

# **ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

## **FAKULTA STROJNÍ**

**Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**

### **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Projekt výroby anténních držáků  
(satelitních konzol)**

**Autor:** Bc. Štěpán Pavlík

**Studijní obor:** Výrobní a materiálové inženýrství

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Vratislav Preclík, CSc.

**Praha 2016**

Vysoká škola: ČVUT v Praze  
Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Fakulta: strojní  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Bc. Štěpána Pavlíka

obor Výrobní a materiálové inženýrství

Název: Projekt výroby anténních držáků (satelitních konzol)

Název anglicky: Project of the Aerial Holders ( the Satellite Consoles) Production

### Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu, rozbor technologičnosti konstrukce.
2. Inovace stávajících a návrh potřebných nových technologií.
3. Návrh a aplikace vhodných metod měření spotřeby času.
4. Kalkulace, vyhodnocení a porovnání současného a plánovaného stavu.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vratislav Preclík, CSc.

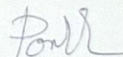
Datum zadání diplomové práce: 30. 10. 2015

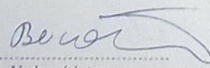
Termín odevzdání diplomové práce: 8. 1. 2016

Neodevzdá-li student bakalářskou nebo diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské nebo diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou nebo diplomovou práci podruhé.

*Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.*

Zadání diplomové práce převzal dne: 23. 11. 2015

  
Diplomant

  
Vedoucí ústavu



  
Děkan

V Praze

dne 27. 10. 2015

### **Prohlášení a svolení/odmítnutí s publikováním práce**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu literatury.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze .....

*podpis.....*

*Štěpán Pavlík*

### **Poděkování**

Děkuji tímto vedocímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Vratislavu Preclíkovi, CSc., za ochotu, cenné připomínky a rady při zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Miroslavu Žilkovi, Ph.D. za rady při zpracování ekonomické části diplomové práce.

## **Abstrakt**

Diplomová práce je zaměřena na vypracování technologického projektu výroby anténních držáků (satelitních konzol). Teoretická část práce zkoumá dělení spotřeby času, metody měření spotřeby času a popisuje nejpoužívanější metody jejího měření. V praktické části se věnuje analýze současného stavu výroby a jeho vyhodnocení, navržení vhodné metody měření spotřeby času a následnou aplikací opatření vedoucích k optimalizaci výroby. Dále je v ní řešen návrh nových a inovace stávajících technologií. Na závěr řeší ekonomické zhodnocení navržených variant.

## **Klíčová slova**

Technologie, spotřeba času, konzola

## **Abstract**

This thesis is focused on elaborating of a technological project of aerial holders (satellite consoles)' production. The theoretical part of the thesis reviews time consumption dividing, time consumption's measurement methods and it describes the most widely used methods of it's measuring. The practical part is dedicated to analysis of production's current statues and it's evaluation, proposing of appropriate method of time consumption's measurement and following application of measues leading to optimization of production. Subsequently, the suggestion of new technoogies and the innovation of existing ones. Finally, the thesis deals with the economic evaluation of proposed variants.

## **Key words**

Technology, time consumption, console

## Seznam použitých zkratk a značek

$T_S$	- Čas směny
$T_N$	- Čas normovatelný
$T_Z$	- Čas ztrátový
$T_A$	- Čas jednotkový
$T_B$	- Čas dávkový
$T_C$	- Čas směnový
$T_{A1}$	- Čas jednotkové práce
$T_{A2}$	- Čas jednotkových obecně nutných přestávek
$T_{A3}$	- Čas jednotkových podmíněčně nutných přestávek
$T_{A11}$	- Čas jednotkové práce za klidu
$T_{A12}$	- Čas jednotkové práce za chodu ( nezávislého)
$T_{A13}$	- Čas jednotkové práce za chodu ( závislého)
$T_{A1X}$	- Čas nepravidelné obsluhy
$T_Z$	- Čas ztrátový
$T_D$	- Čas osobních ztrát ( dělníka)
$T_E$	- Čas ztrátový technicko - organizační
$T_F$	- Čas ztráty z vyšší moci
$T_{D1}$	- Čas osobních ztrát ( dělníka) zaviněných
$T_{D2}$	- Čas osobních ztrát ( dělníka) nezaviněných
$T_{E1}$	- Čas vícepráce
$T_{E2}$	- Čas čekání ( oprava, poruchy – technické, stroj, nástroj, materiál)
$t_A$	- Čas jednotkový
$t_{A1}$	- Čas jednotkové práce
$t_{Ax}$	- Čas jednotkové nepravidelné obsluhy
$t_{A11}$	- Čas jednotkové práce za klidu stroje
$t_{A12}$	- Čas jednotkové práce za chodu stroje
$t_{A13}$	- Čas jednotkové práce strojně ruční
$t_{A2}$	- Čas jednotkový obecně nutných přestávek
$t_{A211}$	- Čas jednotkový obecně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{A221}$	- Čas jednotkový obecně nutných přestávek za chodu stroje
$t_{A3}$	- Čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek
$t_{A31}$	- Čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{A32}$	- Čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek za chodu stroje
$t_{AS}$	- Čas jednotkový strojní
$t_B$	- Čas dávkový
$t_{B1}$	- Čas dávkové práce
$t_{B11}$	- Čas dávkové práce za klidu stroje
$t_{B12}$	- Čas dávkové práce za chodu stroje
$t_{B2}$	- Čas dávkový obecně nutných přestávek
$t_{B211}$	- Čas dávkový obecně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{B221}$	- Čas dávkový obecně nutných přestávek za chodu stroje
$t_{B3}$	- Čas dávkový podmíněčně nutných přestávek
$t_{B31}$	- Čas dávkový podmíněčně nutných přestávek za klidu stroje



$t_{B32}$  - Čas dávkový podmíněčně nutných přestávek za chodu stroje  
 $t_C$  - Čas směnový  
 $t_{C1}$  - Čas směnové práce  
 $t_{C11}$  - Čas směnové práce za klidu stroje  
 $t_{C12}$  - Čas směnové práce za chodu stroje  
 $t_{C2}$  - Čas směnový obecně nutných přestávek  
 $t_{C201}$  - Čas směnový obecně nutných přestávek za klidu stroje  
 $t_{C201}$  - Čas směnový obecně nutných přestávek za chodu stroje  
 $t_{C3}$  - Čas směnový podmíněčně nutných přestávek  
 $t_{C31}$  - Čas směnový podmíněčně nutných přestávek za klidu stroje  
 $t_{C32}$  - Čas směnový podmíněčně nutných přestávek za chodu stroje  
MTA - Methods Time Analysis  
WF - Work factor  
MTM - Methods Time Measurement  
MOST- Maynard Operation Sequence Technique  
TR - Trubka  
PLO - Plochá ocel  
 $P_{th}$  - teoretický počet strojů  
 $t_k$  - kusový čas na danou operaci  
 $E_s$  - efektivní fond stroje v jedné směně  
N - počet vyráběných kusů  
 $s_s$  - směnnost strojních pracovišť  
 $k_{pn}$  - koeficient překračování norem  
 $\eta_{op}$  - využití strojů dané operace  
 $P_{th}$  - teoretický výpočet strojů  
 $P_{sk}$  - skutečný počet strojů  
 $D_{vs}$  - počet výrobních strojních dělníků  
 $s_s, s_r$  - směnnost strojních a ručních dělníků  
 $D_{vr}$  - počet výrobních ručních dělníků  
 $D_v$  - celkový počet výrobních dělníků  
 $F_v$  - výrobní plocha  
 $F_s$  - výrobní plocha strojních pracovišť  
 $F_r$  - výrobní plocha ručních pracovišť  
 $f_r$  - měrná plocha ručního pracoviště  
 $f_s$  - měrná plocha strojního pracoviště  
 $F_{phn}$  - pomocná plocha hospodaření s nářadím  
 $F_{pú}$  - pomocná plocha údržby  
 $F_{pskl}$  - plocha skladová  
 $F_{pdc}$  - pomocná plocha vnitřních dopravních cest  
 $F_{phn}$  - pomocná plocha kontroly

## Obsah

1	Úvod.....	12
1.1	Představení firmy TIPA spol.s r.o.....	12
1.2	Výrobní portfolio .....	13
2	Třídění spotřeby času ve strojírenství.....	17
2.1	Druhy a složky spotřeb času ve výrobním procesu.....	18
2.2	Třídění a značení spotřeby času v operaci z hlediska pracovníka a ekonomiky práce ..	20
2.2.1	Třídění standardního jednotkového času .....	20
2.2.2	Třídění standardního dávkového času .....	21
2.2.3	Třídění standardního směnového času.....	22
3	Měření spotřeby času .....	22
3.1	Časové studie .....	24
3.1.1	Snímek pracovního dne .....	26
3.1.2	Snímek operace.....	27
3.2	Pohybové studie .....	29
3.2.1	Mikropohybové studie .....	30
3.2.2	Studie dráhy pohybů .....	30
3.3	Metody předem stanovených časů .....	31
3.3.1	Vývoj metod předem stanovených časů .....	31
3.3.2	Metoda MTM.....	33
3.3.3	MOST ( Maynard Operation Sequence Technique).....	37
3.4	Návrh metody měření spotřeby času.....	38
3.4.1	Průběh měření .....	38
4	Analýza současného stavu .....	39
4.1	Technologičnost konstrukce.....	39
4.2	Technologičnost konstrukce svařenců .....	40
4.3	Současný provoz .....	41
4.3.1	Současné výrobní stroje.....	41
4.4	Konzola na stěnu, současný stav .....	48
4.5	Konzola na stožár, současný stav.....	51
4.6	Konzola na stožár se vzpěrou, současný stav.....	54
4.7	Konzola k oknu, současný stav .....	56
4.8	Zhodnocení současného stavu výroby .....	58
4.9	Rozbor nedostatků současného výrobního procesu .....	62
5	Návrh nového řešení .....	63
5.1	Varianta řešení č. 1 s použitím stříhadla a polohovadla.....	65
5.1.1	Konzola na stěnu, varianta 1 .....	66

5.1.2	Konzola na stožár, varianta 1 .....	66
5.1.3	Konzola na stožár se vzpěrou, varianta 1 .....	67
5.1.4	Konzola k oknu, varianta 1 .....	68
5.2	Varianta řešení č. 2 s použitím stříhadla a svařovacího automatu .....	68
5.3	Kapacitní propočty .....	71
6	Ekonomické zhodnocení .....	74
7	Závěr .....	77

# 1 Úvod

Od roku 2007 spolupracuji s firmou TIPA. Nejdříve jsem v době středoškolského studia pracoval jako brigádník ve skladu, posléze, obohacen zkušenostmi a vysokoškolským studiem, jsem se začal zapojovat do výroby konzol, pomáhal s nákupem materiálu, výběrem strojů, nástrojů a plánováním výroby.

Během mého působení ve výrobě konzol jsem se snažil najít slabá místa výroby a pomoci tak s úsporou práce, materiálu a finančních prostředků prostřednictvím navrhovaných řešení, vedoucích k zefektivnění procesu výroby.

## 1.1 Představení firmy TIPA spol.s r.o.

Firma TIPA spol.s r.o. vznikla v roce 1991 z bývalého státního podniku služeb Silesia Opava. V té době se zabývala především obchodní činností, servisem spotřební elektroniky, montážemi televizních antén a kabelové televize. V začátcích činnosti firmy tvořily hlavní zdroj nákupu především výprodeje zásob podniků v likvidaci.

V devadesátých letech došlo k dynamickému rozvoji firmy, byla zakoupena nová větší provozovna a posíleny řady zaměstnanců. Toto všechno pomohlo ke značnému posílení obchodní činnosti firmy, zaměstnávající tehdy okolo třiceti lidí.

Prudký rozvoj firmy byl nečekaně zastaven ničivou povodní v roce 1997. Tato za sebou zanechala zcela zatopené sklady, zničené skladové zásoby, technologie a podmáčené budovy. Likvidace následků devastující povodně si vyžádala několik měsíců, během kterých firma nemohla fungovat. Majitelé se museli rozhodnout, zda vůbec pokračovat v činnosti. Rozhodli se pro zachování firmy a pracovních míst. Firma se během krátké doby přeorientovala na dovoz zboží z Evropy a Asie a svou obchodní činnost začala postupně rozšiřovat i za hranice České republiky.

Díky prodeji a montáži antén bylo často nutné řešit individuální požadavky zákazníků a nechat občas vyrobit speciální kovové prvky k uchycení antén. Tyto díly byly zpočátku vyráběny v dílnách údržby firmy, které pro takovou práci nebyly nejvhodnější. Proto, když byl v roce 2007 zakoupen nový objekt, začalo se uvažovat o jeho částečném využití pro účely výroby.

Během dvou let se podařilo prostory přestavět na dílny, vybavit je stroji a povýšit kusovou výrobu stožárů a anténních a satelitních držáků na výrobu sériovou.




Nedostatečná nabídka sortimentu anténních držáků na trhu, vysoké ceny zboží i dopravy, špatná kvalita výrobků, to vše přivedlo firmu k rozhodnutí zahájit vlastní výrobu. Materiál pro výrobu je nakupován od tuzemských i zahraničních dodavatelů.









## 1.2 Výrobní portfolio







Základní výrobní portfolio firmy Tipa, spol s r.o. je uvedeno v tabulce 1.2.1 Jsou zde uvedeny skupiny vyráběných konzol, které se následně liší v základních rozměrech ( délka vyložení, průměr trubky, rozměry ploché oceli atd.) a povrchové úpravě. Povrchová úprava je zajištěna galvanickým nebo žárovým zinkem, zinkování zajišťují externí firmy.

Produkované konzoly mají hlavní odbytiště primárně v Česku a na Slovensku, firma však začíná pomalu expandovat i na další trhy ve východní Evropě ( Maďarsko, Rumunsko, Bulharsko a další). Je proto možné očekávat navýšení poptávky po produktech.

