvhodnejšie, keďže obe zariadenia fungujú na úplne inom princípe a majú aj iné požiadavky na prevádzku. Ale v našom prípade je potrebné aspoň čiastočne porovnať neporovnateľné.

10.8.1 Rezanie plazmou

Plazma je z fyzikálneho hľadiska zionizovaný plyn zložený z iónov, elektrónov a tiež z neutrálnych častíc. Vzhľadom na to, že sa v plazmovom oblúku dosahujú veľmi vysoké teploty používa sa plazma v priemysle na tepelné delenie kovových materiálov. (MicroStep spol. s r.o., ©2015)

Rezať možno všetky vodivé materiály. Pri rezaní plazmou je rezná plocha menej narušená, ako pri rezaní kyslíkom. Výraznejšie podpálenie nastáva v rohoch výpalkov. (PRM, s.r.o., © 2015)

Najčastejšie sa plazmou režu plechy z ocele, aj keď je možné rezať aj iné materiály, vrátane nevodivých. Bežne sa používa do hrúbky približne 150 mm. Plazma sa používa v ručných rezacích zariadeniach a v CNC rezacích strojoch. (MicroStep spol. s r.o., ©2015)

Princíp funkcie plazmového horáka - Hlavnou funkciou plazmového horáka je generovanie orientovaného prúdu plazmy, ktorý odtavuje materiál v mieste rezu. Ako zdroj energie na ohrev plynu sa používa jednosmerný alebo striedavý elektrický prúd, prípadne iný druh výboja. Samotné vytvorenie plazmového oblúka prebieha v praxi v dvoch krokoch. V prvom kroku sa vytvorí vysokonapäťová iskra s malým prúdom cez ktorú prúdi plyn vysokou rýchlosťou, v momente jeho zionizovania a uzatvorenia elektrického obvodu sa v druhom kroku prepína režim na nízke napätie a vysoký prúd.

Plazma sa vzhľadom na svoju operatívnosť a výhodnú ekonomickú prevádzku stala v priemyselnej praxi štandardným nástrojom na tepelné delenie kovových materiálov. (Technika a trh, 2010)

10.8.1.1 Možnosti využitia

Plazmové delenie kovových materiálov sa v praxi používa prakticky vo všetkých odvetviach priemyslu:

- **výroba automobilov** - vyrezávanie rôznych nápravových a podvozkových výstuh a držiakov, nadstavby nákladných automobilov
- **stavba lodí** - nosníky výstuhy a plášte lodí
- **železničný priemysel** - medzinápravové nosníky a výstuže vagónov
- **vzduchotechnika** - rozvinuté tvary potrubí a prechodových a spojovacích častí
- **stavebníctvo** - oceľové nosníky pre konštrukcie prevádzkových hál, oceľové mosty, časti lešenárskej techniky atď. (Kratochvíl, 2006)

10.8.1.2 Výhody rezania plazmou

- vysoká operatívnosť
- relatívne nízka nadobúdacía cena zariadenia, dostupnosť
- nízke prevádzkové náklady
- schopnosť rezať rôzne druhy kovových materiálov
- možnosť rezania veľkých hrúbok materiálov
- pomerne rýchla a jednoduchá inštalácia zariadenia
- rezanie je bezdotykové, t.j. nedochádza k opotrebovaniu rezného nástroja a nie je potrebná výmena nástroja pri zmene tvaru vyrezávanej súčiastky. (Kratochvíl, 2006)

10.8.1.3 Nevýhody plazmového rezania

- potreba použitia odsávacieho a filtračného zariadenia
- nezanedbateľná šírka reznej medzery.
- vyššie nároky na spotrebný materiál, hlavne technických plynov a kovov
- menej kvalitné rezné plochy, hlavne u jednoduchších typov plazmových horákov,
- riziko vzniku náliatkov pod miestom rezu,
- riziko vzniku šikmého rezu,
- obmedzená hrúbka rezu, bežne sa využíva pre rezy do hr. 150 mm ocele, vyššie energetické nároky u špeciálnych zariadení, napr. pri rezaní hliníka a pre presné rezy, vznik žiarenia, tvorba spalín, potreba odsávania pri nasadení v hale. (Petržel, 2013)

10.8.2 Rezanie laserom

Rezanie laserom je tepelné delenie materiálu pre ploché materiály (oceľové , nerezové , hliníkové plechy) prostredníctvom laserového lúča. Táto technológia je nasadzovaná v prípadoch keď sú požadované komplexné a presné obrysy a precízne a rýchle opracovanie (10m/min v niektorých prípadoch aj 20m/min). (Všeobecná strojárka, ©2015)

Kvôli svojim nesporným výhodám je veľmi rozšírenou a používanou technológiou. Aj napriek vyšším investičným nákladom nachádza uplatnenie v mnohých oblastiach. Laserové rezanie sa vyznačuje, v porovnaní s inými termickými metódami delenia materiálu, vysokou reznou rýchlosťou, skvelou kvalitou rezu, minimálnymi deformáciami výpalku a možnosťou rezať takmer všetky bežne používané konštrukčné materiály. (Laserové rezní, 2014)

Na rezanie sa používajú dva druhy rezných plynov, kyslík a dusík. Pri kyslíkovom rezaní laserom dochádza k páleniu materiálu a na jeho hranách sa tvorí zoxidovaná vrstva nevhodná pod povrchovú úpravu. Pri rezaní dusíkom dochádza k taveniu materiálu, ktorý je následne vyfúknutý z deliacej stopy. Tento spôsob je vhodnejší pre rezanie nehrdzavejúcich ocelí alebo výrobkov ktoré sú ďalej povrchovo upravované (práškové farbenie). Súčiastky vyrezané laserom sú presné čo umožňuje ich jednoduchšie a efektívnejšie ďalšie spracovanie (ohýbanie , zváranie, ohraňovanie)

10.8.2.1 Druhy laserového spracovania

- laserové topenie materiálu pri rezaní nehrdzavejúcej ocele nereze, hliníka (rezanie dusíkom)
- laserové pálenie materiálu (oceľ ,rezanie kyslíkom)
- laserové odparovanie materiálu (dusíkom alebo kyslíkom) gravírovanie odparovanie fólie na nerezových plechoch s povrchovou úpravou.

