

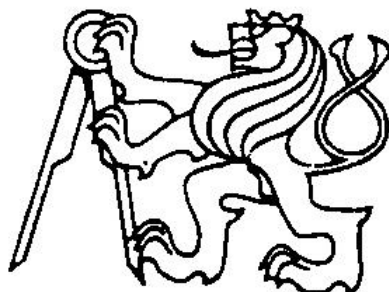
České vysoké učení technické v Praze

Fakulta strojní

Bakalářský studijní program: Výroba a ekonomika ve strojírenství

Studijní obor: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Bakalářská práce



Optimalizace výroby dopravního značení

Stanislav Trajer

Vedoucí práce: prof. Ing. Jan Mádl CSc.

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Praha 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou / diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, software atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne

Stanislav Trajer

.....

Anotace

Cílem této bakalářské práce je shrnout a posoudit zejména ekonomickou stránku celého výrobního procesu svislého dopravního značení ve společnosti Reno Šumava a.s.. Dále si dává za cíl navrhnout technicko-ekonomická opatření pro zvýšení efektivity výroby a větší konkurenceschopnosti na trhu.

Annotation

The aim of this bachelor thesis is to summarize and assess in particular the economic side of the whole manufacturing process of the vertical traffic signs in the company Reno Šumava a.s. Further aims to suggest a technical - economic measures for increasing production efficiency and greater market competitiveness.

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod | 3 |
| 2 | Rozbor současného stavu výroby | 3 |
| 2.1 | Technický popis výrobku | 3 |
| 2.2 | Technický popis výroby | 7 |
| 2.2.1 | Pracoviště vypalování | 7 |
| 2.2.2 | Pracoviště lisování | 8 |
| 2.2.3 | Pracoviště lemování | 8 |
| 2.3 | Rozbor ekonomiky výroby | 9 |
| 2.3.1 | Rozbor nákladů na materiál | 10 |
| 2.3.2 | Rozbor nákladů na energie | 11 |
| 2.3.3 | Rozbor nákladů na zaměstnance | 12 |
| 2.3.4 | Rozbor nákladů na strojní vybavení | 18 |
| 2.3.5 | Výsledný výpočet přímých nákladů na 1 ks svislé dopravní značky | 18 |
| 2.3.6 | Rozbor spotřeby času u obou zaměstnanců | 18 |
| 2.3.7 | Rozbor spotřeby času dle produktivity | 19 |
| 3 | Návrh technických opatření | 20 |
| 3.1 | Zefektivnění využití výrobního závodu | 20 |
| 3.2 | Zefektivnění činnosti vrtání | 20 |
| 3.3 | Zefektivnění manipulace s plechovými tabulemi | 20 |
| 4 | Optimalizace výroby z hlediska nákladů | 21 |
| 4.1 | Zvýšení počtu vyráběných kusů v jedné dávce | 21 |
| 4.2 | Nákup výrobního materiálu ve větším množství | 21 |
| 4.3 | Odstranění neproduktivního času u zaměstnanců | 22 |
| 5 | Zhodnocení | 22 |
| 5.1 | Optimalizace technickými opatřeními | 22 |
| 5.2 | Optimalizace zvýšením efektivity práce | 22 |

| | | |
|---|---|----|
| 6 | Celkový přínos uvedených opatření | 23 |
| 7 | Seznam použité literatury | 24 |
| 8 | Seznam použitých obrázků | 25 |
| 9 | Přehled tabulek a grafů | 26 |

1 Úvod

Hlavní činností společnosti Reno Šumava a.s. jsou dopravní stavby včetně svíslého i vodorovného dopravního značení. V rámci realizace projektu podpořeného z Evropského fondu pro regionální rozvoj firma získala podporu na spolufinancování rekonstrukce zázemí společnosti a zavedení nové výroby. Jelikož firma měla zkušenosti s dodávkou a instalací svíslého i vodorovného dopravního značení rozhodla se svojí činnost rozšířit o vlastní výrobu. Konkurence v tomto segmentu je velmi silná a i vzhledem k využití nově vyrobeného dopravního značení ve vlastních projektech je ekonomická bilance produkce nevyhovující.

2 Rozbor současného stavu výroby

Po zavedení zkušební výroby a odstranění počátečních problémů bylo zjištěno, že aktuální efektivita výrobního procesu je na velmi nízké úrovni a celý proces vyžaduje výraznou optimalizaci, zejména snížení nákladů na zaměstnance a materiál vztažené nebo přepočtené na výrobu jednoho kusu dopravní značky. Analýza a odstranění problémů již ve zkušební fázi výroby ušetří společnosti v budoucnu nemalé finanční prostředky.

2.1 Technický popis výrobku

Společnost Reno Šumava a.s. se rozhodla pro výrobu veškerých typů svíslého dopravního značení. Vzhledem k počtu druhů výrobků se práce zaměří jen na základní velikosti a tvary. V níže uvedené tabulce č. 1 jsou stanoveny základní vnější rozměry v [mm].

| Velikost | Trojúhelník | Kruh | Čtverec | Obdelník | Osmiúhelník |
|-----------------|--------------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Zmenšená - 1 | 700 | 500 | - | - | - |
| Základní - 2 | 900 | 700 | 500 | 500 x 700 | 700 |
| Zvětšená - 3 | 1250 | 900 | 750 | Dle VI.6.1 | 900 |

Tab. č. 1 – Tabulka základních velikostí a tvarů dopravních značek s uvedenými rozměry

Těmito rozměry jsou myšleny velikosti činných ploch značek. Od těchto velikostí jsou dále odvozeny značky zvětšené – velikost 3 a zmenšené – velikost 1.

Značky se zvětšenou velikostí se používají na dálnicích, rychlostních komunikacích a komunikacích I. třídy. Dále jsou instalovány na pozemních komunikacích, které jsou dopravně významné a jsou součástí ucelených dopravních tahů.

Značky se základní velikostí jsou osazovány na silnicích I. a II. třídy, dále na vybraných (dopravně významnějších) silnicích II. třídy, rovněž pak na místních komunikacích s vyšším dopravním významem.

Na silnicích III. třídy, místních a účelových komunikacích se instalují značky zmenšené.

Tato práce bude zaměřena na základní sortiment, tj. základní velikost, která je výše uvedena v tabulce. Jedná se o nejvíce vyráběný a instalovaný druh svislého dopravního značení, je mu tedy věnována největší pozornost.