Tabulka 1.2.1 Výrobní portfolio firmy Tipa

Výrobní portfolio firmy Tipa, spol s r.o.			
Název výrobku	Popis	Základní rozměry	Obrázek
Držák na zeď T podstava	Použití pro instalaci na zeď či jiné rovné plochy	Průměr: 35-42 mm Vyložení: 150-350 mm	
Držák na zeď se vzpěrou T podstava	Použití pro instalaci na zeď či jiné rovné plochy. Jako podpora přidána vzpěra, vhodný pro větší průměry parabol	Průměr: 35-42 mm Vyložení: 250-1000 mm	
Držák na zeď se čtvercovou podstavou	Použití pro instalaci na zeď či jiné rovné plochy. Díky čtyřem montážním otvorům zajišťuje dobré připevnění	Průměr: 42 mm Vyložení: 350-500 mm	

Držák na zeď s páskem	Použití pro instalaci na zeď či jiné rovné plochy. Vhodný pro menší průměry parabol.	Průměr: 35-42 mm Vyložení: 150-350 mm	
Držák k oknu	Použití pro instalaci na ostění.	Průměr: 35 mm Vyložení: 150-550 mm	
Držák na stěnu s objímkami	Použití pro instalaci na zeď či jiné rovné plochy. Vhodný pro větší průměry parabol. Nastavitelná délka vyložení	Průměr: 42 mm Vyložení: 1000-1500 mm	
Držák na stožár s vinklem	Použití pro instalaci na tyče či trubky kruhového průřezu.	Průměr: 35-42 mm Vyložení: 150-500 mm	
Držák na stožár s vinklem a vzpěrou	Použití pro instalaci na tyče či trubky kruhového průřezu. Jako podpora přidána vzpěra, vhodný pro větší průměry parabol	Průměr: 42 mm Vyložení: 250-700 mm	
Držák na stožár s ozubeným třmenem	Použití pro instalaci na tyče či trubky kruhového průřezu	Průměr: 42 mm Vyložení: 250-700 mm	
Držák na stožár s vlnkou	Použití pro instalaci na tyče či trubky kruhového průřezu. Vhodný pro menší průměry parabol	Průměr: 42 mm Vyložení: 200-500 mm	
Držák na hranaté zábradlí	Použití pro instalaci na tyče či trubky kruhového, čtvercového a obdelníkového průřezu	Průměr: 42 mm Vyložení: 250-500 mm	

Držák stožáru	Použití pro instalaci na zed' či jiné rovné plochy a upevnění tyče či trubky kruhového průřezu	Upnutelný průměr: 28-48 mm	
Držák stožáru patní	Použití pro instalaci na zed' či jiné rovné plochy a upevnění tyče či trubky kruhového průřezu	Upnutelný průměr: 28-48 mm	
Držák stožáru šikmý	Použití pro instalaci na krovní konstrukci	Upnutelný průměr: 28-48 mm	
Držák stožáru odsazený	Použití pro instalaci na zed' či jiné rovné plochy a upevnění tyče či trubky kruhového průřezu s odsazením od základny	Upnutelný průměr: 28-48 mm Vyložení: 110-210 mm	
Držák stožáru teleskopický	Použití pro instalaci na zed' či jiné rovné plochy a upevnění tyče či trubky kruhového průřezu s nastavitelným odsazením od základny	Upnutelný průměr: 28-48 mm Vyložení: 110-170 mm	
Držák stožáru kloubek	Použití pro instalaci na tyče či trubky kruhového průřezu. Umožňuje připevnění trubky či tyče kolmo na nosný stožár	Upnutelné průměry: 28-48 mm	

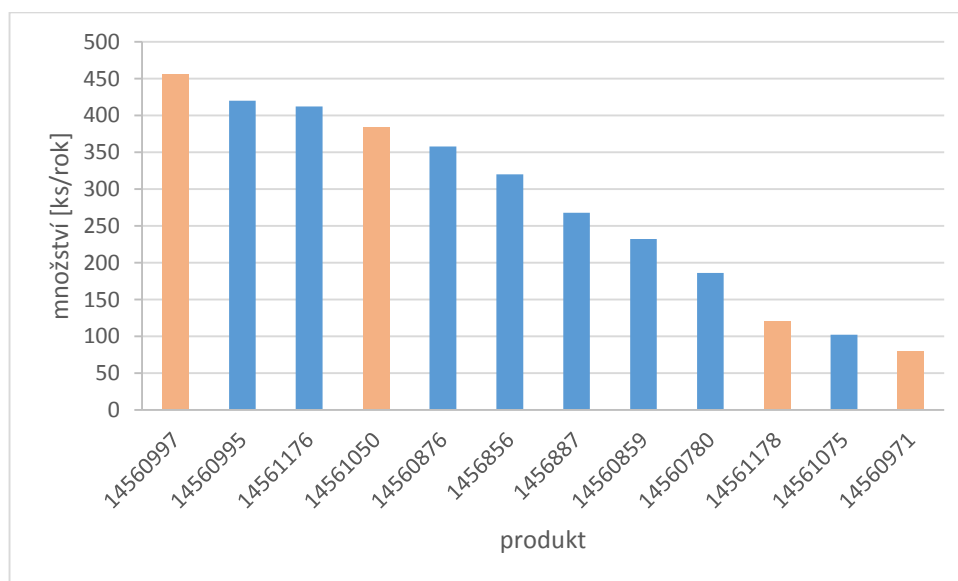
Pro racionalizaci jsem z uvedeného výrobního portfolia vybral čtyři zástupce uvedené na obrázku 1.2.1. Zástupce jsem volil podle jejich vyrobeného množství, konstrukce a podle technologie jejich výroby. Při výběru jsem se snažil o to, aby se opatření provedená pro jednotlivé zástupce daly aplikovat na co nejvyšší počet konzol z portfolia.



Obrázek 1.2.1 Vybraní představitelé

U každého z vybraných zástupců je jako polotovar použita plochá ocel PLO 50x5, ve které jsou vyvrtány dvě nebo čtyři díry pro montáž. U jednotlivých variant se plochá ocel liší délkou. Tento polotovar obsahuje cca 76% všech vyráběných konzol. Další podobností v konstrukci konzol je použití dvou trubek TR 42x1,5 svařených kolmo na sebe, tento konstrukční prvek v sobě obsahuje 80% ze všech konzol.

Současný roční objem produkce vybraných nejvyráběnějších konzol je znázorněn na obrázku 1.2.2. Oranžově jsou znázorněny konzoly vybrané pro potřeby této práce. Po modernizaci a zavedení nových výrobních technologií se počítá s nárůstem produkce o 10%.



Obrázek 1.2.2 Objemroční výroby vybraných konzol



## 2 Třídění spotřeby času ve strojírenství

Výrobní a pracovní proces je doprovázen spotřebou času, která je vnímána jako jedno z měřítek pro jakost organizace výroby, pracovní a technologické metody tak i kvality realizované racionalizace. Spotřeba času v technologickém i pracovním procesu může být zkoumána z hlediska pracovníka, pracovního prostředku (stroje) nebo předmětu výroby – obrobku – montážního celku – materiálového toku. [16], [15]

Pro zjištění kvality organizace práce, zkoumání ztrát, rezerv, plýtvání a dalších činností je nutné třídit spotřeby času do skupin. Skupiny musí být jasně definované a vhodně označené pro praktické použití. [15], [16]

### Studium spotřeby času při racionalizaci výroby a třídění spotřeby času ve výrobním (technologickém) a pracovním procesu

Základní skupiny spotřeby času jsou dány jak prací v průběhu směny, tak i přestávkami vzniklými během směny z různých důvodů. Rozdělení spotřeby času z hlediska nutného a účelného je popsáno na obrázku 2.1. [1], [11], [16]

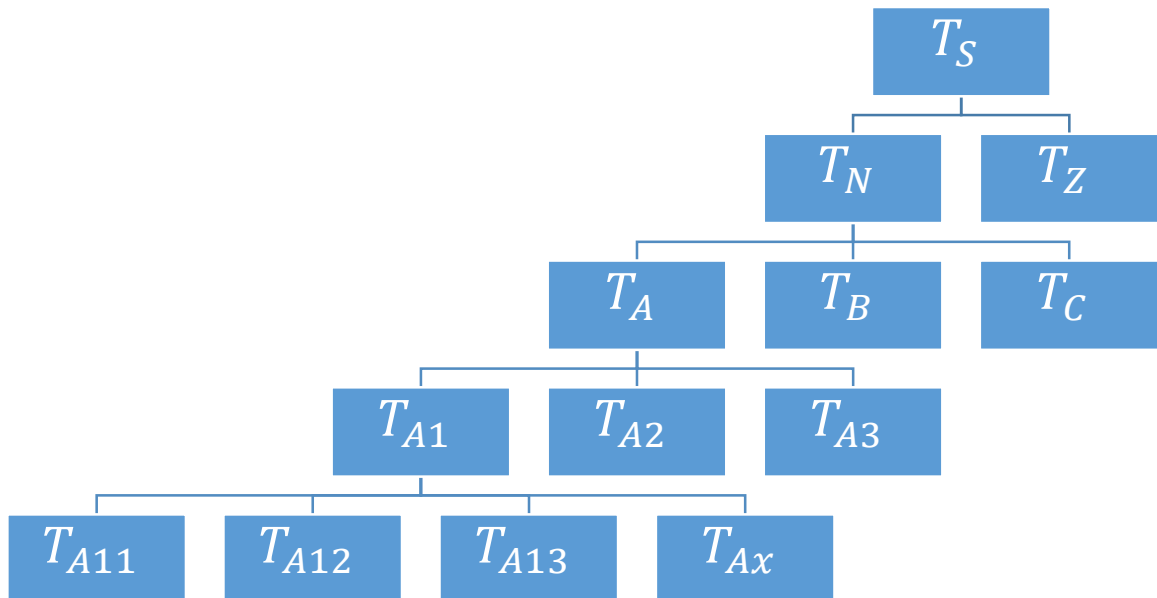


Obrázek 1.2.1 Rozdělení spotřeby času

Všechny složky nutného času lze dále rozdělit do tří základních druhů, a to jednotkového, dávkového a směnového. Malá písmena označení času  $t$  se používají na označení času, který lze vztáhnout na jednotku produkce ( ks, kg a podobné), velká  $T$  značí součet jednotlivých složek časů, tzv. úhrnů za celou směnu. [1], [16]

## 2.1 Druhy a složky spotřeb času ve výrobním procesu

Základní typové schéma dělení dějů a spotřeb času pracovníka v pracovní směně, rozlišující pro potřeby racionalizace výroby rovněž časy nutné a zbytečné z hlediska účelnosti vykonávané práce, včetně symboliky a značení je uveden na obrázku 2.1.1. [1], [16]



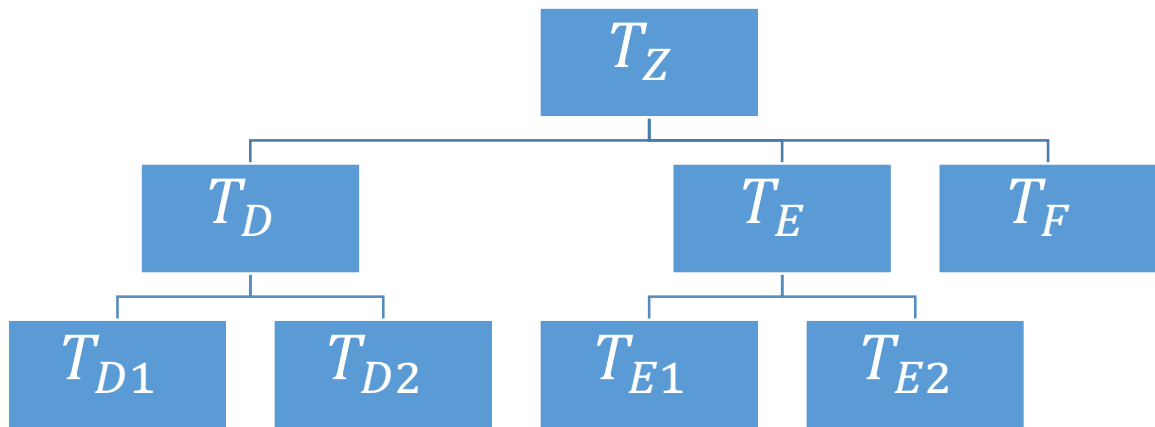
Obrázek 2.1.1 Schéma dělení času pracovníka ve směně

- $T_S$  - Čas směny
- $T_N$  - Čas normovatelný
- $T_Z$  - Čas ztrátový
- $T_A$  - Čas jednotkový
- $T_B$  - Čas dávkový
- $T_C$  - Čas směnový
- $T_{A1}$  - Čas jednotkové práce
- $T_{A2}$  - Čas jednotkových obecně nutných přestávek
- $T_{A3}$  - Čas jednotkových podmíněčně nutných přestávek
- $T_{A11}$  - Čas jednotkové práce za klidu
- $T_{A12}$  - Čas jednotkové práce za chodu ( nezávislého)
- $T_{A13}$  - Čas jednotkové práce za chodu ( závislého)
- $T_{A1X}$  - Čas nepravidelné obsluhy

### Čas ztrátový

Na čas ztrátový  $T_Z$  lze z pozice racionalizace pohlížet jako na zdroj možných rezerv ve využití pracovní doby. Snižováním ztrátových časů můžeme dosáhnout zvýšení efektivity a

produktivity práce. Jednotlivé složky ztrát můžou být vztaženy na pracovníka, technicko – organizační příčiny a podle toho jsou tříděny dle obrázku 2.1.2. [15]



Obrázek 2.1.2 Schéma třídění ztrátového času

- $T_Z$  - Čas ztrátový
- $T_D$  - Čas osobních ztrát ( dělníka)
- $T_E$  - Čas ztrátový technicko - organizační
- $T_F$  - Čas ztráty z vyšší moci
- $T_{D1}$  - Čas osobních ztrát ( dělníka) zaviněných
- $T_{D2}$  - Čas osobních ztrát ( dělníka) nezaviněných
- $T_{E1}$  - Čas vícepráce
- $T_{E2}$  - Čas čekání ( oprava, poruchy – technické, stroj, nástroj, materiál)

Ztráty osobní ( $t_D$ ) – jsou způsobeny dělníkem. Dělí se na:

- Zaviněné ( $t_{D1}$ ) – vznikají v důsledku porušení pracovní kázně, např. soukromé rozhovory, oprava neshodných výrobků.
- Nezaviněné ( $t_{D2}$ ) – vznikají bez zavinění pracovníka, např. pracovní porady.

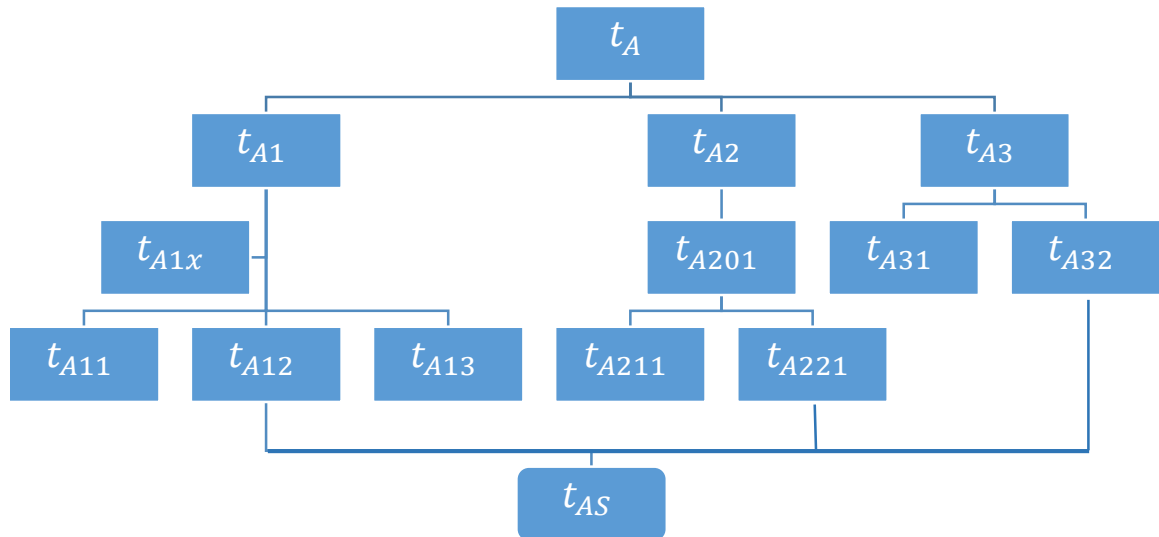
Ztráty technicko-organizační ( $t_E$ ) – jsou způsobeny nedostatky v organizaci výroby, mohou být způsobeny:

- víceprací ( $t_{E1}$ ) – např. oprava vlivem vadné činnosti zařízení nebo vadného materiálu,
- čekáním ( $t_{E2}$ ) – např. čekání na seřízení nebo opravu stroje.