Oproti vysekávaniu je rezanie laserom ekonomicky rentabilné už pri veľmi malých sériách (1-10 ks) a to kvôli prípravným časom. Pre využitie výhod vysekávania a rezania laserom, ponúkajú výrobcovia kombinované stroje ktoré sú schopné vykonávať operácie s reznou hlavou ako aj sekacou hlavou. (Všeobecná strojárka, ©2015)

10.8.2.2 Komponenty laserového rezacieho stroja

- zdroj laseru
- vedenie laserového lúča
- rezná hlava vrátane reznej trysky ktorá zaostruje lúč

Lúč opúšťajúci zdroj laserového lúča je vedený prostredníctvom zrkadiel (pri CO₂ laseroch) k zaoštrovacej hlave, ktorá zaostrí lúč do potrebnej intenzity. Pri poškodení tejto optiky napr. zrnkom prachu stráca zaoštrovaciu šošovku v tomto bode svoju vlastnosť priepustnosti laserového lúča, čím prichádza k prehrievaniu šošovky ktorá následkom toho mení svoje ohnisko a rez sa stáva nekvalitným.

Zariadenia s CO₂ laserom pozostávajú väčšinou z pevne stojaceho zdroja laserového lúča a lietajúcej optiky ktorá sa pohybuje nad opracovávaným materiálom. Vedenie laserového lúča je realizované pomocou vodou chladených zrkadiel.

Pri rezaní laserom je nutné kontrolovať viaceré procesy. Jednak je to vyvíjanie laserového lúča, presné výškové nastavovanie laserovej hlavy nad materiálom, dávkovanie rezného plynu. (Všeobecná strojárka, ©2015)

10.8.2.3 Výhody laserového rezania

- presnosť - rezanie laserom zaručuje vysokú presnosť rezu, vysokou kvalitou rezných plôch (hladký, homogénny povrch)
- rýchlosť - rezanie laserom je pomerne rýchly proces a to je dôvod, prečo je možné rezať veľkú časť detailov naozaj rýchlo

- hladký a čistý rez - vo väčšine prípadov sú výrobky finálne, bez potreby ďalšieho spracovania
- opakovateľnosť - rezanie laserom zaručuje 100% reprodukovateľnosť rezu, pričom nedochádza k žiadnym deformáciám materiálu.
- Malé prípravné časy – Flexibilita – ekonomickosť
- Vysoká využiteľnosť materiálu
- Možné gravírovanie do materiálov v jednom pracovnom chode s rezaním (Všeobecná strojárka, ©2015)
- vhodnosť pre delenie materiálov s hr. do 10 mm, max. 15 mm, - je vhodný hlavne pre rezanie konštrukčných ocelí legovaných ocelí, hliníka a jeho zliatin
- možnosť automatizácie a multiplikácie technologického procesu
- energeticky menej náročný na jednotku produkcie ako porovnateľné technologické tepelné technologické procesy
- práca s laserovými zariadeniami je vysoko sofistikovaná a s vysokou pridanou hodnotou (Petržel, 2013)

10.8.2.4 Nevýhody laseru

- Vysoká nadobúdacia cena zariadenia
- Vysoká cena rezných plynov, ich uskladnenie a dodávka
- Spotreba rezných plynov
- Vyrezaný materiál vypadáva z reznej hrany ako aerosól a preto je nutné drahé a kvalitné filtrovanie (Azeta, ©2011)
- vysoké nároky na údržbu laserových pracovísk
- vyššie nároky na vzdelanostnú úroveň pracovníkov na laserovom pracovisku
- potreba min. 2-zmennej prevádzky s vysokým stupňom využitia časového fondu pracoviska kvôli vysokej ekonomickej nákladovosti laserových technológií (Petržel, 2013)

PLAZMA	LASER
kvalita rezaných plôch	
rozlišuje sa dobrá a zlá strana rezu, horšia strana tvorí odpad	obidve strany rezu sú vyhovujúce – lepšie využitie materiálu
úkos na rezaných plochách 2÷5°	kolmé rezy
šírka teplom ovplyvnenej vrstvy 0,2÷1,3 mm	šírka teplom ovplyvnenej vrstvy cca 0,1 mm
Dobrá drsnosť pre nízkolegovanú a antikorošnú oceľ, horšia drsnosť pre hliník	
presnosť rezanej kontúry ± 0,15mm	presnosť rezanej kontúry ± 0,1 mm
šírka rezu podľa hrúbky materiálu 1 ÷ 4 mm	šírka rezu podľa hrúbky materiálu 0,1 ÷ 1 mm

Obrázok 35 Porovnanie kvality rezaných plôch pri plazme a lasery (Brezáni, 2012)

10.8.3 Bezpečnosť pri práci a ochrana zdravia

Laserový lúč je zosilnené svetelné žiarenie s vysokou energiou. Biologické tkanivo pohlcuje svetlo rôzne a spravidla je premenené na teplo, ktoré ho môže poškodiť. Pre človeka je zvlášť nebezpečné ohrozenie očí a pokožky priamym alebo aj odrazeným laserovým lúčom. Zasiahnutie očí môže viesť až po úplné oslepnutie. Červené smerové lasery sa používajú na nastavovacie práce a pri pohľade do zdroja lúča môže dôjsť k poškodeniu zraku. Pri nastavovaní laserového lúča musí personál používať okuliare chrániace oči pred laserovým žiarením.