Na obrázku č. 1 jsou vyobrazeny nejvíce používané tvary značek instalovaných podél silničních komunikací a právě proto je vhodné výrobu směřovat právě k těmto tvarům. Hrubý technický popis těchto základních a nejčastěji osazovaných značek je:

- čtverec s délkou hrany 500 mm, instalované vodorovně i též na koso
- trojúhelník s délkou strany 900 mm, instalované dle potřeby (na obrázku P01, P04 a P05 s dodatkovou značkou)
- kruh o průměru 700 mm



Obr. č. 1 – Nejpoužívanější tvary dopravních značek

Dále jsou velmi frekventované obdélníkové informativní značky s rozměry 500 x 700 mm (Obr. č. 2).



Obr. č. 2 – Frekventované obdélníkové informativní značky

Štít samotné dopravní značky můžeme označit jako dvěma ohyby opatřený polotovar z pozinkovaného plechu. Dvojnásobný ohyb je v provedení 20 mm a 5 mm. Ze zadní strany je štít opatřen lištami pro upevnění značky. Výrobu jednotlivých typů značek z obrázku č. 1 si můžeme představit jako variabilní kombinaci tvarů bez polepu reflexní folií, viz obrázek č. 3, kde můžeme vidět obdélníkový štít dopravní značky se základním rozměrem 300 x 700 mm s rádiusem R40. Na obrázku č. 3 vlevo je vyfocena viditelná plocha štítu, která je před finální montáží opatřena reflexní folií s patřičnou symbolikou. Vpravo jsou vyobrazeny AL lišty pro upevnění objímek pro následnou montáž ke sloupku.



Obr. č. 3 – Štít dopravní značky bez reflexních polepů s lištami pro upevnění

Dvojitý ohyb štítu značky je zachycen na obrázku č. 4. První ohyb o výšce 20 mm je vyroben tažníkem a tažnicí uchycených na lisu. Rádus ohybu je R6. Druhý ohyb se dělá dvěma kladkami, jeho finální rádus je R4 s výškou lemu 5 mm.



Obr. č. 4 – Štít dopravní značky s dvojitým ohybem

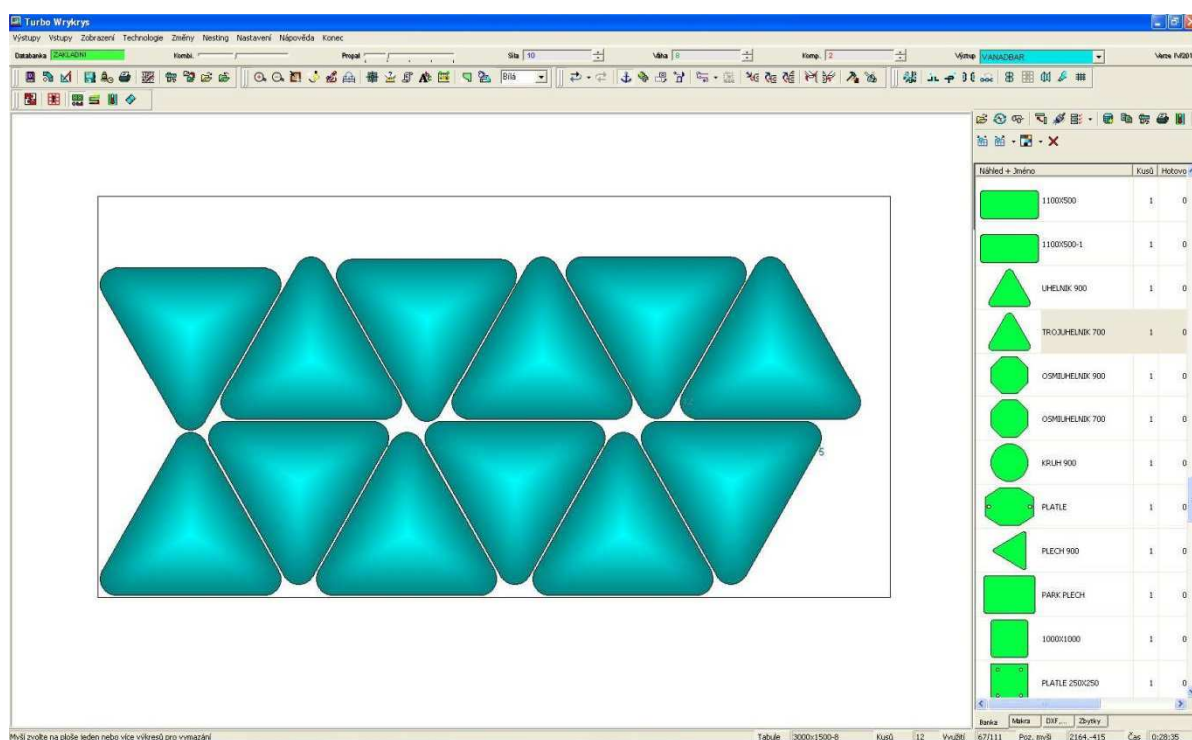
Postup výroby lemů na štítu jednotlivých tvarů dopravních značek je identický. Celá výrobní řada je zhotovována na totožných strojích v jediné výrobní hale.

2.2 Technický popis výroby

Jeden výpalek trojúhelníkového tvaru z obrázku č. 5 má hmotnost cca 3 kg a mezi jednotlivými pracovišti je přemísťován ručně. Pracoviště vypalování, lisování a obrubování jsou těsně vedle sebe, tudíž manipulace s polotovary nepřináší výraznější problémy ani nežádoucí časové prodlevy.

2.2.1 Pracoviště vypalování

Štít dopravní značky se začíná vyrábět vypalováním jednotlivých tvarů na plazmovém CNC vypalovacím stroji. Na tomto stanovišti je z pozinkovaného ocelového plechu jedním hořákem vypalována sestava štítů. Příkladné rozestavení polotovarů můžeme vidět na obrázku č. 5.



Obr. 5 – Ideální rozložení polotovarů na pozinkovaném plechu k vypálení

Velikost plechových tabulí pro vypalování jednotlivých štítů je 3 000 x 1 500 mm.



Obr. 6 – Pracoviště vypalování - Plazmový CNC vypalovací stroj

2.2.2 Pracoviště lisování

Na tomto pracovišti je sestavou tažníku a tažnice vytvořen prostorový výlisek (první ohyb) s vnějším rádiusem rohu R40 a při hraně R6.