Ztráty v důsledku působení vyšší moci ( $t_F$ ) – např. ztráty v důsledku živelných událostí. [15]

## 2.2 Třídění a značení spotřeby času v operaci z hlediska pracovníka a ekonomiky práce

### 2.2.1 Třídění standardního jednotkového času



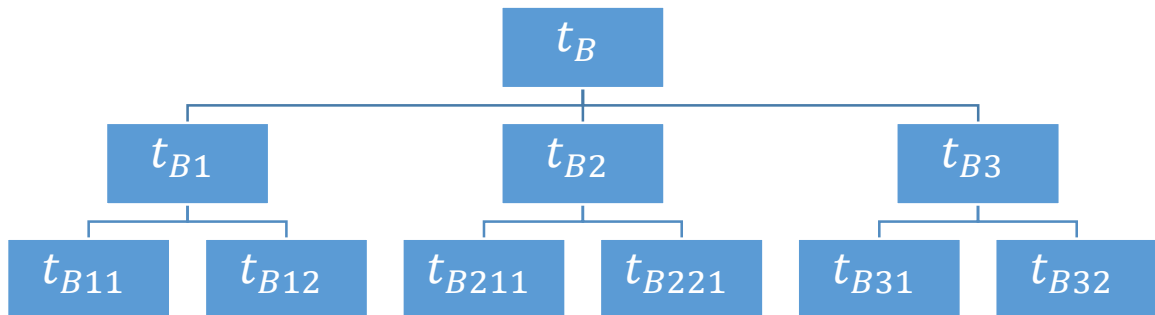
Obrázek 2.2.1.1 Schéma třídění standardního jednotkového času

$t_A$	- Čas jednotkový
$t_{A1}$	- Čas jednotkové práce
$t_{Ax}$	- Čas jednotkové nepravidelné obsluhy
$t_{A11}$	- Čas jednotkové práce za klidu stroje
$t_{A12}$	- Čas jednotkové práce za chodu stroje
$t_{A13}$	- Čas jednotkové práce strojně ruční
$t_{A2}$	- Čas jednotkový obecně nutných přestávek
$t_{A211}$	- Čas jednotkový obecně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{A221}$	- Čas jednotkový obecně nutných přestávek za chodu stroje
$t_{A3}$	- Čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek
$t_{A31}$	- Čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{A32}$	- Čas jednotkový podmíněčně nutných přestávek za chodu stroje
$t_{AS}$	- Čas jednotkový strojní

- Čas jednotkové práce ( $t_{A1}$ ) zahrnuje úkony bezprostředně spojené s vykonáním operace, které musí být provedeny u každého kusu, např. čas na opracování součásti, čas upínání a odepínání součásti.
- Čas jednotkový obecně nutných přestávek ( $t_{A2}$ ) je určený na oddech pracovníka [15]

Čas jednotkový podmíněně nutných přestávek ( $t_{A3}$ ) je čas čekání pracovníka na ukončení automatického chodu zařízení.

## 2.2.2 Třídění standardního dávkového času

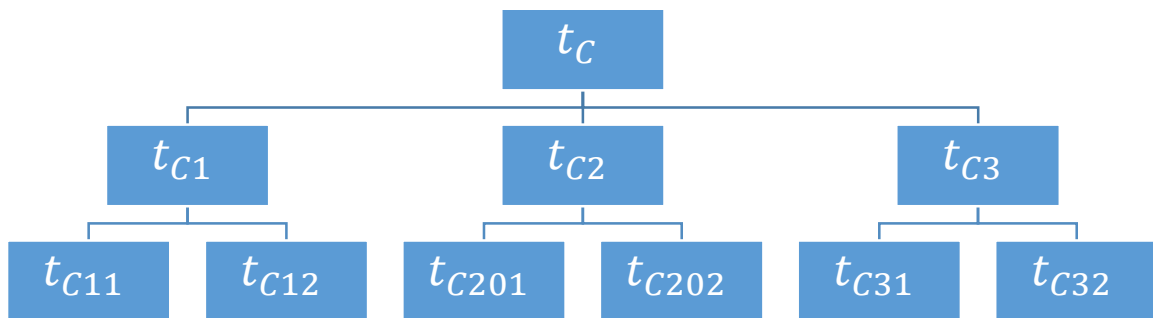


Obrázek 2.2.2.1 Schéma třídění standardního dávkového času

- $t_B$  - Čas dávkový
- $t_{B1}$  - Čas dávkové práce
- $t_{B11}$  - Čas dávkové práce za klidu stroje
- $t_{B12}$  - Čas dávkové práce za chodu stroje
- $t_{B2}$  - Čas dávkový obecně nutných přestávek
- $t_{B211}$  - Čas dávkový obecně nutných přestávek za klidu stroje
- $t_{B221}$  - Čas dávkový obecně nutných přestávek za chodu stroje
- $t_{B3}$  - Čas dávkový podmíněně nutných přestávek
- $t_{B31}$  - Čas dávkový podmíněně nutných přestávek za klidu stroje
- $t_{B32}$  - Čas dávkový podmíněně nutných přestávek za chodu stroje

- Čas dávkové práce ( $t_{B1}$ ) je čas úkonů, které jsou nutné k přípravě a zakončení práce na jedné výrobní dávce, např. převzetí pracovních instrukcí, seřízení stroje, vyplnění pracovního lístku apod.
- Čas dávkový podmíněně nutných přestávek ( $t_{B3}$ ) zahrnuje např. čekání pracovníka na jeřáb, pokud musí manipulovat s těžkými obrobky. [15], [16]

### 2.2.3 Třídění standardního směnového času



Obrázek 2.2.3.1 Schéma třídění standardního směnového času

$t_C$	- Čas směnový
$t_{C1}$	- Čas směnové práce
$t_{C11}$	- Čas směnové práce za klidu stroje
$t_{C12}$	- Čas směnové práce za chodu stroje
$t_{C2}$	- Čas směnový obecně nutných přestávek
$t_{C201}$	- Čas směnový obecně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{C202}$	- Čas směnový obecně nutných přestávek za chodu stroje
$t_{C3}$	- Čas směnový podmíněčně nutných přestávek
$t_{C31}$	- Čas směnový podmíněčně nutných přestávek za klidu stroje
$t_{C32}$	- Čas směnový podmíněčně nutných přestávek za chodu stroje

- Čas směnové práce ( $t_{C1}$ ) je obvykle čas na organizaci pracoviště na počátku a úklidu na konci směny.
- Čas směnový obecně nutných přestávek ( $t_{C2}$ ) je čas určený na stravování a osobní potřeby. [15]

## 3 Měření spotřeby času

Pro to, aby podnik uspěl v široké konkurenci je bezpodmínečně nutné, aby byly všechny procesy co nejefektivnější. Studium spotřeby času musí být kontinuální a neustálou činností každého provozního pracovníka. Díky získané zpětné vazbě lze odhalit nedostatky a slabá místa procesu.

Čas je možno považovat za základní jednotku, podle které lze kvantifikovat efektivnost využití zdrojů ve výrobním procesu. Měření spotřeby času umožňuje na základě rozboru uskutečněných dějů a měření jejich časů naplánovat následné změny a úpravy pro efektivnější

využití časového fondu. Naměřená data jsou však validní pouze tehdy, jsou-li založeny na reálném základu.

Metody měření času lze také rozdělit na rozborové a sumární. *Rozborové metody dávají obvykle takzvanou objektivní spotřebu času a určují přesný časový standard (normu času technicky zdůvodněnou - "přesnou") metody sumární stanoví spotřebu "nepřesnou" (normu času, technicky nezdůvodněnou – časový standard "ostatní", norma rozběhová, prozatimní, dočasná).* [15]

Mezi rozborové metody měření spotřeby času patří zejména:

- Metoda rozborově výpočtová ( technický propočet podle schválených normativů nebo databází, včetně normativů úkonových a pohybových, určujících podrobnost rozborů operací).
- Metody rozborově porovnávací ( technický propočet na základě důsledného porovnání přesně vymezených částí operace pro podobné výrobky).
- Metody kombinované ( technický propočet kombinovaný s chronometráží apod.).
- Výpočet pomocí autorizovaného a ověřeného programu na PC, jehož základem bývá obvykle metoda rozborově výpočtová s využitím soustavy databází a náhradních funkčních závislostí s výpočtem stanovenou přesností (regresní a korelační analýza) a využití jazyka "průmyslového inženýra" včetně počítačových metod odvozených od pohybových studií.

To je důvodem pro studium měření spotřeby času a aplikaci některé z níže uvedených metod.

Metody měření spotřeby času lze rozdělit do dvou základních kategorií :

- Přímé metody - jsou založeny na přímém měření spotřeby času v provozu
- Nepřímé metody – jsou založeny na využití umělých časových hodnot ( norem času, podnikových standardů atd.)

Pro přímé měření času se používají časové studie. Za časovou studii se považuje analýza činnosti člověka nebo výrobních prostředků, jenž je podložena měřením času příslušných dějů. Časové studie se provádějí proto, abychom byli schopni přiřadit spotřebu času vynaloženou

pracovní činností člověka, potřebu času výrobního prostředku a pracovního předmětu k předmětu výroby a také pro odůvodnění vynaložení času včetně příčin vzniku časových ztát v procesu. Výsledkem analýzy by pak měl být standard spotřeby času, jenž bude dále využit pro tvorbu pracovních standardů. Časová studie poskytuje důležité informace pro projektování pracovních dějů. Jsou základním měřítkem pro množství vynaložené práce. Spotřeba stejně jako potřeba času je kombinací celého souboru faktorů ovlivňujících pracovní podmínky. Nejčastěji jsou to faktory lidské a objektivní. Lidský faktor vnáší do procesu značnou variabilitu, protože každý pracovník má různé schopnosti, kvalifikaci, dovednosti, které ovlivňují výsledný pracovní výkon. Za objektivní faktory lze uvést například použité pracovní stroje, nástroje, přípravky, pracovní podmínky atd.

Protože se většinou prováděná práce skládá z dílčích dějů, manuálních, strojních, konstantních, proměnných atd., je potřeba ji dále dělit na elementární činnosti a tyto podrobit detailnější analýze hlavně z těchto důvodů:

- Pro lepší pochopení práce a pracovních metod
- Pro vytváření pracovních modulů využívaných v projektové činnosti,
- Pro tvorbu detailnějšího popisu práce,
- Pro rozdělení měření času do celků, popř. cyklů, které jsou snadno zvladatelné,
- Pro zajištění větší přesnosti časové studie,
- Pro rozlišitelnost různých typů práce,
- Pro oddělení strojové činnosti od činnosti pracovníka,
- Pro nutnost kontroly, popř. modifikace časových standardů,
- Pro získání a porovnání času společenských či důležitých činností,

### 3.1 Časové studie

Časové studie jsou přímé metody měření času zařízeními pro měření času (hodinky, stopky, časoměrné přístroje) a dělí se na:

- **Kontinuální časové studie** – vycházejí z údajů zjištěných plynulým a nepřetržitým měřením, snímkováním práce. Získané údaje z měření času tvoří pracovní snímek nebo časovou studii. V praxi se nejběžněji můžeme setkat s použitím snímku operace, nebo snímkem pracovního dne.
- **Momentkové pozorování** – vycházejí z údajů, které jsou zjištěné výběrovým šetřením – náhodně zvolených okamžiků v průběhu pracovního cyklu. Jsou odvozeny ze statického zjišťování četnosti



výskytu dějů a využívají teorii pravděpodobnosti a náhodného výběru. Pro získání uceleného a kompletního obrazu, který je schopen vypovídat o produktivitě či naopak nečinnosti je potřeba nashromáždit data za delší časové období. Čím delší je zaznamenávané časové období, tím vyšší vypovídající hodnotu má studie.

Časová studie však musí vycházet z objektivních dat. Objektivnost velmi závisí na správné definici pracovních činností, ze kterých je proces složen. Každá činnost by měla mít jasně definován začátek, konec a také doba trvání činnosti by měla být stanovena tak, aby byla snadno měřitelná. Stejně tak je důležité oddělit pravidelné a nepravidelné činnosti.

Jako nejběžnější nástroje pro měření přímé spotřeby času se využívají časoměrné pomůcky jako například:

- Hodinky
- Mechanické stopky
- Digitální stopky
- Registrační časoměrné přístroje
- Časové zapisovače – mechanické a elektrické
- Technografy
- Kvantografy
- Filmové kamery
- Počítače

Tyto pomůcky jsou široce využívány, protože jejich pořízení je laciné a práce s nimi velmi snadná. S vynaložením minimálních počátečních pořizovacích nákladů lze dosáhnout zvýšení efektivity procesu. V moderních provozech jsou však preferovány digitální časoměrné přístroje, které umožňují provázání s interním systémem podniku kde mohou okamžitě ukládat naměřené časy do databáze a vytvářet tak historii měření. Analýza nashromážděných dat může napomoci k odhalení plýtvání. [12]

Přímé měření je metodou, která se aplikuje přímo na kontrolovaném pracovišti, stroji, pohybu atp. v reálném čase.

### 3.1.1 Snímek pracovního dne

*Snímkem pracovního dne rozumíme metodu nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo pracovní skupiny během celé směny. Jedná se do značné míry o univerzální metodu, kterou lze po vhodné úpravě pozorovat práci dělníka, administrativního i řídicího pracovníka, ale také činnost strojního zařízení. [15]*

*Druhy snímků pracovního dne :*

- *Snímek pracovního dne jednotlivce je takový druh snímku pracovního dne, při kterém pozorovatel provádí pozorování jen jednoho pracovníka.*
- *Snímek pracovního dne čety se používá při pozorování pracovní činnosti skupiny pracovníků, kterým je přidělena společná práce ( obsluha lisu, vysoké pece, nakládka a vykládka vagónů apod.).*
- *Hromadný snímek pracovního dne umožňuje pozorovat současně podle podmínek až třicet samostatně pracujících dělníků. Tato skutečnost je možná jen při odlišné technice pozorování, měření, zaznamenávání a výpočtu podkladů pro vypracování bilance skutečné spotřeby pracovního času ( v porovnání se snímkem pracovního dne jednotlivce.).*
- *Vlastní snímek pracovního dne se odlišuje od předcházejících tím, že se zaměřuje jen na časové ztráty vzniklé zejména z titulu technických a organizačních nedostatků. ůdaje o velikosti a příčinách ztrát zaznamenává dělník sám. Hromadné použití tohoto snímku vede dělníky k aktivní účasti na racionalizaci práce. [15]*

Jako každá systémová činnost i zpracování časového snímku dne má svůj obvyklý postup. Lze ho rozdělit do čtyř základních fází:

- Příprava na pozorování
- Vlastní pozorování (sběr dat, měření, záznam)
- Vyhodnocení naměřených dat
- Konkrétní návrhy na zlepšení, odstranění nedostatků

#### 3.1.1.1 Příprava na pozorování

Cílem je co nejvíce přizpůsobit podmínky tomu, abychom následně mohli snadno pozorovat vybrané parametry procesu, vhodně zvolit nástroje pro záznam a získávat vypovídající

data o spotřebě času. Dále je nutné upřesnit cíle měření, místo, obsluhu pracoviště, pozorovatele a v neposlední řadě časové období měření. Velmi důležitým aspektem je výběr obsluhy pracoviště, protože člověk díky svým zkušenostem, schopnostem, předpokladům vnáší do procesu značnou variabilitu. To stejné také platí o pozorovateli. [14], [15]

### *3.1.1.2 Vlastní pozorování*

Pozorovatel si vybere pracoviště a zvolí si co nejvhodnější pozorovací místo z hlediska viditelnosti, zároveň se však musí snažit neodvádět dělníkovu pozornost. Sleduje činnost pracovníka od začátku do konce směny, popisuje a zaznamenává začátek a konec činností respektive nečinností, které následně zanáší do předem připraveného pozorovacího listu. Obvykle je naměřený čas zaokrouhlen na minuty. Na pozorovacím listu je obvykle uveden postupný čas během směny, jednotlivý čas daný rozdílem postupných časů dvou po sobě jdoucích záznamů, popis činnosti pracovníka. První záznam obsahuje čas začátku směny a poslední čas konce směny. [14], [15]