Plazmový oblúk vytvára silné viditeľné a ultrafialové žiarenie s vysokou teplotou. Žiarenie vznikajúce pri rezaní môže poškodiť zrak a popáliť pokožku, preto treba chrániť zrak ochrannými okuliarmi a používať zväracie rukavice a vhodné oblečenie, ktoré chráni pred popálením a rozstrekovaným kovom. Zdroje na rezanie plazmou vytvárajú vysoké zápalné napätia a vysoké prúdy pre rezanie. Pri rezaní plazmou môže dôjsť k prekročeniu hygienických limitov hluku, preto si pracovníci musia chrániť sluch. (Brezáni, 2012)

11 ĎALŠIE NÁVRHY A ODPORÚČANIA

Pomocou prevedených analýz na pracovisku SK100 – Pálenie plazmou, bolo zistené, že práve toto pracovisko je úzkym miestom spoločnosti. Už len pri prvotnom pozorovaní je možné si všimnúť nedostatky rezania plazmou, keďže pracovník musel následne každý vypálený kus ešte opracovať, aby spĺňal požadovanú kvalitu, čo ale mohlo zase spôsobiť ďalšie problémy s kvalitou, lebo hliník je mäkký kov a je citlivý na manipuláciu a opracovávanie, ktoré môže poškodiť jeho povrch, na ktorý majú zákazníci vysoké nároky. Táto a aj ostatné činnosti nepridávajúce hodnotu znižujú produktivitu spoločnosti.

Je potrebné upozorniť aj na nutnosť veľkého množstva kooperácií. Plazma nerieši celý problém výroby polotovarov pre ďalšiu výrobu, nezvláda kvalitatívnu stránku výroby niektorých produktov. Laser a plazma sú neporovnateľné v kvalite rezu a z tohto dôvodu sú potrebné technologické kooperácie. Navyše je vyťažená a preto sú niekedy potrebné aj kapacitné kooperácie. Pracuje na 3 zmenách 5 dní v týždni a aj tak pri výpočte OEE vyšla dostupnosť zariadenia cez 90%.

Odporúčenia projektového tímu sú jasné. Veľmi vhodnou možnosťou je zakúpenie laserového zariadenia, s ktorým by sa docielilo odstránenie preukázaných nedostatkov. Medzi hlavné prínosy bude určite odbúranie technologických kooperácií. Zároveň by bolo veľmi vhodné ponechať súčasné zariadenie plazmového delenia, čím by bola odstránená aj nutnosť kapacitných kooperácií. Laserové zariadenie by vykonávalo činnosti, ktoré by nebolo možné vykonať aj na plazme a v prípade voľných kapacít, by mohol byť využitý

aj pri výrobkoch pálených na plazme. Takýmto krokom by sa navýšila kvalitatívna úroveň výrobkov, pri ktorých je kvalita dôležitejšia. Ostatná časť výroby by bola prenechaná plazmovému zariadeniu v jeho kapacitných možnostiach. Uskutočnením nasledovných zmien by spoločnosť XY s.r.o. nemala už žiadnu potrebu zadávania externých kooperácií. Dokonca by mohla nastať aj situácia, kedy by bola firma schopná poskytnúť čiastočné externé kooperácie pre iné spoločnosti.

11.1 Nové laserové rezacie zariadenie

Pre spoločnosť XY bolo vybrané konkrétne nové strojné zariadenie TruLaser TL 3030. Vzhľadom k snahe znižovať náklady bola vybraná aj alternatíva používaného laseru. Nákupná cena tohto laseru predstavuje len 44 300 eur a návratnosť tejto investície by bola

už po prvom roku (<http://www.exapro.cz/laserova-rezacka-trumpf-tc-l-3030-p40926052/?similar-side=1>). Ale z hľadiska funkčnosti a pravdepodobnosti porúch bola táto možnosť zamietnutá a hľadal sa nový laser.

Vybrané bolo laserové rezacie zariadenie TRUMPF TruLaser 3030. Nákupná cena laseru je 540 600 eur (459 500 eur bez DPH). V tejto cene je zahrnutý kompletný servis spoločnosťou Trumpf, od dodania, inštalácie až po školenie pracovníkov. Laser je možné dodať do 48 dní od podpísania kúpnej zmluvy. Následná inštalácia zariadenia by trvala 10 dní, ktoré zahŕňajú aj zaškolenie obsluhy. Školenie pracovníkov na program, s ktorým komunikuje laser je v trvaní 2 dní a pre dvoch zamestnancov je v cene laseru. Záručný servis je po dobu jedného roku, počas ktorého je vykonaná jedna kompletná servisná prehliadka technikom zo spoločnosti Trumpf.