Obr. 7 - Pracoviště lisování – Hydraulický lis osazený tažníkem a tažnicí

2.2.3 Pracoviště lemování

Na tomto pracovišti je pomocí lemovacího stroje vytvořen druhý ohyb dvěma kladkami.



Obr. 8 - Pracoviště lemování

Po operacích na těchto pracovištích, kde výrobek dělením a tvářením materiálu získal finální tvar, přechází na další pracoviště k montáži AL lišty pro uchycení značky ke sloupku.

Svařovacím agregátem jsou přivařeny svorníky s měděnou povrchovou úpravou na zadní stranu štítu. Před přišroubováním jsou AL lišty děleny na požadované délky dle rozměrů každého štítu. Dělení úchytových lišt se provádí na pásové pile z hliníkové profilové tyče o délce 6 m, kde jsou řezány po osmi kusech naráz. Nařezané AL lišty jsou poté navrtány na stolní vrtačce. Počet a rozteč děr stanovuje výkresová dokumentace. Značky různých rozměrů mají rozdílné délky lišt a tedy i adekvátní počet děr.

Finální montáž AL profilovaných lišt na štít dopravní značky se provádí samojistnými maticemi M6 pomocí elektrického utahováku.

2.3 Rozbor ekonomiky výroby

Společnost Reno Šumava a.s. se v rámci realizace projektu na vlastní produkci dopravních značek rozhodla pro formu malosériového výrobního procesu. Tento postup byl zvolen s přihlédnutím k možnostem strojního vybavení a velikosti výrobní haly. Zohledněn byl též odbyt resp. spotřeba značek pro realizaci jednotlivých

zakázek. Do doby vlastní produkce společnost veškeré svislé dopravní značení nakupovala od jiných výrobců a tyto produkty formou subdodávky přeprodovala konečným zákazníkům. Postavením výrobní haly společnost doplnila tuto činnost do svého portfolia a stala se s ohledem na celkovou realizaci projektů soběstačnou.

Sériovost výroby byla odvozena od požadavků dodávek dopravního značení na jednotlivé stavby, respektive zakázky. Jelikož bylo nežádoucí vyrábět tzv. na sklad, byly stanoveny výrobní série v řádech desítek až stovek kusů v jedné výrobní dávce. *Proto, aby bylo možné uvažovat nad výrobním procesem, je nutné udělat si přesnější představu o struktuře jeho nákladu.* ¹⁾ Pro detailní vyčíslení výrobních nákladů na materiál, zaměstnance a energie k výrobě byla provedena detailní analýza vzorové série 52 ks štítů pro čtvercové dopravní značky 500 x 500 mm.

2.3.1 Rozbor nákladů na materiál

Jednotlivé náklady na materiál:

- tabule žárově zinkovaného plechu válcovaného za studena DX51D o tloušťce 1 mm a rozměrech 3 000 x 1 500 mm, hmotnost jednoho kusu cca 46 kg
- navařovací svorníky 6 ks
- AL lišty 6 m
- samojistná matice M6
- sestava plazmového hořáku, životnost 700 m řezu u plechu 1 mm
- teflonový sprej pro lisování

¹⁾ Mádl J., Kvasnička I., Optimalizace obráběcího procesu, ČVUT, 1998

Náklady na materiál k výrobě 52 ks

| Název | množství | cena za jednotku | cena bez DPH |
|---------------------------|----------|------------------|-------------------|
| Plechové tabule | 5,2 ks | 701 Kč | 3 645,2 Kč |
| Al lišty | 5 ks | 467 Kč | 2 335,0 Kč |
| Matice | 6 ks | 0,157 Kč | 0,9 Kč |
| Svorník navařovací | 6 ks | 0,713 Kč | 4,3 Kč |
| Sestava plazmového hořáku | 1 ks | 309 Kč | 309,0 Kč |
| Teflonový sprej | 1 ks | 250 Kč | 250,0 Kč |
| Celkem | | | 6 544,4 Kč |
| Náklad na 1ks | | | 125,8 Kč |

Tab. č. 2 – Náklady na materiál pro výrobu zkušební série 52 ks

2.3.2 Rozbor nákladů na energii

Vyčíslení spotřeby elektrické energie na provoz strojů potřebné pro výrobu zkušební dávky 52 ks:

| Stroj | příkon v kW | doba chodu v hod | spotřeba v kWh | cena za kWh | cena bez DPH |
|-----------------------------------|-------------|------------------|----------------|-------------|------------------|
| Plazmový CNC řezací stroj | 13,5 | 1,21 | 16,335 | 3,8 Kč | 62,07 Kč |
| Hydraulický lis na tváření plechů | 11 | 1,73 | 19,03 | 3,8 Kč | 72,31 Kč |
| Lemovací stroj | 1,1 | 1,02 | 1,122 | 3,8 Kč | 4,26 Kč |
| Bodovací svářečka | 0,9 | 0,65 | 0,585 | 3,8 Kč | 2,22 Kč |
| Stolní vrtačka | 1,1 | 0,78 | 0,858 | 3,8 Kč | 3,26 Kč |
| Pásová pila | 0,65 | 0,77 | 0,5005 | 3,8 Kč | 1,90 Kč |
| Celkem | | | | | 146,04 Kč |
| Náklad na 1ks | | | | | 2,81 Kč |

Tab. č. 3 – Vyčíslení nákladů na el. energii pro provoz strojů

Náklady na vytápění haly na výrobu svislého dopravního značení jsou vyčísleny dle informace od vedení společnosti podílem počtu topných jednotek v oddělení výroby dopravního značení ku celkovému počtu jednotek ve firmě. Tento poměr je roven 1/7, tedy náklady na vytápění celého závodu plynem jsou $102\,618 / 7 = 14\,660$ Kč/rok děleno 12ti měsíci = 1 222 Kč/měsíc. Doba výroby zkušební dávky zabrala 2 pracovní dny, počítáme-li průměrný počet pracovních dnů v měsíci (=21dní). Náklady na vytápění dílny nám poté vychází $1\,222 / 21$ krát 2 výrobní dny = 116,40 Kč na dávku 52 ks = 2, 24 Kč / ks bez DPH.

2.3.3 Rozbor nákladů na zaměstnance

Pro přesné vyčíslení nákladů společnosti na zaměstnance k výrobě vzorové série 52ks značek bylo provedeno dvoudenní nerušené sledování práce dvou zaměstnanců pracujících na zakázce. Měření též zahrnovalo spotřeby časů, produktivních i neproduktivních, v průběhu osmi hodinové pracovní doby.