### *3.1.1.3 Vyhodnocení naměřených dat*

Získaná data je potřeba zhodnotit z hlediska obsahu činnosti resp. nečinnosti. Pro každý získaný snímek pracovního dne se provede rozbor spotřeby času směny sečtením stejnojmenných spotřeb času. Analýzou získaných spotřeb času získáme přehled o tom, kolik času z času směny připadá na jednotlivé složky zkoumaného času pracovní směny. Výsledky těchto analýz slouží jako základna pro tvorbu bilance spotřeby času, k výpočtu ukazatelů využití času směny a možného zvýšení produktivity. [14], [15]

## **3.1.2 Snímek operace**

Patří mezi metody studia pracovního procesu, pomocí které lze zkoumat skutečnou spotřebu času na opakované operace nebo jejich částí. Normu pracovního postupu ( sled potřebných prvků – částí operace do potřebné úrovně – operačních úseků, úkonů, sledů pohybů, popř. pohybů, včetně zahrnutí strojních časů) je možno v tomto případě připravit předem ať již zkoumánou pozorovací analýzou nebo analýzou “plánovací“ (rozbořením technologické a projektové dokumentace) v etapě přípravy snímku operace. [12], [14], [15]

Druhy snímků operace:

- *Plynulá chronometráž je metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času pro všechny úkony zkoumané operace*
- Výběrová chronometráž se nezaměřuje na celou operaci, pouze na vybrané pravidelně i nepravidelně se opakující předem dané úkony. Zaznamenávána je pouze délka trvání předem určených úkonů
- Obkročná chronometráž se zaměřuje na zkoumání času trvání velmi krátkých pracovních úkonů. Při obkročné chronometráži se klouzavě sečte několik krátkých pracovních prvků do měřitelného souboru a po naměření lze výpočtem stanovit jednotlivé elementární prvky
- Snímek průběhu práce (snímková chronometráž) je druh snímku operace určeného ke zkoumání operací u nichž není možné předem stanovit jejich průběh. U této metody sledujeme nejen čas trvání operace, ale také účel jeho spotřeby ( název úkonu, operace). Jedná se vlastně o kombinaci metody snímku pracovního dne a chronometráže.
- Filmový snímek je metodou, jejíž výhodou je získání záznamu jak spotřeby času, tak pracovních pohybů. [12]

Obdobně jako u získávání pracovního snímku dne lze rozdělit snímek operace do čtyř základních fází:

- Příprava na pozorování
- Vlastní pozorování (sběr dat, měření, záznam)
- Vyhodnocení naměřených dat
- Konkrétní návrhy na zlepšení, odstranění nedostatků

Pracovní čas, spotřebovaný na určitý úkon, který se pravidelně opakuje a je prováděn stejným pracovníkem není vždy stejný. Vždy kolísá kolem střední hodnoty spotřeby času pro daný úkon. Tato střední hodnota může být určena pomocí nástrojů statistické analýzy jako například aritmetický průměr, geometrický průměr, vážený průměr atd. Výběr vhodné metody se dále odvíjí od velikosti souboru naměřených dat. Platí úměrnost, čím vyšší počet náměrů v časové řadě, tím je stanovení střední hodnoty věrohodnější. Cílem je dosáhnout toho, aby se určená střední hodnota co nejvíce blížila střednímu času, který odpovídá skutečnému průměru spotřeby času i za delší než měřené období. [12], [15]

### 3.2 Pohybové studie

Při časových studiích dané operace, jež provádí několik různých pracovníků při stejných podmínkách se časy značně liší. Důvodem je, že každý pracovník používá jinou pracovní metodu. Pohybové studie podrobují vykonávanou práci rozboru až na úroveň pracovních pohybů, které se snaží přesně popsat a definovat. Dále navrhnou průběh práce s co nejmenším možným počtem pohybů a vhodné zařízení, metody pro zjištění účelného vykonávání práce. Důvodem pro zavádění pohybových studií je vytvoření takového postupu, který by za daných technologických a organizačních podmínek zajistil co nejkratší časový průběh procesu při zachování efektivity všech jeho částí. [17]

Mezi pohybové studie patří například:

- Postupové a oběhové diagramy
- Diagramy pracovního postupu
- Diagramy složitých činností
- Mikropohybové studie
- Studie dráhy pohybů a další

Zjednoduše vyjadřují pracovní postup z hlediska návaznosti jednotlivých činností, vzdáleností, které je potřeba překonat, včetně uskladnění a jiné manipulace s materiálem a výrobky. Diagramy se soustředí nejen na činnosti produktivní, ale i na činnosti zpožďující a neproduktivní. Pro schématické vyjádření procesu se používají značky, jež jsou rozšířeny v mezinárodním měřítku. Nejpoužívanější z nich jsou uvedeny na obrázku 3.2.1.



Obrázek 3.2.1 Schématické značky diagramu

Rozdíly v použití diagramů jsou dány způsobem sledování pracovních činností. Zatímco postupové a oběhové diagramy se zaměřují na pracovní činnost jednotlivce či pracovní čety jako jednotky, pak diagramy pracovního postupu podrobně analyzují zátěž např. Z hlediska levé a pravé ruky apod., diagram složitých činností konečně analyzuje souhrnně práci člověka a stroje. Tyto jednoduché diagramy poskytují okamžitý přehled, který upozorňuje na nesprávné rozmístění pracovních míst, neefektivní vzdálenosti či zbytečné skladování mezi operacemi, dále na organizaci práce, při které čeká pracovník zbytečně na ukončení práce stroje a naopak. Na základě těchto dat je potom možné sestavit diagram nové pracovní činnosti a vyčíslit jednotlivé úspory. [14]

### 3.2.1 Mikropohybové studie

Jsou založeny na rozložení pracovní operace na elementární pohyby, tzv. „mikropohyby“ a jejich následné analýze. Důkladnou analýzou práce rozvržené na mikropohyby hledá odborník nový způsob řešení, který je nejen rychlejší, ale i bezpečnější, přináší menší fyzickou zátěž, psychické nároky apod. Jednotlivé doby trvání konkrétních mikropohybů jsou totiž rozděleny podle nároků na vzdálenost, hmotnou zátěž, potřebu dalších pomůcek, požadavky na hledání a rozhodování atp. [14]

### 3.2.2 Studie dráhy pohybů

Vychází ze sledování drah pohybů, které při pracovní činnosti pracovník vykonává. Sledování lze zajistit speciálními kamerami a nebo dalšími světelnými a mechanickými signály.

Stav činností se pak vyhodnocuje podle nerovnoměrného soustředění a nerovnoměrných délekdrah pohybů do jednoho místa, jejich soustředění do míst na okraji pracoviště apod.

[14]

Obvykle se pohybové studie uplatňují až při aplikaci na vyšší stupně strojírenských výrob (většina metod však má sdružené stupně, které jsou využitelné, avšak nikoliv bez závěru i pro malosériovou výrobu). Studie rozborově výpočtové pro stanovení standardních časů jsou založeny na pohybových normativních (normativních prvotních, získaných na základě mnoha tisíc měření v konkrétních avšak zobecněných podmínkách). [14], [12]

### 3.3 Metody předem stanovených časů

Jsou metody nepřímého měření spotřeby času založené na předem určených časech základních pohybů. Na rozdíl od přímých metod měření spotřeby času (snímek operace, pracovního dne a dalších) jsou řešeny jako kombinace časových a pohybových studií. Na základě délky pracovního pohybu přiřazují úkonu předem určené časy získané na základě dlouhodobých studií měření práce. Zakládají na zjištění, že i složitá lidská práce lze rozdělit na elementární pohyby a úkony, které se pravidelně opakují. Tyto základní prvky práce nazýváme základní pohyby (uchopit, přemístit, sáhnout atd.). Při výzkumu těchto pohybů bylo zjištěno, že při užití vhodných tolerancí je čas, který potřebuje zpracovaný dělník na uskutečnění základních pohybů, stejný. Díky zmíněným faktům je možno statisticky určit časové hodnoty pro trvání jednotlivých základních pohybů. [9], [14]



















#### 3.3.1 Vývoj metod předem stanovených časů

Jedním z prvních, kdo se začal zabývat časovými studiemi a jejich aplikací byl Frederic Taylor (1856 – 1915). Jeho zásadní přínos byl v rozdělení pracovní operace na jednotlivé části, které následně měřil a zaznamenával.

Dalšími průkopníky v oblasti vývoje byli manželé Frank (1868 – 1924) a Lilian (1878 – 1972) Gilbrethovi. První pohybové studie a metody předem určených časů lze zařadit k elementárnímu principu členění vykonané práce až na pracovní úkony, avšak členěním aplikací z hlediska použitelnosti pro určitý typ výroby (1 hromadný-velkosériový, 2 sériová a středně

sériová výroba, 3 výroba malosériová až kusová) se začal u sdružených aplikací metod projevovat sekvenční princip. Ten však byl plně rozvinut až u metody MOST.

Frank Gilbreth se snažil dále dělit Taylorovy dílčí postupy. Hledal způsob práce, který by zahrnoval co nejméně pohybů a tím zkracoval, zrychloval a zefektivňoval pracovní činnost. Gilbreth jeho pohybové studie nadále vylepšoval a dílčí úkony nakonec rozdělil na 18 základních (tzv. „therbligs“), které jsou na obrázku 3.3.1.1. [2], [16]

	Hledání		Užití
	Nalézání		Rozebrání
	Vybírání		Zkoumání
	Uchopení		Připravení
	Držení		Uvolnění
	Nesení		Nevyhnutelné zdržení
	Pohybování		Vyhnutelné zdržení
	Pozice		Uvažování
	Sestavení		Odpočinek

Obrázek 3.3.1.1 Základní „therbligs“

Kromě Gilbrethových „Therbligs“, u nichž lze z hlediska racionalizace oddělit prvky produktivní (sáhnutí, uchopení, podání, atd.), zpožd'ující (otáčení, hledání, zkoumání, atd.), i neproduktivní (zdržení, odpočinek, atd.) a H.L.Ganttových „Human factors“, patří k prvním rozborům pracovních pohybů metoda MTA (Methods Time Analysis) A.B. Segura, v níž jako první zohlednil vzájemné vazby mezi časovými elementy a jednotlivými pracovními pohyby včetně současně práce obou rukou a navrhnul tabulkovou formu vylepšující principy pracovních metod různých profesí pomocí základních pohybů.

V letech 1934 – 1938 bylo pod vedením Josepha H. Quicka dosaženo významného vývoje předem stanovených časů. Byl vyvinut systém pohybových normativů Work Factor (WF). Časové



studie byly provedeny ve statisticky dostatečném počtu a to nejméně 1100 pracovníky. Studie prováděl v různých výrobních oblastech a pro různé pracovní pohyby. Cílem zpracované metody WF (J.Quick) bylo:

- Navrhnout a zajistit ekonomické pohyby při práci a tím i ekonomickou spotřebu práce a času
- Používat při manuální činnosti nejlepších možných metod práce
- Zajistit pro práci nejvhodnější pomůcky a nejlepší organizaci pracoviště
- Využít praktické aplikace na jednotlivé typy výroby čemuž odpovídaly i čtyři modifikace metody WF: základní WF1 pro hromadnou a velkosériovou výrobu ( cykly do 0,15min.), zjednodušená, pro běžnou sériovou výrobu (WF2), zkrácená WF3 pro použití v malosériové výrobě ( spotřeba času na operaci do 6 minut) a zrychlená, obsahující jednoduchá pravidla pro výpočet času v oblasti racionalizačních studií.

Podstatou WF systému je analýza pracovních pohybů a jim odpovídající spotřeba času, ovlivněná činiteli trvání a faktory spotřeby, které jsou dány částí těla, která pracovní pohyb vykonává ( dáno označením elementárního pohybu)

1. Překonávanou vzdáleností nebo úhlem
2. Přenášenou vahou (hmotnost předmětu) nebo překonávaný odpor
3. Způsobem ovládání a kombinací pohybů

Časovou jednotkou metody WF je jedna desetitisícina minuty, pro současné konání pohybů oběma rukama se pro některé podmínky vykonávané práce používá přírážka „simu“. [2],

### 3.3.2 Metoda MTM

Nejrozšířenější metoda pohybových studií s předem určenými časy je MTM ( Methods Time Measurement – H.B.Maynard). Metoda je založena na myšlence, že každou manuální práci lze rozdělit na základní elementární pohyby, které jsou nutné pro její provedení. Každému elementárnímu pohybu můžeme přiřadit předem stanovenou časovou hodnotu, která je dána charakterem elementárního pohybu a doprovodnými vlivy. Z jednotlivých elementárních pohybů lze sestavit pracovní postup pro jakoukoliv činnost. Metodou MTM lze také určit možnost slučování pohybů ( současné pohyby – levá a pravá ruka, kombinované pohyby jedné ruky –

překrytí rozhodujícím pohybem, složené pohyby – levé a pravé ruky současně z nichž alespoň jeden je také kombinovaný).

Díky analýze a vyhodnocení MTM jsme schopni vytvořit optimální způsob práce (rozděluje pohyby na produktivní, zpožďující a nevhodné pro vykonávanou práci). Na jejím základu lze optimalizovat rozložení pracoviště, používané nářadí, přípravky, zásobníky. Odstraněním zbytečných, neúčelných pohybů lze snížit únavu, ztráty času a energie.

Metoda MTM – 1 patří mezi nejpodrobnější procedury, které rozebírají jakoukoliv manuální činnost nebo pracovní metodu na základní pohyby podrobně označené včetně činitelů trvání a přiděluje jim podle podmínek za nichž jsou vykonávány předem určený čas jejich trvání.

MTM - 1 dělí pohyby do 3 základních skupin:

- Pohyby horních končetin ( 9 pohybů pro prsty, zápěstí, ruce a paže)
- Pohyby dolních končetin a těla ( 13 podskupin pohybů)
- Zrakové funkce spojené s vykonávanou prací ( 2 podskupiny pohybů) [15], [16]

Tabulka 3.3.2.1 Základní pohyby horních končetin při použití metody MTM-1

Pohyby horních končetin		
Název pohybu	Anglický název	Zkratka
sáhnout	REACH	<b>R</b>
přemístit	MOVE	<b>M</b>
uchopit	GRASP	<b>G</b>
pustit (uvolnit)	RELEASE	<b>RL</b>
umístit	POSITIN	<b>P</b>
obrátit	TURN	<b>T</b>
točit	CRANK	<b>C</b>
oddělit	DISENGAGE	<b>D</b>
tlačit	APPLY PRESSURE	<b>AP</b>

Tabulka 3.3.1.2 Základní pohyby dolních končetin při použití metody MTM-1

Pohyby dolních končetin		
Název pohybu	Anglický název	Zkratka
pohyb chodidla bez tlaku	FOOT MOVEMENT	<b>FM</b>

pohyb jedné nohy	LEG MOVEMENT	<b>LM</b>
úrok stranou	SIDE STEP	<b>SS</b>
otočení těla	TURN BODY	<b>TB</b>
chůze bez zátěže a překážek	WALK PLACE	<b>W-P</b>
předklonění	BEND	<b>B</b>
vzpřímení	ARISE	<b>A</b>
úklon	STOOP	<b>S</b>
klek na jedno koleno	KLEEN ON ONE KNEE	<b>KOK</b>
Klek na obě kolena	KLEEN ON BOTH KNEES	<b>KBK</b>
sednout	SIT	<b>SIT</b>
vstát	STAND	<b>STD</b>

Tabulka 3.3.2.3 Základní zrakové funkce spojené s vykonávanou prací při použití metody MTM – 1 [9]

<b>Zrakové funkce spojené s vykonávanou prací</b>		
<b>Název pohybu</b>	<b>Anglický název</b>	<b>Zkratka</b>
sledování pohledem	EYE TRAVEL	<b>ET</b>
pohled zaostřit	EYE FOCUS	<b>EF</b>

### 3.3.2.1 Postup sestavení analýzy MTM – 1

Základní pohyby, jenž jsou třeba k vytvoření analýzy pracovního postupu se zapisují postupně ve stejném sledu, ve kterém se v pracovní operaci reálně provádějí. Zapisují se do takzvaného obouručního analytického formuláře, kde se uvádí symboly pro levou a pravou ruku zvlášť.