V rámci zavádzania nového strojného zariadenia do prevádzky by nemali spoločnosti rásť aj iné náklady. Predvýrobné náklady nie sú potrebné, lebo výroba nebude počas inštalácie prerušovaná a nepotrebuje nábehové obdobie. Školenia pracovníkov sú v cene.

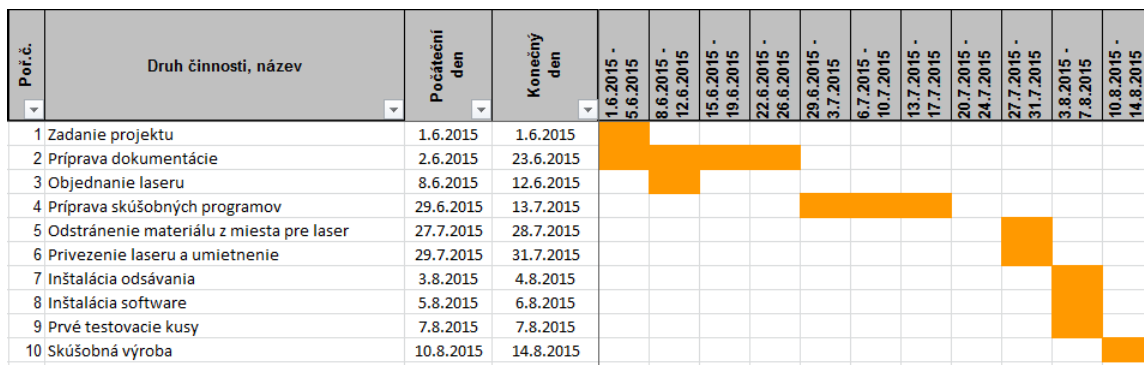
Zásoby materiálu by nemali rásť, keďže aj predtým na kooperácie bol materiál nakupovaný spoločnosťou XY a následne zasielaný do kooperujúcich spoločností.



Obrázok 36 TruLaser 3030(L20) (Internet, ©2015)

11.1.1 Harmonogram inštalácie nového lasera

Po schválení projektu by projekt zavádzania laseru mohol začať od júna tohoto roka podľa harmonogramu nižšie.



Obrázok 37 Harmonogram zavádzania laserového zariadenia (vlastné spracovanie)

11.1.2 Doba návratnosti investícií

Pre potreby projektu je nutné zistiť dobu návratnosti investícií. Doba návratnosti udáva počet rokov, ktoré sú potrebné na to, aby sa kumulované hotovostné toky od prvého roku vyrovnali investícii, teda počet rokov, po ktorý sa investícia bude vracat'.

Pri voľbe laseru TRUMATIC L 3030 priamo od výrobcu by nákupná cena bola 540 600 eur. Odpisy by predstavovali 90 100 eur (doba odpisovania 6 rokov). Ďalšie náklady vznikajú prevádzkou zariadenia – laserové plyny, spotrebné a náhradné diely, náklady na energiu.

Spomínané hodnoty sú vyčíslené mesačne a na jeden rok v tabuľke nižšie.

Tabuľka 8 Náklady na laserové zariadenie TruLaser 3030 (vlastné spracovanie)

Náklady na laser TruLaser TL 3030	Mesačné náklady	Jednotky	Ročné náklady	Jednotky
Elektrická energia	0,19	kWh	48356,14	eur
O ²	4,84	eur/m ³	1255050,72	eur
Laserové plyny	0,26	eur/h	7479,60	eur
Spotrebné. a náhr. diely	2,98	eur/h	14319,56	eur
Stlačený vzduch	2,80	eur/h	80673,60	eur
Servis	10812,00	eur/rok	10812,00	eur
Prevádzkové náklady			1416691,62	eur
Prenájom haly	3000,00	eur	36000,00	eur
Odpisy	7508,33	eur	90100,00	eur
Živnostníci	1100,00	eur/pracovník	66000,00	eur
Konštruktéri	1500,00	eur/pracovník	36000,00	eur
Materiál	650,00	m ²	16250,00	eur
Celkové náklady			1661041,62	eur

Pri výpočte výnosov počítame s cenou 4,9 eur za meter rezu laserom. Táto hodnota bola získaná z cenníku firmy, ktorá poskytuje rezanie laserom. V cene nie je započítaná cena materiálu a doprava.

Do úvahy budeme brať 4802 hodín práce zariadenia, keďže toľko hodín odpracovala plazma za minulý rok 2014. Výnosy boli vypočítané ako súčin ceny laseru a množstvo metrov, ktoré je schopný laser za daný počet hodín vypáliť.

Tabuľka 9 Návratnosť investície (vlastné spracovanie)

Výnos z laseru	1764735,00	eur
Celkové náklady	1661041,62	eur
Čistý zisk	103693,38	eur
Návratnosť	5,40	roka