Snímky pracovních dnů byly vytvořeny v podmínkách dané výrobní procedury. Čas spotřebovaný pro výrobu zkušební dávky monitoroval celkovou pracovní činnost dvou zaměstnanců v průběhu dvou pracovních směn a zahrnuje celkem 20 h a 9 min práce zaměstnanců. Čas byl zaznamenán bez zákonem zaručených přestávek na oběd a byl rozdělen do čtyř směn celkem dvou pracovníků. Každý snímek pracovního dne odpovídá jedné směně.

| Pracovní směna č. 1 zaměstnance č. 1 | | | | |
|---|----------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| poř. č. | časový postup | čas jednotl. v min. | symbol času | název spotřeby času |
| 1 | 6:00:00 | | | Začátek pozorování |
| 2 | 6:15:00 | 0:15:00 | TD | Rozcvička |
| 3 | 6:47:00 | 0:32:00 | TB1 | Demontáž původní tažnice |
| 4 | 6:52:00 | 0:05:00 | TD | Odpočinek |
| 5 | 7:00:00 | 0:08:00 | TB1 | Demontáž původního tažníku |
| 6 | 7:20:00 | 0:20:00 | TC1 | Úklid původního tažníku |
| 7 | 7:22:00 | 0:02:00 | TD | Osobní hovor(mobil) |
| 8 | 7:35:00 | 0:13:00 | TB1 | Sestavování tažníku |
| 9 | 7:45:00 | 0:10:00 | TA1 | Oprava sestavy tažníku |
| 10 | 7:49:00 | 0:04:00 | TB1 | Dokončení sestavy tažníku |
| 11 | 7:54:00 | 0:05:00 | TB1 | Příprava montáže tažnice |
| 12 | 8:19:00 | 0:25:00 | TB1 | Montáž vyhazovače |
| 13 | 8:22:00 | 0:03:00 | TB1 | Zkouška lisu |
| 14 | 8:32:00 | 0:10:00 | TB1 | Příprava CNC programu pro řezání |
| 15 | 8:48:00 | 0:16:00 | TE | Řešení uchycení přídržovačů |
| 16 | 8:51:00 | 0:03:00 | TB1 | Mazání přídržovačů - došel mazací tuk |
| 17 | 9:00:00 | 0:09:00 | TE | Doplňování tuku + domazání |
| 18 | 9:20:00 | 0:20:00 | TB1 | Montáž přídržovačů |
| 19 | 9:25:00 | 0:05:00 | TB1 | Seřizování přídržovačů |
| 20 | 9:30:00 | 0:05:00 | TB1 | Očistění a namazání sestavy |
| 21 | 10:12:00 | 0:42:00 | TE | Řešení kvality výlisků |
| 22 | 10:39:00 | 0:27:00 | T1 | Řezání plazmou |
| 23 | 10:48:00 | 0:09:00 | T1 | Začátek lisování |
| 24 | 10:51:00 | 0:03:00 | T3 | WC |
| 25 | 10:53:00 | 0:02:00 | T1 | Lisování |
| 26 | 10:55:00 | 0:02:00 | TB1 | Nástřik teflonem |
| 27 | 10:58:00 | 0:03:00 | TD | Diskuze |
| 28 | 11:46:00 | 0:48:00 | T2 | Oběd |
| 29 | 12:10:00 | 0:24:00 | T1 | Řezání plazmou |
| 30 | 12:14:00 | 0:04:00 | T1 | Řezání plazmou (4ks) |
| 31 | 12:18:00 | 0:04:00 | TA1 | Manipulace |
| 32 | 12:26:00 | 0:08:00 | T1 | Řezání plazmou |
| 33 | 12:37:00 | 0:11:00 | TA1 | Manipulace |
| 34 | 12:48:00 | 0:11:00 | T1 | Řezání |
| 35 | 12:55:00 | 0:07:00 | TA1 | Manipulace |
| 36 | 12:55:00 | 0:00:00 | | Ukončení práce na zakázce |
| Celková délka směny | | 6:07:00 | | |

Tab. č. 4 - Směna č. 1 zaměstnance č. 1

| Pracovní směna č.2 zaměstnance č.1 | | | | |
|---|----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|
| poř. č. | časový postup | čas jednotl. v min. | symbol času | název spotřeby času |
| 1 | 6:00:00 | | | Začátek pozorování |
| 2 | 6:15:00 | 0:15:00 | TD | Warm UP |
| 3 | 6:18:00 | 0:03:00 | TB1 | Nastavení štítkovačky |
| 4 | 6:46:00 | 0:28:00 | TC1 | Prostoj, úklid |
| 5 | 6:48:00 | 0:02:00 | T1 | Ostřihování |
| 6 | 6:50:00 | 0:02:00 | TD | Telefon (mobil) |
| 7 | 6:57:00 | 0:07:00 | TD | Svačina |
| 8 | 7:03:00 | 0:06:00 | T1 | Ostřihování |
| 9 | 7:09:00 | 0:06:00 | TA1 | Manipulace |
| 10 | 7:19:00 | 0:10:00 | TB1 | Příprava obrubovacího stroje |
| 11 | 7:25:00 | 0:06:00 | TD | Odchod do kanceláře |
| 12 | 7:30:00 | 0:05:00 | T1 | Lemování |
| 13 | 7:35:00 | 0:05:00 | TD | Diskuze |
| 14 | 7:50:00 | 0:15:00 | T1 | Lemování |
| 15 | 8:01:00 | 0:11:00 | T1 | Ostřihování |
| 16 | 8:03:00 | 0:02:00 | TA1 | Manipulace |
| 17 | 8:25:00 | 0:22:00 | TD | Odchod pro vodu na kávu |
| 18 | 8:25:00 | 0:00:00 | | Konec práce na dodávce |
| Celková délka směny | | 2:25:00 | | |