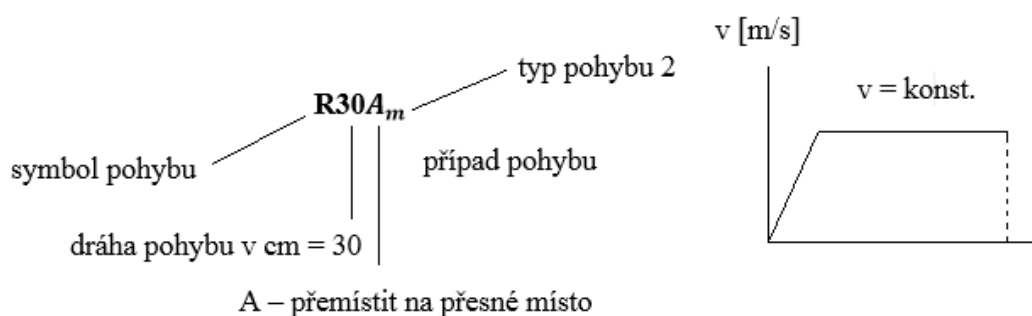
Postupuje se následovně:

- Stanovení základního pohybu
  - Klasifikace případu
  - Klasifikace typu pohybu
  - Stanovení vzdálenosti
  - Vyhledání časové hodnoty v tabulce

Výsledný čas, potřebný pro provedení dané operace je součtem jednotlivých časových hodnot základních pohybů.

Základní pohyby jsou označovány pomocí symbolů složených z písmen (druh pohybu) a čísel, které značí potřebnou vzdálenost pro vykonání pohybu, popřípadě úsilí (obtížnost). Jako časová jednotka byla zavedena 1 TMU (Time Measurement Unit = jedna stotisícina hodiny). Činitel trvání (ovlivňující faktory času) pro metodu MTM jsou dráha (obecně délka  $y$ , udávaná v cm), rychlost pohybu resp. její průběh (s náběhem a doběhem, 3 základní typy pohybu označované jedním nebo dvěma malými  $m$  do indexů před nebo za symbol, typ 1 náběh i doběh, běžný, základní bez přidavného symbolu, typ 2 s chybějícím náběhem či doběhem, s jedním přidaným  $m$  – a typ 3 s dvěma  $m$ ), rozlišení statické a dynamické práce (podtržení symbolu), hmotnost předmětu v kg a odpor proti pohybu, úhel natočení a průměr točení.

Příklad označení základního pohybu pro základní pohyb MOVE – přemístit M :



Obrázek 3.3.2.1.1 Označení základního pohybu

### R30A<sub>m</sub>

symbol pohybu	případ pohybu	A – přemístit na přesné místo
dráha pohybu v cm = 30	typ pohybu 2	v [m/s] v = konst. čas t [s]
[9], [15], [16]		

### 3.3.2.2 Nástavby MTM

Metoda MTM – 1 rozebírá pracovní proces až do základních pohybů, to je sice velmi detailní, ale také pracné a časově náročné. Z těchto důvodů se vyvinuly navazující metody na MTM – 1, jako MTM – 2 až MTM -5. Tyto metody se skládají z bloků do nichž už jsou implementovány základní kódy MTM – 1. Vyšší stupně MTM umožňují zásadně zrychlit analýzu pracovního procesu, protože jimi lze sledovat i delší trvání operace.

V tabulce 3.3.2.2.1 jsou uvedeny orientační délky trvání operace pro jednotlivé stupně MTM

Tabulka 3.3.2.2.1 Orientační tabulka pro MTM

Orientační tabulka pro MTM		
Stupeň MTM	Podrobnost členění analýzy	Trvání operace [ min]
MTM - 1	Základní pohyb	0,1 – 0,5
MTM - 2	Sled pohybů	0,5 – 3
MTM - 3	Pracovní operace	3 – 30
MTM - 4	Pracovní fáze	30 – 1 800
MTM - 5	Pracovní proces	Více než 1 800

*MTM racionalizace práce pomocí předem stanovených...*

[14], [16]

### 3.3.3 MOST ( Maynard Operation Sequence Technique)

Základy MOST jsou postaveny na základech MTM, vychází z podobnosti pořadí podrobných rozborů MTM, nehledě na to, jaká výroba je analyzována. Díky výzkumům prováděných pohybů byly vyvozeny sekvenční modely pro MOST. Z fyzikální definice práce ( $W=F*D$ , Work= Force\* Distance) vyplývá, že je MOST technika založená především na měření práce vykonané na přemístění objektu. Účinná, efektivní, produktivní a hladce probíhající práce je možná pouze tehdy, jsou-li pracovní pohyby předem promyšleny a vhodně uspořádány. Pohyb objektů obvykle probíhá v opakujících se cyklech jednotlivých pohybů, například reach, grasp, move, atd. Díky tomu lze tyto detailně popsané pohyby sloučit do sekvencí. *Rozbory bylo zjištěno, že k popisu jakékoliv práce jsou potřeba pouze tři úkonové sekvence ( sekvence činností).* Čtvrtá sekvence činností má logistickou povahu, jedná se o manipulaci s objektem s využitím manipulačního zařízení ( jeřábu). [10], [15]

Základní sekvenční modely pro MOST:

- Obecné přemístění ( the General Move sequence) – slouží k prostorovému volnému přemístování předmětu
- Řízené přemístění ( the Controlled Move Sequence) – pro popis pohybu předmětu, který je v kontaktu s dalším povrchem nebo je připojen k dalšímu předmětu během přemístování

- Použití nástroje ( the Tool Use Sequence) – pro použití běžného ručního náradí, nástrojů a ručních strojků ( vzduchová čistící pistole, ruční vrtačka, ruční pákový lis apod.)
- Použití jeřábu ( the Manual Crane Sequence) – pro měření času pohybu těžkých přemísťovaných předmětů, jehož četnost využití je mnohem nižší, než tří předchozích sekvenčních modelů [14], [15]

### 3.4 Návrh metody měření spotřeby času

V současnosti probíhá výroba konzol v pravidelně se opakujících cyklech s předem daným sledem operací. Výrobní portfolio firmy je stabilní a nepředpokládá se zásadní rozšiřování vyráběných produktů. Pro tuto konkrétní výrobu volím metodu snímku operace chronometrů pomocí digitálního chronometru. U každého pracoviště bude nainstalován nožní spínač s dvěma pedály ( viz obr. 3.4.1). Při začátku operace pracovník spustí časomíru, po jejím ukončení časomíru vypne. Díky možnosti napojení pedálů na PC skrze port RS 232 je možné naměřené časy ukládat a zpracovávat. Jako nástroj pro vyhodnocení naměřených dat bude sloužit MS Excel. Sestavení a naprogramování celého měřicího systému zajistí vývojové oddělení elektronických stavebnic firmy Tipa.



Obrázek 3.4.1 Nožní spínač

#### 3.4.1 Průběh měření

Metoda měření spotřeby času musí být dostatečně jednoduchá, aby každý pracovník mohl čas měřit sám a nerušila ho při vykonávané práci. Volím proto metodu snímku operace. Díky spouštění a vypínání časomíry pomocí pedálu bude mít pracovník stále volné ruce a bude pouze minimálně omezen v obvyklé činnosti. Měření času operace bude probíhat při každé výrobní operaci.

Detailnější měření se budou provádět vždy jednou za čtrnáct dní. Pro detailní měření se využije snímku pracovního dne. Interval měření snímku pracovního dne se také přizpůsobí druhu vyráběné konzoly tak, aby měření obsáhlo co největší možný počet konzol. Bude je provádět vedoucí výroby pomocí stopek. U těchto snímků pracovního dne se budou měřit všechny činnosti detailněji popsané v technologických postupech jednotlivých konzol. Tyto data lze následně využít pro další racionalizaci a jako hodnotná základna dat pro zefektivnění výrobního procesu.

## 4 Analýza současného stavu

### 4.1 Technologičnost konstrukce

Technologičnost konstrukce v sobě zahrnuje mnoho technických, ekonomických a ekologických aspektů, které ji ovlivňují. Mnohdy všechny tyto aspekty mají rozdílné požadavky. Vždy je proto nutné najít vhodný kompromis při řešení těchto požadavků. Je také potřeba brát na vědomí, že po splnění všech funkčních požadavků na vlastnosti výrobku jsou obvykle rozhodující požadavky na efektivnost výroby. [8]

Obecné hlediska posuzované vzhledem k technologičnosti konstrukce:

- Konstrukce má být co nejjednodušší a zároveň plnit všechny funkční požadavky
- Konstrukční prvky mají být co nejjednodušší ( z hlediska technologie její výroby)
- Při konstrukci používat maximální možný počet normalizovaných polotovarů
- Opodstatněný počet stejných konstrukčních prvků jako zbytek vyráběného portfolia
- Opodstatněný podíl dříve vyráběných součástí ( dědičnost konstrukce)
- Součásti by měly být vyráběny z optimálních polotovarů
- Minimální náklady
- Minimální pracnost výroby a montáže
- Minimální délka pracovního cyklu [8], [4]

Konzoly, jenž jsou analyzovány v této práci se skládají z nezměněných polotovarů, které jsou děleny a následně svařovány. Všechny polotovary jsou z nelegované konstrukční oceli obvyklé jakosti S 235 JR ( 1.0038). Použitá ocel je vhodná pro výrobu součástí a strojů menších tloušťek, které jsou tavně svařované, tvářené, namáhané staticky, případně i mírně dynamicky. Ocel je také vyhovující pro povrchovou úpravu ať už žárovým či galvanickým zinkem. [7]

Při výběru materiálu určeného pro výrobu konzol jsou kladeny nároky hlavně na:

- Nízká pořizovací cena
- Dobrá svařitelnost
- Dobrá tvařitelnost
- Dobrá obrobiteľnosť
- Zinkovatelnost

Vzhledem k relativně nízkým požadavkům na mechanické vlastnosti a důrazu na nízkou pořizovací cenu je pro výrobu konzol optimální materiál S 235 JR ( 1.0038). Zmíněný materiál také splňuje požadavky na dobrou svařitelnost, dobrou obrobiteľnosť, je vhodný pro tváření a zaručeně zinkovatelný.

Při zkoumání možností změny konstrukce či polotovarů konzol jsem došel k závěru, že dva ze čtyř zkoumaných představitelů jsou velmi prosté konstrukce, která nenabízí příliš mnoho možností změn. U konzoly na stožár se vzpěrou jsem navrhnul zaměnit vzpěru, jenž se momentálně vyrábí z trubky za rovnoramenný tenkostěnný L profil 20x20x2. Obdobně jako ostatní polotovary je vyroben z S 235 JR ( 1.0038). Zavedené opatření je opodstatněno snížením pracovní výroby a snížením nákladů na materiál, protože metr profilu je levnější nežli trubka. Do dříve používané trubky bylo nutné před svařováním vybrousit drážku, která zajišťovala odtok zinku při zinkování. Pro obě zbylé konzoly ( konzola na stožár, konzola na stožár se vzpěrou) na stožár jsem změnil smysl uspořádání L profilu. Opět se jedná o změnu konstrukčně technologického charakteru, která usnadní výrobu díky snadnějšímu ustavení polotovarů do svařovacího přípravku.

#### 4.2 Technologičnost konstrukce svařenců

Podobně jako obecná definice technologičnosti konstrukce i technologičnost konstrukce svařenců v sobě obsahuje souhrn konstrukčních, ekonomických a dalších požadavků. Při volbě technologie a způsobu svařování je nutné vzít v úvahu:

- Technologii výroby svarku
- Podmínky svarku v provozu
- Svařitelnost materiálů



- Materiál svarků
- Dostupné svařovací technologie v závodu
- Sériovost výroby
- Možnost nahrazení jinou technologií [4], [13]

Konstrukci konzol ovšem nejvýznamněji ovlivňují požadavky zákazníku. Ti jsou zvyklí na současnou konvenční konstrukci, kterou také dodržují ostatní konkurenční firmy. Již dříve, kdy byly zákazníkům nabídnuty jiné konstrukční řešení se potvrdilo, že o ně nejvíce zájem.

### 4.3 Současný provoz

V současnosti výroba probíhá v hale, která byla zrekonstruována pro účely výroby konzol a jako sklad zboží. Výroba je přizpůsobena tak, aby byl umožněn přístup ke skladovacím prostorům. Dále je zde prováděna montáž satelitních přijímačů, údržba a další činnosti související s chodem skladu. Prostory pro výrobu proto musejí být přizpůsobeny těmto potřebám. Největší vliv mají tyto skutečnosti na rozmístění strojů. Dispoziční řešení haly je proto přizpůsobeno tak, aby umožnilo manipulaci se zbožím. Výkres dispoziční situace a materiálového toku je v příloze.

#### 4.3.1 Současné výrobní stroje

Výrobní technologie zastoupené v provozu pro zajištění výroby konzol jsou:

#### **Excentrický ( výstředníkový) lis LEK 160**

<b>Technické parametry lisu LEK 160</b>	
<b>Jmenovitá tvářecí síla</b>	160 t
<b>Šířka pracovní plochy stolu</b>	740 mm
<b>Zdvih beranu</b>	25 - 160 mm
<b>Počet zdvihů</b>	50 /min
<b>Rozměry stolu</b>	1000 x 740 mm
<b>Rozměry beranu</b>	710 x 425 mm
<b>Přestavení beranu</b>	100 mm
<b>Výška sevření</b>	455 mm
<b>Výkon elektromotoru</b>	11 kW
<b>Rozměry d x š x v</b>	1380 x 1950 x 3350 mm
<b>Délka pracovní plochy stolu</b>	1000 mm
<b>Hmotnost stroje</b>	13 000 kg



Obrázek 4.3.1.1 Excentrický lis LEK 160

Excentrické lisy se používají se na stříhání, děrování, ohýbání, mělké tažení další operace plošného tváření. Pohyb beranu lisu realizuje výstředníkový hřídel s ojnicí, přičemž výstředníkovým hřídelem se rozumí čep s výstředností menší než je průměr čepu.

Lis LEK se v současnosti vyžíván pro ohýbání příslušenství pro držíky. I pro stávající potřeby výroby je ovšem předimenzovaný. Lis zde zůstal po bývalém provozovateli prostor. Jeho výměna za menší by představovala další investice a poměrně složitý transport. Zvýšená spotřeba energie je kompenzována soběstačností objektu na kterém jsou umístěny solární panely. V současné době proto není zásadní důvod pro jeho výměnu.

### **Pásová pila Pilous ARG 300 plus**



Obrázek 4.3.1.2 Technické parametry Pilous ARG 300 plus

Jedná se o hydraulickou pásovou pilu, určenou k řezání kovu. Je to univerzální pásová pila, umožňující dělení širokého spektra materiálů a průřezů profilů. Posuv do záběru je prováděn vlastní vahou ramene s možností plynulé regulace posuvu škrťicím ventilem olejového tlumiče. Hydraulický agregát automaticky zvedá rameno pilového pásu po ukončení řezu. Výška zdvihu je nastavitelná dle velikosti řezaného materiálu. Upínání a posuv materiálu je ruční.

Pásová pila je ideální, protože umožňuje dělit pestré spektrum materiálů. Pro danou aplikaci je nejvhodnější volbou, jelikož je potřeba řezat velké množství profilů najednou. Svou flexibilitou umožňuje řezat i ostatní materiály, potřebné k zajištění ostatní výroby. Další výhodou jsou relativně nízké náklady na pořízení a údržbu. Odpadají náklady na broušení nástroje a s tím spojená potřebná technika. K této pásové pile je také možné zakoupit mnoho příslušenství. Válečkový dopravník je pro řezání dlouhého materiálu nutností, proto je společně s upínacím přípravkem součástí pily v provozu.