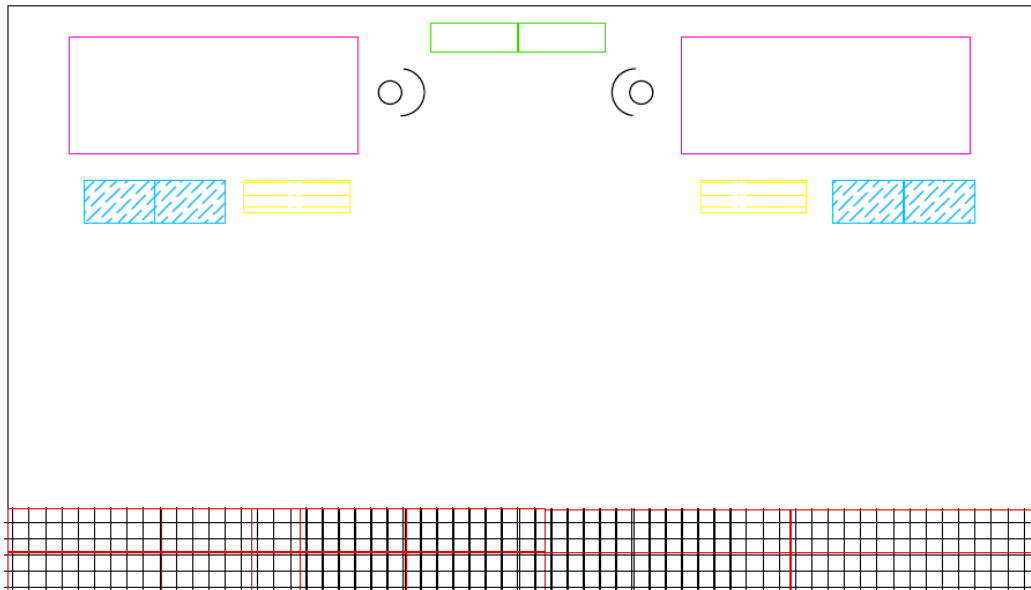
Čistý zisk za rok má vyšiel 103 693,38 eur a návratnosť investície 5,4 roka.

Tento typ laseru disponuje s automatickým podávaním plechu, čo znamená, že by nám odpadla ďalšia činnosť, ktorú musel pracovník vykonávať a mal by viac času venovať sa aj plazma, ktorá by mala vyrábať súčasne s laserom.

11.2 Zmena layoutu

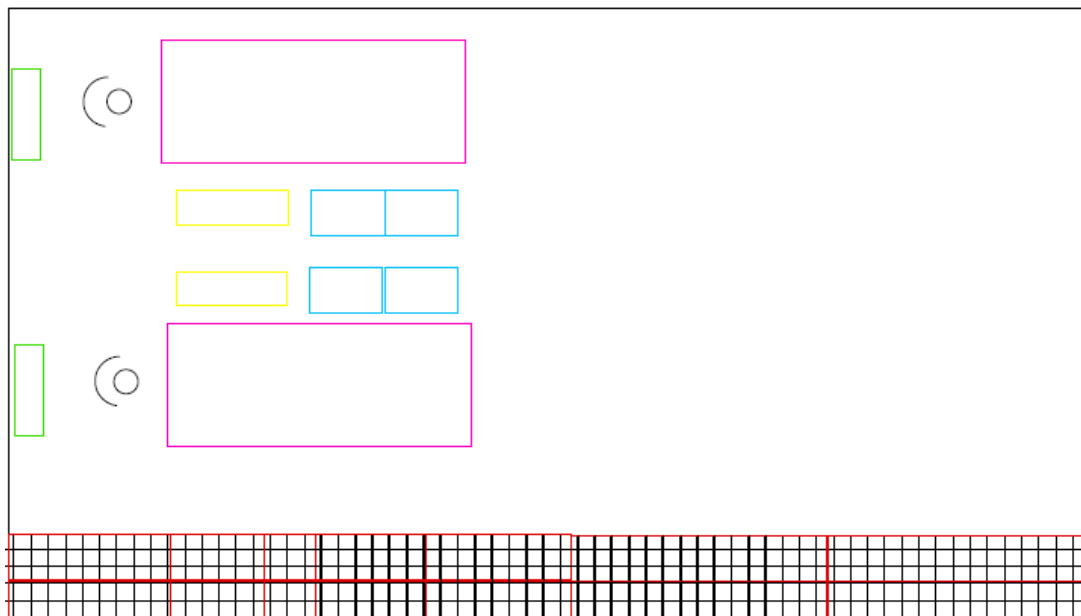
Spaghetti diagram, taktiež potvrdil nesprávnosť pracoviska, keďže už len pri jednom pálení plazmy pracovník musí behať približne 75m, čo sa v priebehu jednej zmeny veľakrát zopakuje. A preto ďalším návrhom na zmenu je aj zmena rozloženia haly, v ktorej sa nachádza daná plazma. Ale určite treba podotknúť, že táto druhá zmena je podmienená zmenou zariadenia na rezanie plechu, keďže výmenou plazmy za laser by sa odstránili externé technologické kooperácie a odbúrало následné opracovávanie vyrezaného plechu.

Najoptimálnejšiou variantou by bolo, keby sa laser nainštaluje hneď vedľa plazmy a to dvomi spôsobmi. V prvej variante by bolo potrebné otočiť aj stávajúcu plazmu o 180°, aby jeden operátor mohol obsluhovať zároveň plazmu a laser a nemusel prebiehať cez polovicu haly.



Obrázok 38 Varianta1: Návrh nového layoutu (vlastné spracovanie)

Druhou a asi aj lepšou variantov je návrh, že laser by sa nainštaloval na protiľahlú stranu k plazme. Nevznikali by náklady na presun plazmy a zároveň vzdialenosti medzi zariadeniami by neboli také veľké.