Tab. č. 5 - Směna č. 1 zaměstnance č. 2

| Pracovní směna č.1 zaměstnance č.2 | | | | |
|---|----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|
| poř. č. | časový postup | čas jednotl. v min. | symbol času | název spotřeby času |
| 1 | 8:00:00 | | | |
| 2 | 8:05:00 | 0:05:00 | TA1 | Manipulace s lištami |
| 3 | 8:07:00 | 0:02:00 | TB1 | Náhled do dokumentace |
| 4 | 8:10:00 | 0:03:00 | T1 | Zařezání čela na lištách |
| 5 | 8:13:00 | 0:03:00 | T1 | Řezání lišt 1.dávka |
| 6 | 8:16:00 | 0:03:00 | TA1 | Manipulace s lištami |
| 7 | 8:19:00 | 0:03:00 | T1 | Řezání lišt 2.dávka |
| 8 | 8:59:00 | 0:40:00 | T1 | Řezání lišt |
| 9 | 9:15:00 | 0:16:00 | TB1 | Montáž přídržovačů |
| 10 | 9:23:00 | 0:08:00 | TE | Úprava přídržovače |
| 11 | 9:25:00 | 0:02:00 | T1 | Vrtání |
| 12 | 9:31:00 | 0:06:00 | TB1 | Příprava bodování |
| 13 | 9:37:00 | 0:06:00 | T3 | WC |
| 14 | 9:40:00 | 0:03:00 | TB1 | Příprava materiálu k vrtání |
| 15 | 10:12:00 | 0:32:00 | TD | Přestávka |
| 16 | 10:57:00 | 0:45:00 | T1 | Vrtání |
| 17 | 11:00:00 | 0:03:00 | TC1 | Úklid |
| 18 | 11:30:00 | 0:30:00 | T2 | Oběd |
| 19 | 12:00:00 | 0:30:00 | TD | Diskuze |
| 20 | 12:19:00 | 0:19:00 | T1 | Řezání plazmou |
| 21 | 12:47:00 | 0:28:00 | TA1 | Manipulace s výpalky celkem |
| 22 | 13:17:00 | 0:30:00 | T1 | Lisování |
| 23 | 13:42:00 | 0:25:00 | TA1 | Manipulace s výpalky celkem |
| 24 | 14:01:00 | 0:19:00 | T1 | Řezání plazmou celkem |
| 25 | 14:12:00 | 0:11:00 | TC1 | Úklid po řezání |
| 26 | 14:19:00 | 0:07:00 | TA1 | Čistění lisu smirkem + tefon |
| 27 | 14:26:00 | 0:07:00 | T1 | Lisování |
| 28 | 14:26:00 | 0:00:00 | | Konec směny |
| Celková délka směny | | 5:56:00 | | |

Tab. č. 6 - Směna č. 2 zaměstnance č. 1

| Pracovní směna č.2 zaměstnance č.2 | | | | |
|---|----------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| poř. č. | časový postup | čas jednotl. v min. | symbol času | název spotřeby času |
| 1 | 6:00:00 | | | |
| 2 | 6:15:00 | 0:15:00 | TD | Warm UP |
| 3 | 6:28:00 | 0:13:00 | TB1 | Zapnutí lisu |
| 4 | 6:53:00 | 0:25:00 | T1 | Lisování |
| 5 | 7:04:00 | 0:11:00 | TD | Svačina |
| 6 | 7:08:00 | 0:04:00 | TB1 | Příprava vrtačky |
| 7 | 7:23:00 | 0:15:00 | T1 | Odstraňování otřepů |
| 8 | 7:43:00 | 0:20:00 | TC1 | Úklid, diskuze |
| 9 | 7:50:00 | 0:07:00 | TB1 | Tisk štítků |
| 10 | 7:55:00 | 0:05:00 | TD | Prostoj |
| 11 | 7:58:00 | 0:03:00 | TA1 | Manipulace |
| 12 | 8:12:00 | 0:14:00 | T1 | Navařování svorníků |
| 13 | 8:18:00 | 0:06:00 | TD | Telefon (mobil) |
| 14 | 8:21:00 | 0:03:00 | T1 | Čistění opalů |
| 15 | 8:30:00 | 0:09:00 | T1 | Kompletace lišt |
| 16 | 8:32:00 | 0:02:00 | T1 | Lepení štítků |
| 17 | 8:34:00 | 0:02:00 | TA1 | Manipulace |
| 18 | 8:43:00 | 0:09:00 | T1 | Lemování |
| 19 | 8:48:00 | 0:05:00 | TE | Čistění kladky obrubovačky |
| 20 | 9:25:00 | 0:37:00 | T1 | Lemování |
| 21 | 9:27:00 | 0:02:00 | TA1 | Manipulace |
| 22 | 9:30:00 | 0:03:00 | TD | Konzultace k obrubování |
| 23 | 9:37:00 | 0:07:00 | T1 | Bodování |
| 24 | 9:38:00 | 0:01:00 | T1 | Čistění opalů |
| 25 | 9:43:00 | 0:05:00 | T1 | Montáž lišt |
| 26 | 9:45:00 | 0:02:00 | T1 | Lepení štítků |
| 27 | 9:50:00 | 0:05:00 | T1 | Bodování |
| 28 | 9:55:00 | 0:05:00 | TD | Pauza |
| 29 | 9:57:00 | 0:02:00 | T1 | Čistění opalů |
| 30 | 10:00:00 | 0:03:00 | T1 | Bodování |
| 31 | 10:04:00 | 0:04:00 | TD | Diskuze p.Smatalová |
| 32 | 10:13:00 | 0:09:00 | T1 | Bodování |
| 33 | 10:15:00 | 0:02:00 | TD | Telefon (mobil) |
| 34 | 10:23:00 | 0:08:00 | T3 | WC |
| 35 | 10:25:00 | 0:02:00 | T1 | Čistění opalů |
| 36 | 10:53:00 | 0:28:00 | T1 | Montáž lišt |
| 37 | 11:30:00 | 0:37:00 | T2 | Oběd |
| 38 | 11:40:00 | 0:10:00 | TC1 | Úklid |
| 39 | 11:55:00 | 0:15:00 | T1 | Bodování |
| 40 | 12:05:00 | 0:10:00 | T1 | Montáž lišt |
| 41 | 12:10:00 | 0:05:00 | T1 | Lepení štítků |
| 42 | 12:18:00 | 0:08:00 | TE | Oprava 2ks |
| 43 | 12:18:00 | 0:00:00 | | Konec výroby |
| Celková délka směny | | 5:41:00 | | |

Tab. č. 7 - Směna č. 2 zaměstnance č. 2

Vyčíslení mzdových nákladů na oba pracovníky bylo vytvořeno z pracovních snímků zaznamenaných v průběhu obou směn. Podle informací od paní účetní uvedené společnosti je hodinový náklad na pracovníka při započítání povinných odvodů na sociální a zdravotní pojištění, příspěvků, příplatků a nákladů na ochranné a pracovní pomůcky 200 Kč/hod.