### Sloupová vrtačka TOS VS 32

### Technické parametry sloupové vrtačky TOS VS 32

Tabulka 4.3.1.2 Technické parametry TOS VS 32

<b>Max. průměr vrtání</b>	32 mm
<b>Max. hloubka vrtání</b>	200 mm
<b>Výkon elektromotoru</b>	1,6 kW
<b>Rozměry stroje d x š</b>	620x1110 mm
<b>Upínací plocha stolu</b>	1000 mm
<b>Hmotnost stroje</b>	630 kg



Obrázek 4.3.1.4.3.2 Vrtačka TOS VS 32

Konvenční sloupová vrtačka s automatickým posuvem. Po plánované reorganizaci bude pro uvedené představitele vrtání nahrazeno tvářením. Vrtačka bude sloužit k zajištění ostatní výroby a údržbě.

### Svářečka ALF 285 industry



Obrázek 4.3.1.4.3.3 Svářečka ALF 285 industry

## Svařování

Svařování je spojování materiálu nerozebíratelným způsobem za působení tepla, tlaku nebo jejich kombinací. Je možné svařovat s přídavným materiálem podobného nebo stejného složení jako základní materiál, nebo bez přídavného materiálu. Polotovarům vzniklým svařováním říkáme svařence. Tato technologie je v mnoha ohledech nenahraditelná. Předností je vznik spoje vysoké pevnosti, trvanlivosti a také těsnosti. Svařování také zvyšuje produktivitu práce, umožňuje rychlou

realizaci např. prototypů, zkracuje výrobní časy. Nevýhodou je, že při svařování vzniká teplotně ovlivněná oblast a sní spojený vznik pnutí, deformací a vnitřních vad.

### **Tavné svařování**

Svařování tavné, neboli za působení tepla, při kterém dochází ke vzniku spoje natavením svarových ploch základního materiálu. Roztavený materiál tvoří tavnou lázeň. Přídavný materiál je obdobného nebo podobného chemického složení jako základní materiál. Před samotným svařováním je nutné upravit plochy základního materiálu např. broušením či frézováním, tak aby se plochy zbavily oxidů a nečistot. [13]

### **Postup svařování**

Nejprve se vytvoří kořen svaru, na který jsou postupně kladeny další housenky. Materiál přidaný se působením tepla smísí se základním materiálem a vzniká závar. Dle velikosti tepla vneseného do základního materiálu vzniká teplotně ovlivněná oblast a tím související vznik nežádoucích pnutí a deformací. Zaručeně svařitelné materiály mají do 0,22 % C. Vznik těchto deformací lze snížit předehřevem u nelegovaných ocelí (100 – 250) C° u legovaných ocelí 350° C.

Svařovat lze v různých polohách. Volba polohy má vliv na produktivitu práce, kvalitu svařování a rentabilitu svařování. Pro zajištění správné polohy svařování užíváme svařovací přípravky - polohovadla. [13]

### **Svařování tavnou elektrodou MAG**

MAG ( Metal Aktiv Gas) neboli poloautomatické svařování tavnou elektrodou v ochraně atmosféře aktivního plynu. Automatizace této metody spočívá v automatickém podávání svařovacího drátu. Zdrojem tepla je elektrický oblouk, který hoří mezi základním materiálem a kovovou elektrodou o průměru (0,8 – 2,4 mm). Zapojení elektrického oblouku: elektroda na kladném pólu a svařovaný materiál na pólu záporném. Výhradně se užívá stejnosměrného proudu. Metoda je vhodná pro plechy do tloušťky 12 mm bez úkosu a nelegované, nízkolegované, ale i vysokolegované oceli. [13]

### **Plyny pro MAG svařování**

## **CO<sub>2</sub>**

- Oxid uhličitý je u nás stále populární ochranný plyn, zejména v malých provozech a při hobby svařování. Důvodem jeho oblíbenosti je snadná dostupnost a nízká cena. Z hlediska svařovacích vlastností, jej ale překonaly aktivní směsné plyny na bázi argonu.

- Čistý CO<sub>2</sub> dovoluje dobrý průvar, ale podporuje formování oxidů a karbidů, které nepříznivě ovlivňují mechanické vlastnosti svarů. Další nevýhodou je, že při čistém CO<sub>2</sub> je na oblouku dost vysoké napětí a tedy i velký rozstřík.

- CO<sub>2</sub> se používá při svařování a navařování nelegovaných a nízkolegovaných konstrukčních ocelí. Není vhodný pro vysoce legované oceli, zvláště pak pro nerez.

## **Směs-Argon + CO<sub>2</sub>**

- ochranný plyn s lepšími vlastnostmi než CO<sub>2</sub>. Provozní náklady směsi Argonu a CO<sub>2</sub> jsou vyšší než při použití samotného CO<sub>2</sub>. Ve velkých provozech a v případech důrazu na kvalitu a produktivitu svařování, se používá již výhradně tento druh plynů. Podíl CO<sub>2</sub> ve směsi může být maximálně 25%. Při vyšším podílu už by argon ve směsi byl zbytečný a bylo by jedno, zdali se svařuje ve směsi či v čistém CO<sub>2</sub>. Opět se používá hlavně na nelegované a nízkolegované oceli. Nejznámější směsi jsou: 82%Ar+18%CO<sub>2</sub> a 92%Ar+8%CO<sub>2</sub>.

## **Směs-Argon+O<sub>2</sub>**

- směsný plyn na bázi argonu s příměsí kyslíku. Podíl kyslíku ve směsi by neměl překročit 5%. Tyto plyny se používají zejména na vysocelegované oceli, kam patří i korozivzdorné oceli. Nejpoužívanější plyny jsou: 97%Ar+3%O<sub>2</sub>, 99%Ar+1%O<sub>2</sub>. [13]

## **Vyhodnocení metod svařování**

V současnosti se pro svařování používá MAG svářečka ALF 285 industry. Pro výrobu je vhodná hlavně díky své univerzálnosti a relativně nízkým nákladům na svařování. Svary zhotovené touto metodou mají dostatečnou jakost, takže není zásadní důvod pro obměnu technologie. Díky použití automatizace lze vyrábět svary s téměř konstantní jakostí.

Tabulka 4.3.1.3 Technické parametry ALF 285 industry

Technické parametry svářečky ALF 285 industry		
Napájecí napětí	3x400V/50Hz	
Jištění síťového přívodu	16A pomalé	
Účinnost $\cos \phi$	0,9	
Maximální příkon	10,2 kVA	
Rozsah svařovacího proudu I2	20A/15V÷280A/28V	
Napětí naprázdno	16,5÷37,5V	
Svařovací proud I2	240A	DZ 60%
Příkon S1 / proud I1	8,2kVA/14,8A	
Hmotnost	93kg	
Rozměry	510x800x790 mm	

## Současná manipulační a skladovací technika

### Nízkozdvižný paletový vozík

Tabulka 4.3.1.4 Technické parametry Nízkozdvižného vozíku



Obrázek 4.3.1.4.3.4 Nízko zdvižný paletový vozík

Nízkozdvižný paletový vozík	
Nosnost	2000 kg
Na paletu	120x800 cm
Šířka	68.5 cm
Délka	154 cm

Tabulka 4.3.1.5 Technické parametry transportní přepravky

### Transportní přepravka



Obrázek 4.3.1.4.3.5 Transportní přepravka

Transportní přepravka	
(vxšxd)	160x300x400 mm
Nosnost	40 kg

Transportní přepravky jsou určeny na přepravu rozpracovaných výrobků mezi jednotlivými pracovišti.

### Euro paleta

Tabulka 4.3.1.6 Rozměry Europalety

Europaleta	
(šxdxv)	120x800x400 cm
Nosnost	Až 1500 kg



Obrázek 4.3.1.4.3.6 Europaleta

#### 4.4 Konzola na stěnu, současný stav

Konzola na stěnu je jedna z nejvíce prodávaných a vyráběných typů konzol. Proto jsem ji vybral jako zástupce pro optimalizaci jejího výrobního procesu. Obvykle se používá pro uchycení na stěnu či jinou rovinnou plochu. Je na ni možno uchytit satelitní parabolu či jiné zařízení pro přijímání různého signálu. Pro optimalizaci výrobního procesu jsem vybral nejvyráběnější variantu s trubkou  $\varnothing 42 \times 1,5$ , délkou vyložení 350mm. Rozměry základny a funkční délky trubky pro montáž zařízení jsou pro všechny varianty stejné.

Konzola je složena ze dvou trubek, které jsou na sebe kolmo navařeny. Podstavu tvoří dva kusy pásové oceli s montážními dírami. Posledním dílem sestavy je plastová zátka pro utěsnění dutiny konzoly. Oba kusy pásové oceli tvoří tvar písmene T. V každém kusu pásové oceli jsou dvě díry, i když pro montáž slouží pouze tři díry. Z technologických důvodů je nutné, aby v části podstavy, která navazuje na trubku byla díra pro odvod zinku při zinkování.



Obrázek 4.4.1 Konzola na stěnu



Tabulka 4.4.1 Přehled operací pro konzolu na stěnu

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stěnu Č.výkresu: 1456-0997-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2, PLO 50x5-6000-ČSN EN 10058						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		Pilous ARG 300 plus	Řezat PLO 50x5-160	0,55	6,54		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat PLO 50x5-240	0,55	6,54		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,87	10,50		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	1,81	21,77		
50		TOS VS 32	Vrtat 2x12 do PL 50x5-160	1,03	12,31		
60		TOS VS 32	Vrtat 2x12 do PL 50x5-240	1,03	12,31		
70		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42		
80		ALF 285 industry	Svařovat PL 50x5-160, PL 50-240, základnu	1,08	12,95		
<b>Celkem</b>						<b>8,61</b>	<b>103,33</b>
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík		Schválil:		

V první fázi výroby se začíná dělením materiálu na pásevé pile Pilous ARG 300 plus. Jako první se dělí na požadovanou délku plochá ocel, aby bylo možno připravené polotovary hned po dělení přemístit k vrtání. Plochá ocel je přemístěna z konzolového regálu na dopravník pily. Polotovar je PLO 50x5-6000 ČSN EN 10058 z materiálu S 235 JR ( 1.0038). Plochá ocel se dělí ve svazcích po dvanácti kusech. Pro usnadnění manipulace se svazkem je na konci svazek bodově svařen, aby tvořil jeden celek. Nařezané polotovary na délku 160mm a 240mm se nejdříve odjehlí a následně se ukládají do transportních přepravek, ve kterých jsou dále přenášeny k vrtání.

Následuje dělení trubek TR Ø 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2 z materiálu S 235 JR ( 1.0038). Obdobně jako u pásové oceli se trubky dělí po svazcích po dvanácti kuse a také se na konci bodově svaří. První řez se provádí pod úhlem 45° v délce 200mm. Druhý řez v délce 350mm se provádí pod úhlem 90°. Takto se postupuje až do spotřebování celé délky trubky. Nařezané polotovary se nejdříve odjehlí a následně se ukládají do transportních přepravek, ve kterých jsou dále přenášeny ke svařovně.

Souběžně s dělením trubek probíhá také vrtání děr do pásové oceli. Polotovary jsou usazeny do přípravku pro vrtání 1456-160x50x5-2 pro délku 160mm a 1456-240x50x5-2 pro délku 240mm, v obou případech po osmi kusech. Vrtání probíhá na sloupové vrtačce TOS VS 32.



Obrázek 4.4.3 Přípravek 1456-160x50x5-2



Obrázek 4.4.4 Přípravek 1456-240x50x5-2

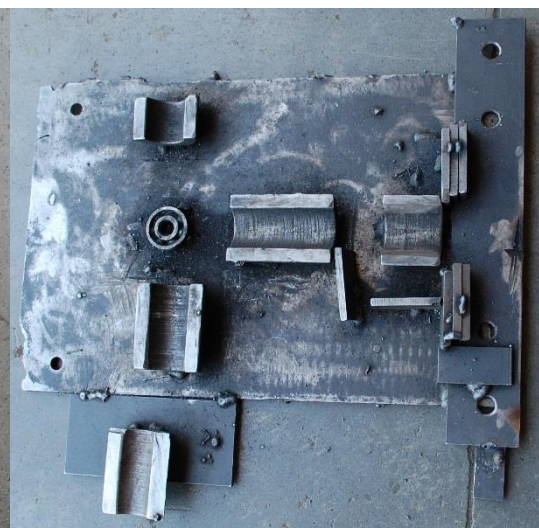


Obrázek 4.4.2 Svařovací přípravek 1456-90-ROT

Výrobní proces pokračuje svařováním jednotlivých polotovarů. Trubky  $\varnothing 42 \times 1,5-350$  a  $42 \times 1,5-350$  se svařují v přípravku 1456-350-42-45 ustavující je do kolmé polohy. Trubkové polotovary jsou uloženy v transportních přepravkách v prostorách svařovny, aby k nim měl svářeč co nejsnadnější přístup. Polotovary z ploché oceli jsou uloženy v regálu, který sousedí jak se svařovnou, tak s vrtačkou, proto jsou snadno dostupné z obou pracovišť. Trubky se svařují koutovým svarem a3 po celém obvodu dle výkresu 1456-0997-00. Následuje usazení svařence do modulárního přípravku 1456-90-ROT s vyměnitelnou částí pro svařování základny konzoly. V tomto případě tvoří základnu dva kusy ploché oceli ve tvaru písmene T, proto je použit modul přípravku 1456-T-240/160x50. Přípravek 1456-90-ROT je uložen na ložisku, jenž dovoluje během svařování s přípravkem otáčet.



Obrázek 4.4.5 Svařovací přípravek 1456-T-240/160x50



Obrázek 4.4.6 Svařovací přípravek

Svařená konzola je vizuálně zkontrolována, v případě, že vizuální kontrolou projde je uložena do dřevěných beden, ve kterých je odeslána na zinkování. Po nazinkování konzol se ještě přidávají plastové krytky ochraňující vnitřek konzoly před vnějšími podmínkami.

#### 4.5 Konzola na stožár, současný stav

Dalším zástupcem držáků je konzola upevnitelná na stožár či trubku kruhového průřezu. Uchycení zajišťuje základna, na kterou jsou přivařeny profily s průřezem rovnoramenného L a jako zajištění složí třmen. Konzola na stožár je také jedním z nejvyráběnějších a nejžádanějších držáků. Pro optimalizaci výrobního procesu jsem vybral nejvyráběnější variantu s trubicí  $\varnothing$  42x1,5, délkou vyložení 350mm. Rozměry základny a funkční délka trubky pro montáž zařízení jsou pro všechny varianty stejné.



Obrázek 4.5.1 Konzola na stožár

Konzola se skládá ze dvou trubek, pásové oceli, tří kusů rovnoramenného L profilu, plastové zátky a třmenu s maticemi a podložkami pro zajištění. Třmeny s podložkami, matice a plastové zátky jsou nakupovány u externích dodavatelů. Přehled operací je uveden v tabulce 4.5.1.