Obrázok 39 Varianta2: Návrh nového layoutu (vlastné spracovanie)

11.2.1 FMEA po zmene

Tabuľka 10 FMEA po zmene (vlastné spracovanie)

P. Č.	Strediská	Možná chyba	Možná reakcia zákazníka	V ý z n a m	Potenciálna príčina	V ý z n a m	Možnosť odhalenia chyby	V ý z n a m	R.P.N.
1	Príjem materiálu	Doručený nesprávny materiál	Okamžitá reklamácia	8	Nepozornosť pracovníka	3	Kontrola prijímaného materiálu	3	72
2		Zlá kvalita vstupného materiálu	Okamžitá reklamácia	9	Nepozornosť pracovníka	5	Kontrola prijímaného materiálu	5	225
3	Výroba	Proces nie je podľa stanovených parametrov	Nespokojnosť	1	Zanedbaná príprava výroby	4	Samotné procesy vo výrobe	5	20
4		Nekvalitný výpalok	Interné reklamácie	2	Nesprávne postupy a zariadenia	2	Vizuálna kontrola	5	20
5		Poškodenie výpalku počas opracovávaní	Reklamácie	7	Nesprávne zaobchádzanie	2	Priebežné kontroly vo výrobe	5	70
6	Montáž a balenie	Nekompletný produkt	Reklamácia od zákazníka	9	Nepozornosť zamestnanca	4	Systematizovaná práca	3	108
7	Expedícia	Zákazníkovi bol odoslaný nesprávny diel	Reklamácia od zákazníka	8	Nesprávne expedičné podklady	2	Kontrola pri nakládke	2	32

Po zaobstaraní laseru a následnej výrobe s ním, by sa znížili rizikové hodnoty, ktoré vznikali z dôvodu pálenia na plazme a chýb s ňou spojených. Po prepočítaní rizikových čísel, hodnoty klesli a sú uspokojivé. Do popredia sa dostávajú problémy s dodávateľmi a ich nekvalitným vstupným materiálom.

ZÁVER

Zvyšovanie efektívnosti podnikateľskej činnosti je cieľom každého podnikateľského subjektu. Je to možné dosiahnuť rôznymi prístupmi alebo cestami, ale predovšetkým dôsledným uplatňovaním zásady hospodárnosti. Snahou každého podniku je vyrobiť a predat' čo najväčší objem výkonov pri optimálnych – t.j. relatívne najnižších nákladoch. Každý podnik sa preto snaží hľadať a využívať možnosti znižovania nákladov. Jedným z prístupov je aj výber vhodnej technológie a výrobných zariadení.

Preto aj predmetom mojej diplomovej práce bol projekt zefektívnenia vybraného pracoviska spoločnosti XY s.r.o. Po predbežnej analýze bolo vybrané pracovisko s označením SK100 – Plazmové delenie materiálu. Dôvody pre tento konkrétny výber boli nasledovné.

Analýzou pracoviska bolo zistené, že strojné zariadenie neuspokojuje nároky výroby po stránke technologickej a ani kapacitnej. Tieto tvrdenia potvrdzovali uskutočňované kooperácie a vyťaženie stroja, ktoré predstavovalo 92,1 %. Ďalej kvalita výpalkov, ktoré museli byť najskôr opracované obsluhou plazmy, lebo otrepy, ktoré vznikali boli príliš veľké. Toto opracovávanie mohlo niekedy ešte poškodiť povrch plechu, čo znižovalo kvalitu polotovarov.

Preto ako najvhodnejšie riešenie problémov projektový tím vybral možnosť zakúpenia laserového rezacieho zariadenia. Toto zariadenie by spolupracovalo s pôvodným plazmovým zariadením, ktoré by si spoločnosť XY ponechala pre svoju stávajúcu potrebu. Týmto rozšírením by mohla aj firma rozširovať aj svoju výrobu.

Výpočet návratnosti ukázal, že pokiaľ by výroba pracovala rovnaký počet hodín ako plazma za rok 2014, investícia by sa vrátila za 5,4 roka.

Zmenou rezacieho zariadenia stúpila kvalita výrobkov, minimalizovali sa interné reklamácie, zredukovali sa činnosti na pracovisku, ktoré nepridávali hodnotu a odstránili sa dodatočné náklady na dopravu kooperácií, nekvalita spôsobená u nich.

Po skončení projektu firma prejavila záujem o výsledky práce a vyzerá, že v dohľadnej dobe by mali byť predložené návrhy realizované. Ešte sa čaká na konečné vyjadrenie koncernu, ktorý bude spoluinvestor.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

BADIRU, Adedeji Bodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

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

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2004, 101 s. ISBN 8090353304.

SALVENDY, Gavriel. *Handbook of industrial engineering*. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 3 sv. ISBN 978-0-470-24182-0.

SHINGŌ, Shigeo. *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Rev. ed. Boca Raton: CRC Press, c2005, xxxiv, 257 s. ISBN 978-0-915299-17-1.

SMITH, K. G. – CARROLL, S. J. – ASHFORD, S. J. 1995. *Intra- and interorganizational cooperation: towards a research agenda*. In *Academy of Management Journal*, 1995, Vol. 38, No. 1, s. 7-23

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

WOMACK, James, Daniel JONES a Daniel ROSS. *THE MACHINE THAT CHANGED THE WORLD*. Massachusetts Institute of Technology: Simon and Schuster, 1990. ISBN 9780892563500.