Zaměstnanec č. 1

- pracovní směna č. 1 v délce 6 h 7 min, pracovní směna č. 2 v trvání 2 h 25 min → celková délka obou směn činí 8 h 32 min krát 200 Kč / hod → celkový náklad na zaměstnance č. 1 vychází 1 707 Kč (DPH u tohoto nákladu není vyčísleno, jelikož se jedná o náklad nepodléhající DPH)

Zaměstnanec č. 2

- pracovní směna č. 1 v délce 5 h 56 min, pracovní směna č. 2 v trvání 5 h 41 min → celková délka obou směn činí 11 h 37 min krát 200 Kč / hod → celkový náklad na zaměstnance č. 1 vychází 2 323 Kč (DPH u tohoto nákladu není vyčísleno, jelikož se jedná o náklad nepodléhající DPH)

| Celkový čas výroby: | sazba / hod | Náklady na zaměstnance / série | Počet ks v dávce | Náklady na zaměstnance / ks |
|---------------------|-------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------|
| 20:09:00 | 200 Kč | 4 030 Kč | 52 | 78 Kč |

Tab. č. 8 – Náklady na zaměstnance pro výrobu 1 ks značky

2.3.4 Rozbor nákladů na strojní vybavení

| Stroj | Cena bez DPH | Dotace 40% | Náklady Reno Šumava a.s. | Životnost [roky] | Roční odpis | Uvažovaná roční produkce | Náklad na stroj/série [ks] |
|-----------------------------|---------------------|--------------|--------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| Hydraulický tvářecí lis | 4 485 125 Kč | 1 794 050 Kč | 2 691 075 Kč | 40 | 67 277 Kč | 5 000 | 13 Kč |
| Lisovací přípravky - soubor | 2 738 289 Kč | 1 095 316 Kč | 1 642 973 Kč | 40 | 41 074 Kč | 5 000 | 8 Kč |
| Lemovací stroj | 372 950 Kč | 149 180 Kč | 223 770 Kč | 10 | 22 377 Kč | 5 000 | 4 Kč |
| Stroj na vyřezávání | 2 108 846 Kč | 843 538 Kč | 1 265 308 Kč | 15 | 84 354 Kč | 5 000 | 17 Kč |
| Oblouková bodovačka | 251 433 Kč | 100 573 Kč | 150 860 Kč | 7 | 21 551 Kč | 5 000 | 4 Kč |
| Celkem | 9 956 643 Kč | | 5 973 986 Kč | | 236 633 Kč | | 47 Kč |

Tab. č. 9 – Náklady na strojní vybavení přepočtené na 1 ks výrobku

2.3.5 Výsledný výpočet přímých nákladů na 1 ks svislé dopravní značky

| | |
|------------------------------|------------------|
| Náklady na strojní vybavení | 47 Kč |
| Mzdové náklady | 78 Kč |
| Materiálové náklady | 125,80 Kč |
| Otop | 2,24 Kč |
| Elektrická energie | 2,81 Kč |
| Výrobní náklad celkem | 255,85 Kč |

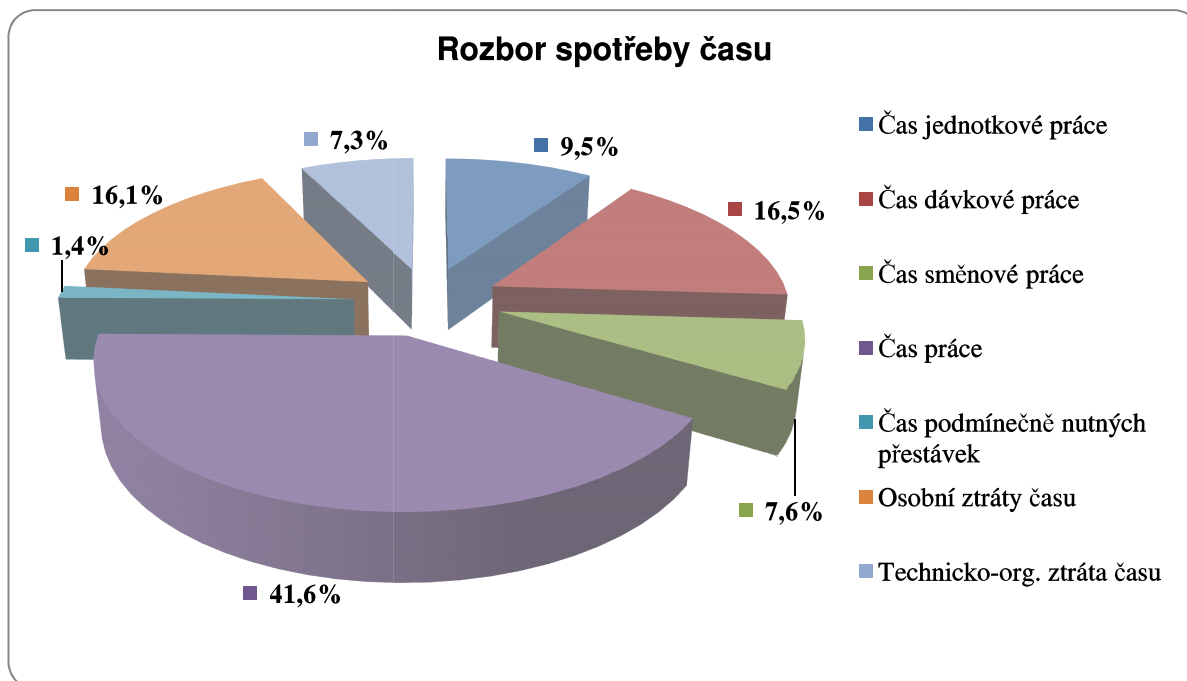
Tab. č. 10 – Výpočet celkového nákladu na výrobu 1 ks značky

2.3.6 Rozbor spotřeby času u obou zaměstnanců

| Druh času | Symbol času | Minuty | % času směny |
|--|-------------|----------|--------------|
| Čas jednotkové práce | TA1 | 1:55:00 | 9,5 |
| Čas dávkové práce | TB1 | 3:19:00 | 16,5 |
| Čas směnové práce | TC1 | 1:32:00 | 7,6 |
| Čas práce | T1 | 8:23:00 | 41,6 |
| Čas podmíněčně nutných přestávek | T3 | 0:17:00 | 1,4 |
| Osobní ztráty času | TD | 3:15:00 | 16,1 |
| Technicko-org. ztráta času | TE | 1:28:00 | 7,3 |
| Čas směny* | T | 20:09:00 | 100 |
| Čas obecně nutných přestávek (pouze obědy) | T2 | 1:55:00 | - |

*Pozn.: Vzhledem ke kalkulaci mzdových nákladů je čas směny uveden bez pauzy na oběd.