Tabulka 4.5.1 Přehled operací pro konzolu na stožár

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stožár Č.výkresu: 1456-1178-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 EN 10219-2, PLO 50x5-6000-EN 10058, L 30x30x3-6000-EN 10056						Počet kusů:120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		Pilous ARG 300 plus	Řezat PLO 50x5-160	0,55	6,54		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,72	8,69		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 30x30x3-100	0,61	7,38		
50		Pilous ARG 300 plus	Řezat 2xL 30x30x3-50	0,61	7,38		
60		TOS VS 32	Vrtat 2x12 do PLO 50x5-160	1,03	12,31		
70		ALF 285 industry	Svařovat L 30x30x3-100, L 30x30x3-50 a základnu	2,73	32,71		
80		TOS VS 32	Vrtat díru 12 do svařence z op. 70	0,53	6,40		
90		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42		
100		ALF 285 industry	Svařovat PL 50x5-160, základnu	1,28	15,41		
Celkem				<b>10,49</b>	<b>125,92</b>		
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:			

Výrobní proces začíná dělením materiálu na pásové pile Pilous ARG 300 plus. Jako první polotovar je dělena plochá ocel PLO 50x5-6000-EN z materiálu S 235 JR ( 1.0038) v délce 160mm pod úhlem 90°. Materiál se na dopravník pily řemist'uje z přilehlého regálu. Plochá ocel se dělí ve svazcích po dvanácti kusech. Aby byla usnadněna manilulace s materiálem, je tento na konci bodově svařen. Nařezaný materiál se odjehlí a následně se ukládá do transportních přepravek, ve kterých je přemist'ován k vrtání.

Proces pokračuje dělení trubek TR Ø 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2 z materiálu S 235 JR ( 1.0038). Trubky se na dopravník přemístí z přilehlého regálu. Dělí ve svazcích po dvanácti kusech. Stejně jako v předchozí operaci se na konci bodově svaří. První řez se provádí pod úhlem 45° v délce 200mm. Druhý řez v délce 350mm se provádí pod úhlem 90°. Takto se postupuje až

do spotřebování celé délky trubek. Nařezané polotovary se nejdříve odjehlí a následně se ukládají do transportních přepravek, ve kterých jsou dále přenášeny ke svařovně.

Polotovary jsou uloženy v přilehlém regálu, odkud jsou přemísťovány na dopravník. Obdobně jako v předchozích operacích jsou i L profily děleny ve svazcích. V jednom svazku je šestnáct kusů profilů. Dělení L profilů probíhá ve dvou etapách, v první se z polotovaru L 30x30x3-6000-EN 10056, materiál S 235 JR ( 1.0038), dělí kusy o délce 50mm a následně kusy o délce 100mm. Polotovary jsou odjehleny a ukládány do transportních přepravek, ve kterých jsou dále přenášeny ke svařovně.

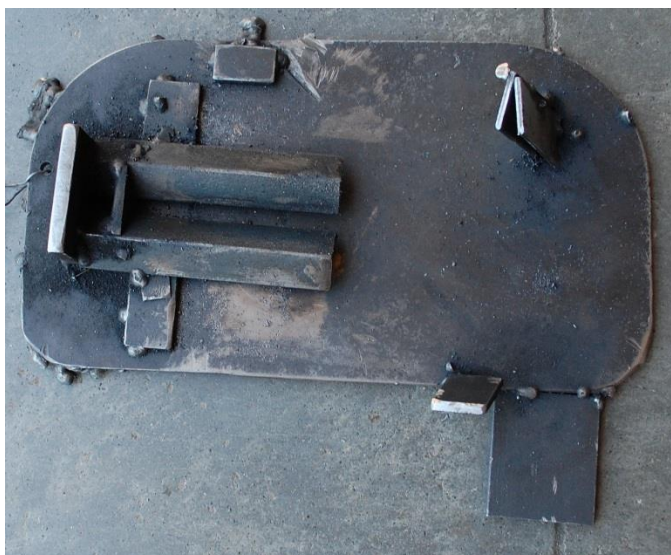
Postup vrtání je obdobný jako u konzoly na stěnu v operaci číslo 50 viz tabulka 4.4.1, s tím rozdílem, že se používá přípravek 1456-160x50x5-2.

Svařování základny, tvořené z pásové oceli délky 160mm, jednoho kusu L profilu o délce 100mm a dvou kusů L profilu o délce 50mm, probíhá v přípravku 1456-L-STO. Trubkové a L polotovary pro svařování jsou umístěny v transportních přeprávkách v prostoru svařovny. Polotovary z pásové oceli jsou uloženy v regálu, který je dostupný ze svařovny i od vrtačky.

Po svaření základny je nutné do svařence vyvrtat díru, která funguje jako odtok zinku při zinkování.

Výrobní proces pokračuje svařováním trubek, které probíhá stejně jako u konzoly na stěnu. Svařování podstavy a již svařených trubek je obdobná jako u konzoly na stěnu viz kapitola 4.4, s tím rozdílem, že je použit modul přípravku 1456-L-160x50 pro svařování základny tvořené plochou ocelí a L profily.





Obrázek 4.5.2 Svařovací přípravek 1456-L-160x50

Kontrola svařenců probíhá stejně jako u konzoly na stěnu viz kapitola 4.4.

#### 4.6 Konzola na stožár se vzpěrou, současný stav

Používá se pro upevnění rozměrných a těžkých aplikací. Konzola je vyztužena přidanou vzpěrou a její upevnění je zajištěno dvěma třmeny. Konzola je vyrobena ze tří kusů trubek, dvou kusů ploché oceli a pěti kusů L profilů. Veškeré polotovary jsou z materiálu S 235 JR ( 1.0038). Po povrchové úpravě se přidává plastová zátka pro utěsnění dutiny trubky. Třmeny s maticemi a podložkami pro zajištění jsou nakupovány u externích dodavatelů.



Obrázek 4.6.1 Konzola na stožár se vzpěrou

Pro optimalizaci výrobního procesu jsem vybral nejvyráběnější variantu s trubicí  $\varnothing$  42x1,5 a délkou vyložení 350mm. Rozměry základny a funkční délka trubky pro montáž zařízení jsou pro všechny varianty stejné.

Tabulka 4.6.1 Přehled operací pro konzolu na stožár se vzpěrou

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stožár se vzpěrou Č.výkresu: 1456-0971-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 EN 10219-2, PLO 50x5-6000-EN 10058, L 30x30x3-6000-EN 10056						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		Pilous ARG 300 plus	Řezat 2x PLO 50x5-160	0,73	8,77		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,64	7,71		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 30x30x3-260	0,61	7,38		
50		Pilous ARG 300 plus	Řezat 4x L 30x30x3-50	0,85	10,16		
60		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 16x1,5-85	0,57	6,88		
70		Skil 9425 ME	Vybrousit technol. drážku do TR 16x1,5-85	0,87	10,44		
80		TOS VS 32	Vrtat 2x12 do 2x PLO 50x5-160	1,03	12,31		
90		ALF 285 industry	Svařovat L 30x30x3-260, 4xL 30x30x3-50 a základnu	3,46	41,48		
100		TOS VS 32	Vrtat díru 12 do svařence z op. 100	0,53	6,40		
110		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42		
120		ALF 285 industry	Svařovat materiál z op. 100 a 110	1,38	16,52		
130		ALF 285 industry	Svařovat TR 16x1,5 a svařenec z op. 130	1,06	12,76		
<b>Celkem</b>				<b>14,16</b>	<b>169,92</b>		
<b>Změny</b>							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:			

Operace 10, 20, 30, 40, 50, ve kterých je dělen materiál na jsou stejné jako u konzoly na stěnu viz XXX. Podrobněji jsou popsány v kapitole 4.4.

Výroba pokračuje přemístěním trubek z blízkého regálu na dopravník pily. Trubky na výrobu vzpěr se budou dělit ve svazcích po osumnácti kusech. Svazek je pro ulehčení manipulace je svazek na konci bodově svařen. Prvním řezem je potřeba seříznout začátek trubky pod úhlem 45°. Následuje druhý řez ve vzdálenosti 85mm pod úhlem 45°.

Svařením vzpěry a konzoly vznikne dutina, která je pro následné zinkování z technologických důvodů nepřijatelná. Proto je nutné před navařením vzpěry do ní vybrousit na každé straně drážku. Tyto drážky budou složité jako odtoky pro přebytečný zinek při pokovení.

Vybrušování drážek se provádí ruční úhlovou bruskou Skil 9425 ME, hloubka drážky je 20mm. Trubka je upnuta do svěráku, následně se z obou stran vybrušují drážky. Polotovar s drážkami je uložen do transportních přepravek a vložen do regálu.

Výrobní postup pokračuje svařením základny tvořené ze dvou kusů ploché oceli 50x5 o délce 160mm, jednoho kusu L profilu 30x30x3 o délce 260mm, a čtyř kusů L profilu 30x30x3 o délce 50mm. Polotovary pro svařování jsou umístěny v regálu sousedícím se svařovnou, aby k nim měl svářeč usnadněn přístup. Polotovary jsou ustaveny do přípravku a následně svařovány dle výkresu 1456-0971-00.

Z technologických důvodů je také nutné vyvrtat díru do svařené podstavy, na kterou bude následně přivařena horní část konzoly.

Svařování v operacích 110 a 120 probíhá stejně jako u konzoly na stžár, je podrobněji popsáno v kapitole 4.5.

Poslední operací je svařování konzoly a vzpěry. V současné době se pro svařování nepoužívá žádného přípravku. Konzola a vzpěra jsou svařeny dle výkresu 1456-0971-00.

Takto vyrobenou konzolu vizuálně zkontroluje svářeč, v případě, že konzola vizuální kontrolou projde, je uložena do dřevěné bedny, ve které je odeslána na zinkování. Povrchové úpravy galvanickým a žárovým zinkem zajišťují externí dodavatelé. V případě, že konzola kontrolou neprojde úspěšně, je opravena. Obvykle se obrušují svary aby byly vizuálně atraktivnější.

Po nazinkování konzol se na ně narazí plastová krytka chránící vnitřek konzoly a nasadí třmeny s maticemi a podložkami. Nyní je konzola připravená k expedici.

#### 4.7 Konzola k oknu, současný stav

Konzola je svou konstrukcí určena k montáži na ostěnní či jiné rovinné plochy. Skládá se ze dvou trubek, ploché oceli a dvou plastových krytek. Pro optimalizaci výrobního procesu jsem zvolil nejvyroběnější variantu s trubicí  $\varnothing 42 \times 1,5$  a délkou vyložení 350mm. Rozměry základny a funkční délka trubky pro montáž zařízení jsou pro všechny varianty stejné.





Obrázek 4.7.1 Konzola k oknu

Tabulka 4.7.1 Přehled operací pro konzolu k oknu

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola k oknu Č.výkresu: 1456-1050-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2, PLO 50x5-6000-ČSN EN 10058						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		Pilous ARG 300 plus	Řezat PLO 50x5-240	0,55	6,54		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,72	8,69		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69		
40		TOS VS 32	Vrtat 4x12 do PLO 50x5-240	1,80	21,60		
50		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42		
60		ALF 285 industry	Svařovat PLO 50-240 a základnu	1,10	13,22		
<b>Celkem</b>						<b>6,60</b>	<b>79,16</b>
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík		Schválil:		

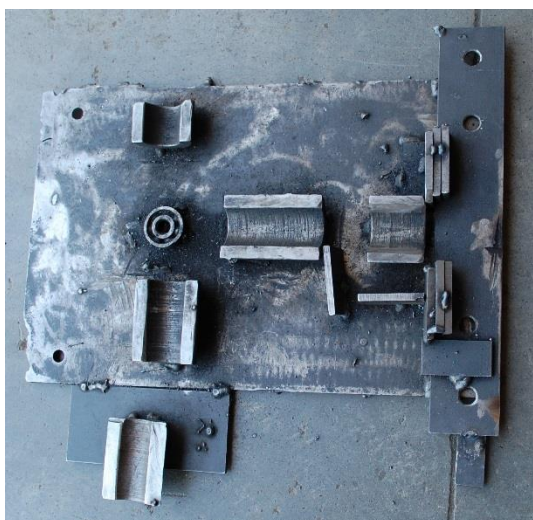
Dílčí dělicí operace probíhají stejně jako ve předchozích výrobních procesech. Jsou podrobněji popsány v kapitole 4.4.

Základnu této konzoly tvoří plochá ocel 50x5 o délce 240mm. Do této základny je na rozdíl od předchozích potřeba vyvrtat čtyři montážní díry. Pro vrtání se používá přípravek 1456-240x50x5-2 viz obrázek 4.7.2 níže.



Obrázek 4.7.2 Přípravek 1456-240x50x5-2

Při svařování horní části s základnou, kterou tvoří pásová ocel 50x5 o délce 240, je využito přípravku 1456-240x50 viz obr. 4.7.3. Horní část konzoly je k základně, kterou tvoří plochá ocel o délce 240mm, přivařena z obou stran svarem a5 v délce podstavy, dle výkresu 1456-1050-00.



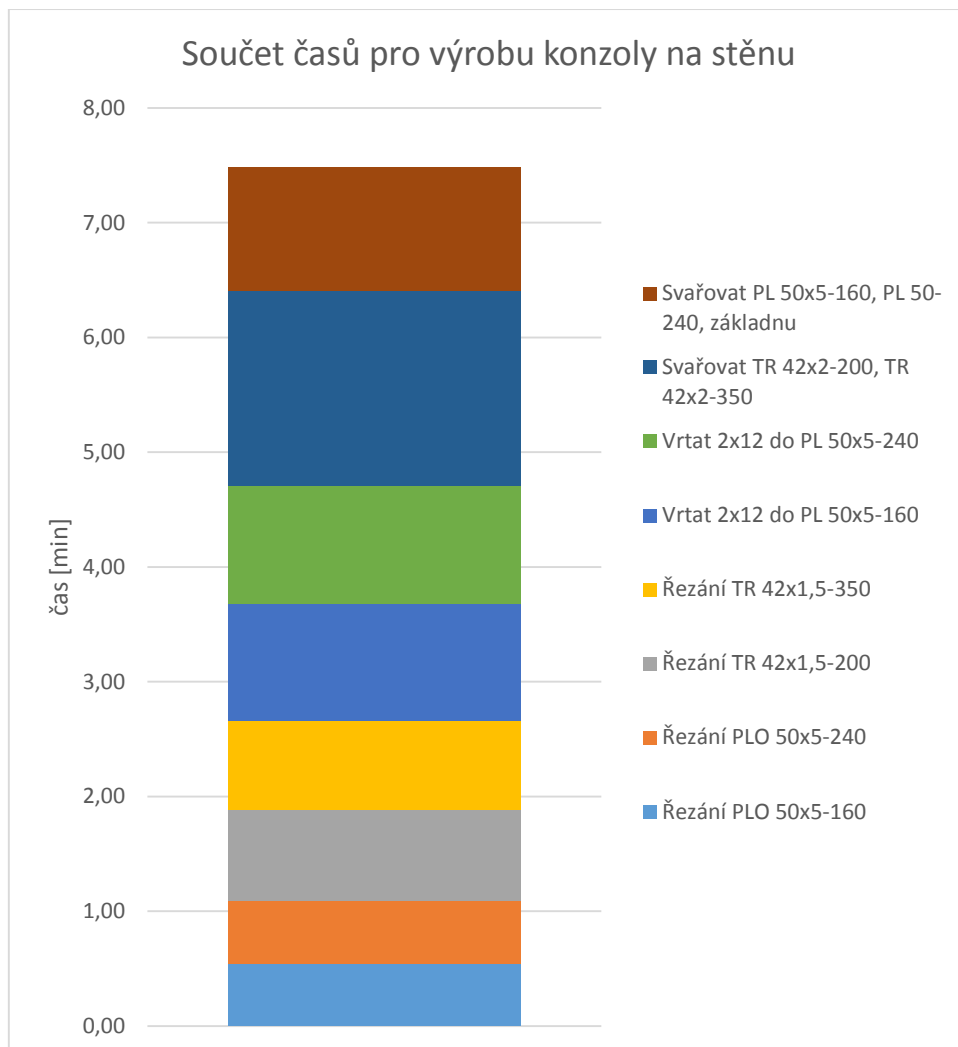
Obrázek 4.7.3 Svařovací přípravek 1456-240x50

Po svaření konzoly ji svářeč vizuálně zkontroluje, je-li konzola v pořádku, uloží se do dřevěné přepravky, ve které putuje na povrchovou úpravu k externímu dodavateli. Na nazinkovanou konzolu se narazí dvě plastové krytky pro ochranu dutin trubky před vlivy počasí.