Internetové zdroje:

ANDRÝSEK, Leoš. INVENTIO CONSULTING S.R.O. *Možnosti zvyšování celkové efektivity zařízení*. Kolín, 2008. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/1922734/#>

BREZÁNI, Jaroslav. Tribotechnika. *Technologické hľadiská delenia materiálov plazmovým a laserovým lúčom* [online]. 2012, č. 4 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-42012/technologicke-hladiska-delenia-materialov-plazmovym-a-laserovym-lucom.html>

CEZ (OEE). In: BOLEDOVIČ, Ľudovít. *IPA Slovakia* [online]. 2007 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/cez-oee>

Finstat [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://finstat.sk/36323985>

Interné materiály Spoločnosti XY s.r.o. Dubnica nad Váhom, 2015.

KRATOCHVÍL, PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, A. S. *Rezanie plazmou*. MatNet [online]. 2006 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=374>

KUČERÁK, Dušan. *Projektovanie výrobných systémov*. IPA Slovakia [online]. 2007 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/projektovanie-vyrobných-systemov>

Laserové řezání: volba a vlastnosti asistenčních plynů. *Technik: technickyportal.cz* [online]. 2014, č. 12 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv-technik/laserove-rezani-volba-a-vlastnosti-asistencnich-plynu_28272.html

Mapování procesů / Procesní analýza. API - Akademie produktivity a inovací [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68260.mapovani-procesu-procesni-analyza/>

OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE. PATOČKA, Miroslav. *Mescentrum.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/kontakty/90-mes/clanky/mes-mom/133-oee>

OEE Calculation. *OEE Industry Standard* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://oeeindustrystandard.oeefoundation.org/oee-calculation/>

OEE. *Leanproduction.com* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.leanproduction.com/oee.html>

Optimalizace pracoviště. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68401.optimalizace-pracoviste/>

PALKOVÁ, Slavomila, Beáta BÍLEKOVÁ a Peter BÍLEK. Optimalizácia plánovania výroby v malej strojárskkej firme [online]. 2008 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: https://www.sjf.tuke.sk/kpiam/TaIPvPP/2008/index.files/Priemyselne_inzinierstvo/palkova-bilekova-bilek.pdf

PERŽEL, Vincent. *Technicko-ekonomické porovnanie rôznych spôsobov delenia materiálov a vhodnosť ich použitia v priemysle*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2013. Dostupné z: http://www.tvp.zcu.cz/cd/2013/PDF_sbornik/53.pdf

Plazma, autogen a laser. *T+T Technika a trh* [online]. 2010, 11.1.2010 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.technikaatrh.cz/aktuality/plazma-autogen-a-laser>

Plýtvání. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>

Projektovanie "štíhlych" pracovísk hybridnej montáže. In: LEŠKOVÁ. *Transfer inovácií* [online]. 2004 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/7-2004/pdf/47-49.pdf>

Rezanie laserom. *AZETA* [online]. 2011 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.azeta.sk/rezanie-laserom/>

Rezanie plazmou. *MicroStep spol. s r.o.* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: http://www.microstep.sk/produkty/technologie/rezanie_plazmou/

Rezanie Plazmou. *PRM, s.r.o* [online]. 2012 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.pmr.sk/spracovanie-plechu/rezanie-plazmou/>

Štíhlá výroba. *Lean Experts* [online]. 2014 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.leanexperts.cz/lean-sluzby/stihla-vyroba/>

Štíhlá výroba. *API - Akadémia produktivity a inovací* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>

Štíhle pracovisko. KRIŠŤAK, Jozef. *IPA Slovakia* [online]. 2007 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/stihle-pracovisko>

Výhody a nedostatky technológií delenia kyslíkom, plazmou a laserom v praxi. *Strojárstvo/Strojrenství* [online]. 2010 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.engineering.sk/index.php/clanky2/stroje-a-technologie/785-vyhody-a-nedostatky-technologie-delenia-kyslikom-plazmou-a-laserom-v-praxi>

Všeobecná strojárská s.r.o. [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.vs-laser.sk/index.html>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
OEE	Overall Equipment Effectiveness – Celková efektivita zariadenia
s.r.o.	Spoločnosť s ručením obmedzeným
TEEP	Total Effective Equipment Productivity
THP	Technicko-hospodársky pracovníci
TPV	Technická príprava výroby

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Kruh trvalého rozvoja produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 93).....	14
Obrázok 2 Programy priemyselného inžinierstva pre internú oblasť (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95)	15
Obrázok 3 Metódy priemyselného inžinierstva (Košturiak, 2006, s.23).....	17
Obrázok 4 Ukážka procesnej analýzy (API, ©2015).....	19
Obrázok 5 OEE (Boledovič, 2007).....	22
Obrázok 6 Postup pre výpočet OEE (Boledovič, 2007).....	23
Obrázok 7 Výrobný systém včera a dnes (IPA Slovakia, ©2015)	28
Obrázok 8 Schéma utvárania produktu (Tomek, 2014, s. 27)	30
Obrázok 9 Fázové usporiadanie výroby (Tomek, 2014, s. 28).....	31
Obrázok 10 Sídlo spoločnosti XY v Dubnici nad Váhom (vlastné spracovanie).....	38
Obrázok 11 Rozloženie budov spoločnosti XY, s.r.o. (vlastné spracovanie).....	39
Obrázok 12 Vývoj tržieb (Finstat, ©2015).....	40
Obrázok 13 Vývoj aktív v rokoch (Finstat, ©2015).....	40
Obrázok 14 Vývoj pasív v rokoch (Finstat, ©2015).....	41
Obrázok 15 Expedícia (vlastné spracovanie).....	42
Obrázok 16 SWOT analýza (vlastné spracovanie).....	45
Obrázok 17 Ukážka vstupného materiálu (Interné materiály, ©2015).....	46
Obrázok 18 Návrh palivovej nádrže (Interné materiály, ©2015).....	47
Obrázok 19 Layout výroby v budove s administratívnymi priestormi (Interné materiály, ©2015).....	48
Obrázok 20 Layout budovy s pracoviskom plazmy (Interné materiály, ©2015).....	48
Obrázok 21 ABC analýza (vlastné spracovanie)	52
Obrázok 22 Ukážka balenia nádrže (Interné materiály, ©2015)	55
Obrázok 23 Procesná analýza výroby vzorovej nádrže (vlastné spracovanie).....	57
Obrázok 24 Procesná analýza produktu (vlastné spracovanie)	58
Obrázok 25 Riziková analýza projektu (vlastné spracovanie).....	61
Obrázok 26 Harmonogram projektu (vlastné spracovanie).....	61
Obrázok 27 Pracovisko plazmového delenia materiálu (vlastné spracovanie).....	62
Obrázok 28 Layout pracoviska plazmy SK100 (Interné materiály, ©2015).....	63
Obrázok 29 Prostredie pracoviska (vlastné spracovanie).....	64
Obrázok 30 Zriadený sklad na druhej strane pracoviska plazmy (vlastné spracovanie).....	64