Tab. č. 11 – Spotřeba času obou zaměstnanců

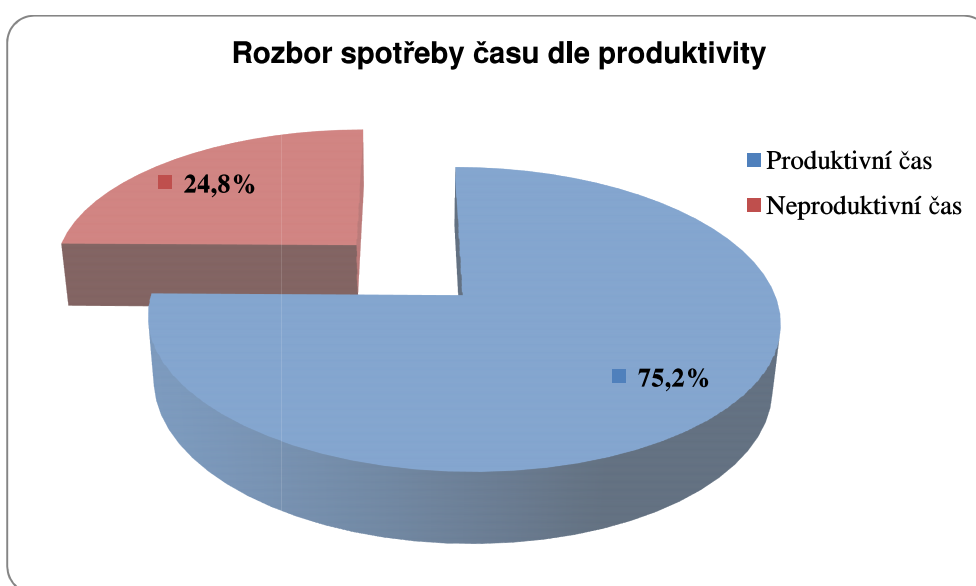


Graf č. 12 – Rozbor spotřeby času

2.3.7 Rozbor spotřeby času dle produktivity

| Druh času | Minuty | % času směny |
|-------------------|----------|--------------|
| Produktivní čas | 15:09:00 | 75,2 |
| Neproduktivní čas | 5:00:00 | 24,8 |

Tab. č. 13 – Spotřeba času dle produktivity



Graf č. 14 – Rozbor spotřeby času dle produktivity

3 Návrh technických opatření

3.1 Zefektivnění využití výrobního závodu

Ze zjištěných časových údajů práce zaměstnanců je zřejmé, že potenciál výrobních kapacit není vzhledem k jednosměnnému provozu optimálně využit. S přihlédnutím k velmi komplikovanému zavedení tří-směnnému provozu je doporučeno zvést kombinovaný dvou-směnný provoz, tj. rozdělení na ranní a odpolední směnu. Tímto opatřením by došlo k výrazně vyššímu využití strojního vybavení a dřívější návratnosti instalovaných strojů a zařízení.

Hodnocení efektivnosti střediska bezprostředně souvisí s výrobním procesem, se skutečnými výrobními náklady a pracovními podmínkami na jednotlivých strojích. ²⁾

3.2 Zefektivnění činnosti vrtání

Při měření spotřeby času pro jednotlivé technologické operace bylo zjištěno, že jen operace samotného vrtání otvorů do hliníkových lišt zabrala 47 min čistého času.

Při vytvoření vhodného přípravku pro uchycení a následného vrtání třech lišt najednou by bylo teoreticky možné tento čas tři krát zkrátit. Požadovaná úspora by byla celkem 30 min. Úspora jen na nákladech na zaměstnance může činit nezanedbatelných 2,5 %.

3.3 Zefektivnění manipulace s plechovými tabulemi

Aktuální zásobování výroby tabulemi plechů probíhá velmi komplikovaně z vedlejšího skladu transportováním každého kusu zvlášť na paletovém vozíku. Doporučením je zavést regálové / paletové zásobování, např. vysokozdvizným vozíkem. Tímto opatřením by došlo též k úspoře času přípravě výroby v řádech jednotek %.

²⁾ Mádl J., Kvasnička I., Optimalizace obráběcího procesu, ČVUT, 1998

4 Optimalizace výroby z hlediska nákladů

Kritérium minimálních výrobních nákladů představuje základní optimalizační kritérium ve strojírenské technologii. Mělo by být zásadně aplikováno, pokud nejsou závažné důvody vedoucí na použití jiného kritéria, např. kritéria maximální produktivity (maximální výrobnosti). Základním kritériem pro optimalizaci obráběcího procesu je dnes kritérium ekonomické – kritérium minimálních výrobních nákladů.³⁾

4.1 Zvýšení počtu vyráběných kusů v jedné dávce

Dle pokynů vedení společnosti byla zavedena sériovost výroby v řádech desítek maximálně stovek kusů ve vyráběné dávce.

Po konzultaci s vedoucím úseku výroby dopravního značení je navrženo zejména u nejméně frekventovaných typů a tvarů expedovaných značek zvýšit sériovost minimálně desetkrát, tzn. Oproti vyráběné zkušební dávce zavést výrobu v minimální sérii 500 ks identických výrobků.

Je zřejmé, že si toto opatření vyžádá dodatečné finanční prostředky do cashflow oddělení výroby dopravního značení. Zároveň je bráno v potaz, že se výrazně navýší výroba nejpoužívanějších provedení značek, tzv. na sklad. Společnost bude mít více finančních prostředků v zásobách, avšak jen tímto opatřením dojde k významné úspoře výrobních nákladů na zaměstnance. Zjištěná částka 78 Kč / 1 ks značky by v případě deseti-násobného zvětšení výrobní dávky mohla poklesnout o 15 – 20 %. Tento pokles by byl dosažen díky rozpočítání nákladů na čas dávkové a směnové práce na deseti-násobný počet vyráběných kusů.

4.2 Nákup výrobního materiálu ve větším množství

Současné zásobování provozu výrobním materiálem probíhá v jednotlivých malých dávkách, tzn. na každou uvažovanou výrobní dávku je zpracována samostatná objednávka. Dodavatel materiálu (zejména plechů pro výrobu štítů) zaváží / dodává materiál ve velmi malém množství, což při započtení ceny dopravy a uvažované množstevní slevy při kombinovaných odběrech náklady na materiál výrazně zvyšuje. Uvažovaná úspora v tomto opatření může dosáhnout 10 – 20 %.

³⁾ Mádl J., Kvasnička I., Optimalizace obráběcího procesu, ČVUT, 1998

4.3 Odstranění neproduktivního času u zaměstnanců

Při tvorbě pracovních snímků dne bylo po sečtení dílčích neproduktivních časů zjištěno, že celkový neproduktivní čas zabírá z celkových 20 h 9 min věnovaných zakázce alarmujících 5 h. Tento čas vyjádřen v procentech času směny činí 24,8 %.

Doporučení pro vedoucího sekce výroby dopravního značení je větší dohled na pracovní náplň svých podřízených a zajištění dostatečného a včasného zásobení provozovny výrobním materiálem, vhodným vybavením a stroji.

5 Zhodnocení

5.1 Optimalizace technickými opatřeními

Zavedením dvousměnného provozu by zcela jistě zvýšilo návratnost investice strojního zařízení a do výrobní haly samotné. Kalkulace celého procesu je však velmi komplikovaná a vzhledem k mnoha proměnným faktorům ji lze velmi obtížně kvantifikovat. S jistotou lze ale říci, že by toto opatření výrazně zkrátilo návratnost strojů.

Navržené zefektivnění činnosti vrtání může zkrátit čas potřebný pro tuto operaci o 2/3, což činí úsporu 30 minut. Vyjádření úspory jen nákladů na mzdu pracovníka činí 0,5 h krát 200 Kč / hod = 100 Kč, což činí úsporu 2,5 %.

Úprava zásobování výroby plechovými tabulemi hromadně, tj. odebírání jednotlivých tabulí z připraveného zásobníku / palety, může uspořit cca 15 minut z naměřeného času pro manipulaci s materiálem. Úspora činí 0,25 h krát 200 Kč / hod = 50 Kč.

5.2 Optimalizace zvýšením efektivity práce

Zcela zásadním a nevyhnutelným opatřením je zvýšení počtu kusů ve výrobní dávce. Navrhované opatření je počet navýšit deseti-násobně i přes počáteční investice do zásob. Tímto opatřením dojde k rozložení dávkového času, který zabírá velmi výrazný časový úsek výroby mezi více kusů.

Dalším doporučeným opatřením je sloučení malých samostatných objednávek na materiál do větších závozů. Toto koresponduje se záměrem vyrábět větší série s vyšší výrobou na sklad.

Neproduktivní čas obou pracovníků byl vyčíslen na 5 h z celkového času výroby zkušební výrobní dávky, což je 24,8 %, viz obrázek č. 10. Velmi výrazný časový úsek zabírá ranní započítání práce, kdy po začátku směny stanovené na 6:00h byla ve třech ze čtyř případů zaznamenána prodleva čtvrt hodiny do započítání samotné práce. Po dohodě s vedoucím oddělení výroby dopravního značení je navrženo celkové snížení neproduktivního času o 75 %. Osobní ztráty zcela eliminovat reálně nelze. Úspora mzdových nákladů může teoreticky činit 2 h 26 min krát 200 Kč / hod = 487 Kč, což je 12 % z celkových mzdových nákladů na vyráběnou dávku.

6 Celkový přínos uvedených opatření

Pomocí kombinace výše uvedených úsporných opatření a zefektivnění činností je reálně dosažení konkurence-schopnosti s ostatními subjekty. Na základě provedeného průzkumu trhu zejména z internetu a u konkurenčních dodavatelů je cenové rozmezí štítu bez polepů včetně montážních prvků a lišt 135 – 174Kč bez DPH Původní vypočtený celkový náklad na jeden kus značky 255.90Kč lze reálně kombinací zefektivnění výroby snížit až o 35 %, čímž by bylo dosaženo cenové hladiny zjištěné průzkumem u konkurence. Nezakládá to však silnou konkurenční výhodu a proto i v budoucnu bude třeba vynaložit značné úsilí pro udržení konkurence-schopnosti.

7 Seznam použité literatury

- [1] Liška V., Diplomová práce, zpracování a obhajoba, Ivo Ulrych – Růžičkův statek, 2005
- [2] Mádl J., Kvasnička I., Optimalizace obráběcího procesu, ČVUT, 1998
- [3] Leeder E., Němejc J., Cibulka V., Výrobní postupy, racionalizace a normování práce, Plzeň, 1972
- [4] Halaxa V., a kolektiv, Ekonomika a řízení strojírenské výroby, Praha: SNTL, 1985
- [5] Sova F., Technologie obrábění a montáže, ZČU Plzeň, 2001
- [6] Hádek L., Organizace a řízení výroby II., Ostrava, 2006

8 Seznam použitých obrázků

Obr. č. 1 – Nejpoužívanější tvary dopravních značek

Obr. č. 2 – Frekventované obdélníkové informativní značky

Obr. č. 3 – Štít dopravní značky bez reflexních polepů s lištami pro upevnění

Obr. č. 4 – Štít dopravní značky s dvojitým ohybem

Obr. č. 5 – Ideální rozložení polotovarů na pozinkovaném plechu k vypálení

Obr. č. 6 – Pracoviště vypalování - Plazmový CNC vypalovací stroj

Obr. č. 7 – Pracoviště lisování – Hydraulický lis osazený tažníkem a tažnicí

Obr. č. 8 – Pracoviště lemování

9 Přehled tabulek a grafů

Tab. č. 1 – Tabulka základních velikostí a tvarů dopravních značek s uvedenými rozměry

Tab. č. 2 – Náklady na materiál pro výrobu zkušební série 52 ks

Tab. č. 3 – Vyčíslení nákladů na el. energii pro provoz strojů

Tab. č. 4 – Směna č. 1 zaměstnance č. 1

Tab. č. 5 – Směna č. 1 zaměstnance č. 2

Tab. č. 6 – Směna č. 2 zaměstnance č. 1

Tab. č. 7 – Směna č. 2 zaměstnance č. 2

Tab. č. 8 – Náklady na zaměstnance pro výrobu 1 ks značky

Tab. č. 9 – Náklady na strojní vybavení přepočtené na 1 ks výrobku

Tab. č. 10 – Výpočet celkového nákladu na výrobu 1 ks značky

Tab. č. 11 – Spotřeba času obou zaměstnanců

Graf č. 12 – Rozbor spotřeby času

Tab. č. 13 – Spotřeba času dle produktivity

Graf č. 14 – Rozbor spotřeby času dle produktivity