Obrázok 31 Snímka pracovného dňa operátora (vlastné spracovanie).....	65
Obrázok 32 Snímka pracovného dňa stroja (vlastné spracovanie).....	66
Obrázok 33 Spaghetti diagram súčasného pracoviska plazmy (vlastné spracovanie).....	67
Obrázok 34 Presnosť rezu v závislosti od hrúbky plechu (Výhody a nedostatky technológií delenia kyslíkom, plazmou a laserom v praxi, 2010).....	71
Obrázok 35 Porovnanie kvality rezaných plôch pri plazme a lasery (Brezáni, 2012).....	76
Obrázok 36 TruLaser 3030(L20) (Internet, ©2015).....	78
Obrázok 37 Harmonogram zavádzania laserového zariadenia (vlastné spracovanie).....	79
Obrázok 38 Varianta1: Návrh nového layoutu (vlastné spracovanie).....	81
Obrázok 39 Varianta2: Návrh nového layoutu (vlastné spracovanie).....	81

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Vzťah medzi OEE a plytvaním (Andrýsek, 2008).....	25
Tabuľka 2 Výhody kooperácií a vlastnej výroby (Palková, 2008).....	36
Tabuľka 3 Vývoj zamestnancov od roku 2009 do 2014 (vlastné spracovanie).....	42
Tabuľka 4 Strojné vybavenie spoločnosti (vlastné spracovanie)	49
Tabuľka 5 FMEA súčasného stavu (vlastné spracovanie).....	59
Tabuľka 6 Rezné rýchlosti plazmy (Interné materiály, ©2015).....	63
Tabuľka 7 Kooperácie za rok 2014 (vlastné spracovanie)	69
Tabuľka 8 Náklady na laserové zariadenie TruLaser 3030 (vlastné spracovanie).....	79
Tabuľka 9 Návratnosť investície (vlastné spracovanie)	80
Tabuľka 10 FMEA po zmene (vlastné spracovanie)	82

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha P I: Páliaci výkres

Príloha P II: Zvárací výkres

Príloha P III: Montážny výkres



PRÍLOHA P I: PÁLIACI VÝKRES



COLUMBUS
V5.20

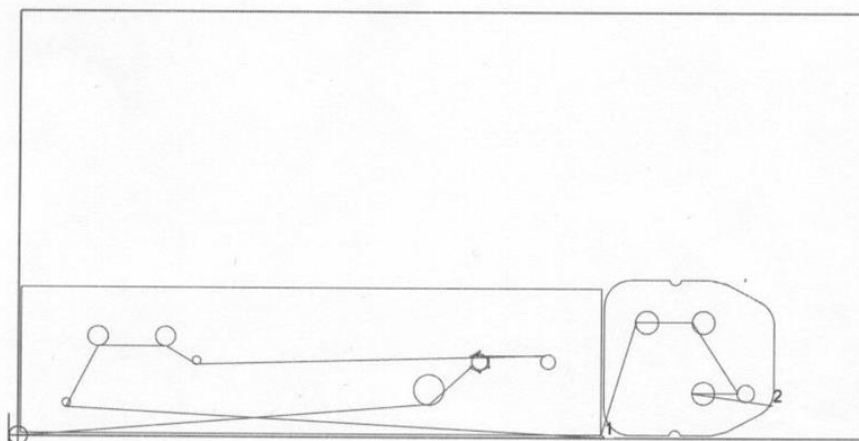
Partslist

date: 2.09.2014, 09:52

		ID Partslist	To nest	Done	Deliver date	ID shape	1.Classificatic	2.Classificatic	Area [m²]	Length [mm]	Width [mm]
1		>	1	1	6/2/2013	130206 4-127300 Pos_1 upraveny	PS	7,9min	1.0317	2044	516
2		>	1	1	2/9/2014	140902 4-127300 Poz 03 upraveny			0.2856	602	548

Layout

layout id: 4-127300



sheet id: #

material: AlMg3

dimension: 3000.0*1500.0* 3.00 mm

Copies: 1

nc id: 4-127300

machine: M-1

cuttingparameter macro:
Scaling 1:21.633

Page 1

PRÍLOHA P II: ZVÁRACÍ VÝKRES