#### 4.8 Zhodnocení současného stavu výroby

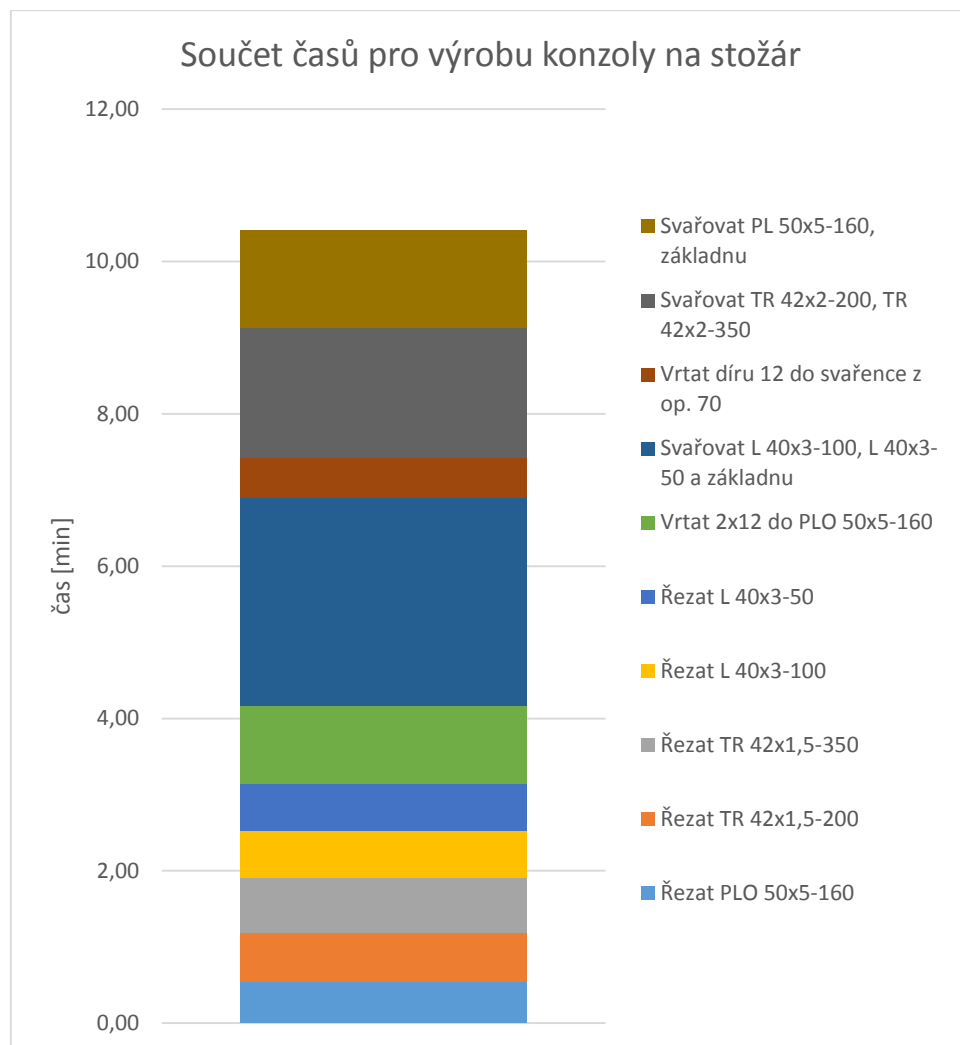
Po dokončení měření všech časů jednotlivých operací jsem ze získaných dat vytvořil stohový diagram. Tento diagram ilustruje časovou náročnost dílčích operací výrobního procesu vztahenou k celkové délce výroby. Z diagramu lze určit, které z operací jsou časově nejvíce náročné. Tyto operace je potřeba podrobit hlubší analýze a najít zde časové úspory.

Stohové diagramy pro vyrábění konzoly jsou znázorněny na grafech XXX. Tyto diagramy odpovídají stavu, kdy se neuvažují ztráty ( např. Čekání na materiál, osobní ztráty pracovníku, organizační ztráty atd.).



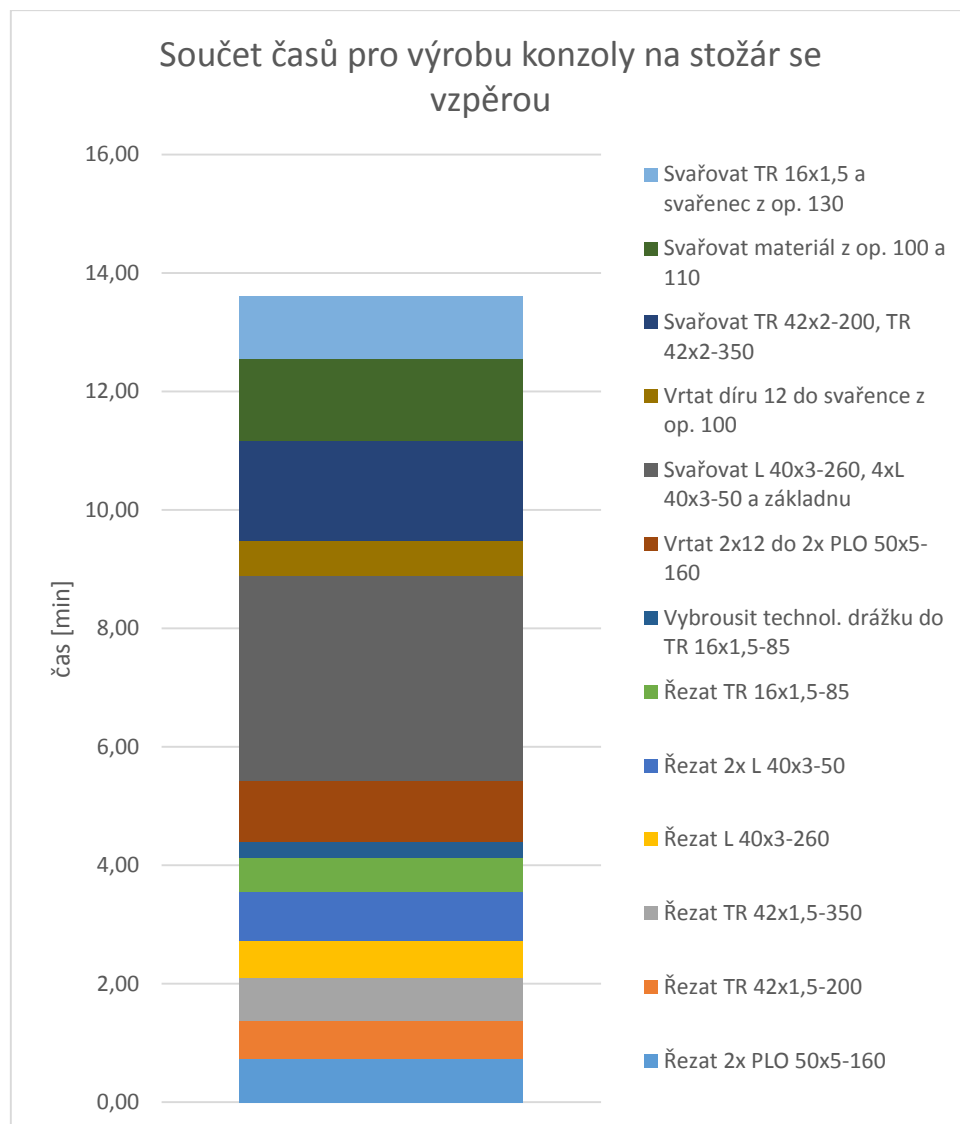
Obrázek 4.8.1 Stohový diagram pro konzolu na stěnu

Stohový diagram ukazuje, že časově nejnáročnější je svařování. Významný podíl na celkovém výrobním čase nese také vrtání děr.



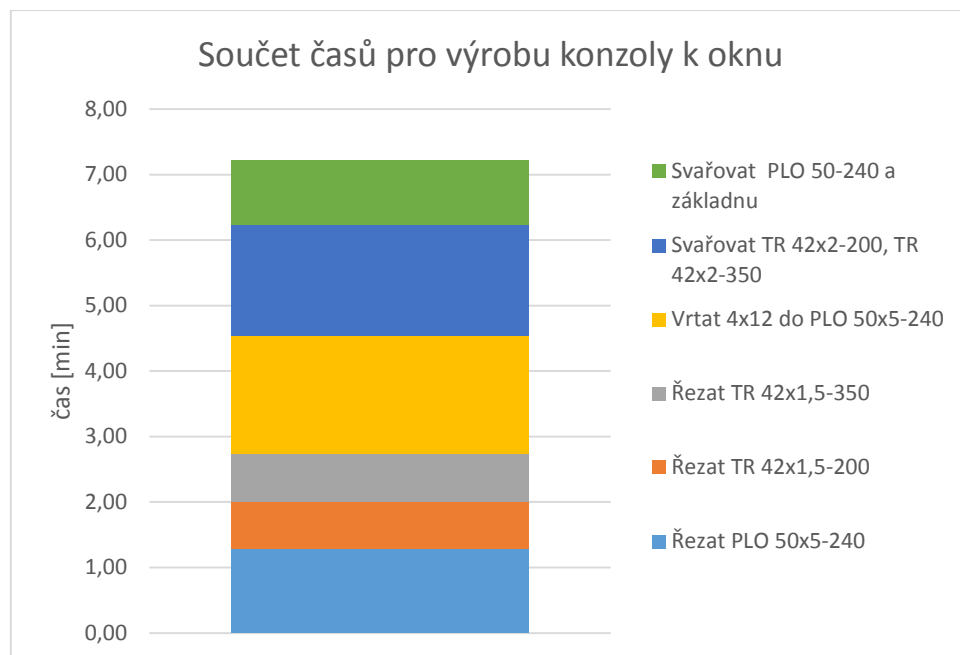
Obrázek 4.8.2 Stohový diagram pro konzolu na stožár

U konzoly na stožár je spotřeba času na svařování ještě významnější díky komplikovanější základně vyžadující více svarů. Uložení polotovarů do přípravku pro svařování podstavy komplikuje množství polotovarů. Zde je možno spatřit prostor pro optimalizaci



Obrázek 4.8.3 Stohový diagram pro konzolu na stožár se vzpěrou

Obdobně jako u předchozí konzoly je zde časově nejnáročnější svařování. Konzola na stožár se vzpěrou má ze všech zkoumaných nejsložitější podstavu s nejvyšším počtem svarů, navíc je nutné přivařit vzpěru.



*Obrázek 4.8.4 Stohový diagram pro konzolu k oknu*

Konzola k oknu má ze všech zkoumaných nejjednodušší výrobní proces. Skládá se pouze ze svařování, řezání a vrtání děr. Vrtání je velmi časově náročné, protože je nutné zhotovit čtyři montážní otvory.

#### 4.9 Rozbor nedostatků současného výrobního procesu

Jako technologicky vhodný postu výroby lze hodnotit takový postup, pomocí kterého lze vyrábět funkční výrobky a současně splňuje tyto základní požadavky:

- Nízké výrobní náklady
- Nízká pracnost
- Minimální vedlejší časy
- Minimální ztrátové časy
- Krátký materiálový tok
- Sériovost výroby
- Ekologický přístup

V současné době je pro výrobu základen z ploché oceli 50x5 potřeba nejdříve polotovary nařezat na potřebnou délku a až poté vyvrtat jednotlivé díry. Tyto dvě operace na sebe vážou další

vedlejší časy nutné na manipulaci s materiálem, ukládání materiálu do přípravku, ukládání do přepravky a tak dále. Ve zmíněných operacích spatřuji velký potenciál pro časové úspory.

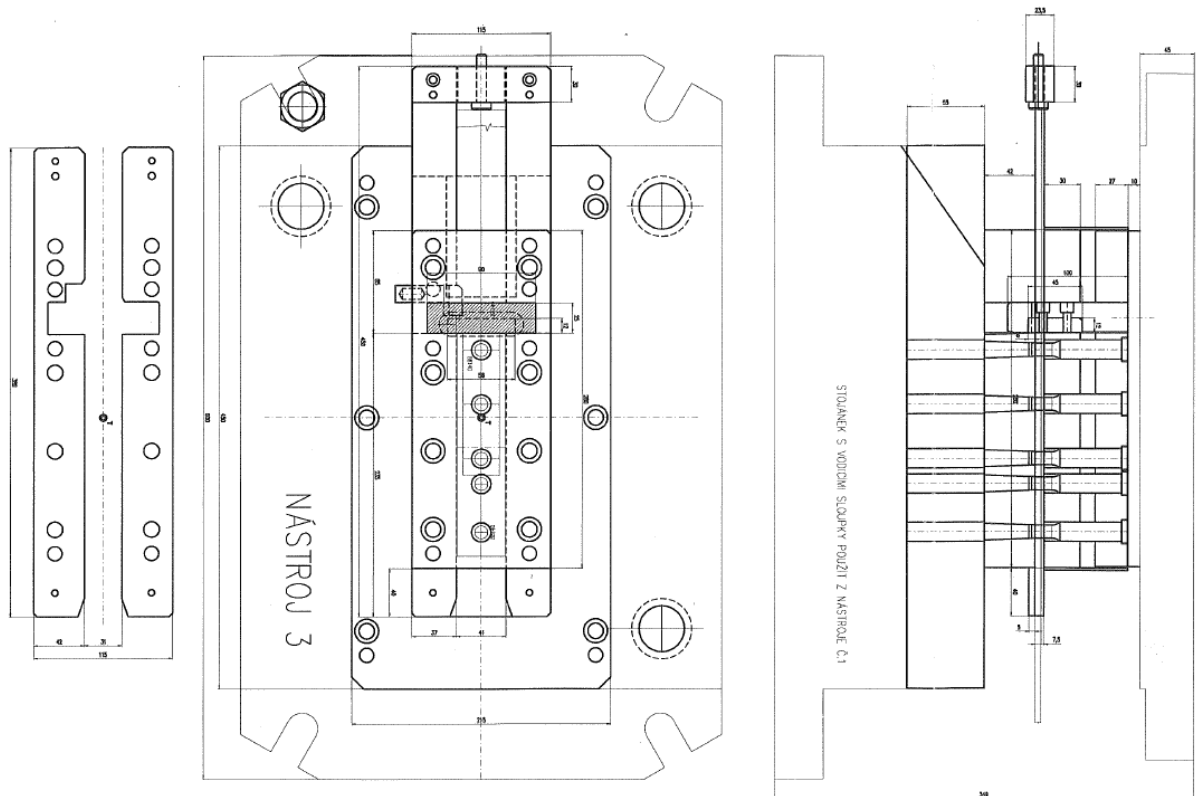
Časově nejnáročnější je technologie svařování polotovarů. Použitím ručního svařování se také liší jakost jednotlivých svarů. Jakost svarů nejvíce ovlivňuje zručnost a aktuální rozpoložení svářeče. Dále také budu věnovat pozornost dispozici svařovny, je potřeba optimalizovat rozložení svařovny tak, aby měl svářeč snadný přístup k přípravkům. Konzoly se nejčastěji vyrábějí v dávkách po dvanácti kusech. Svářeč musí často měnit přípravky pro svařování. Změna dispozice svařovny by napomohla ke snížení vedlejších časů.

Jakost svarů je možno zvýšit automatizací svářecího procesu za využití polohovadla či svářecího automatu.

## **5 Návrh nového řešení**

U všech analyzovaných konzol je použita jako polotovar plochá ocel PLO 50x5. V celém výrobním portfoliu se polotovary vyráběné z ploché oceli vyskytují v délkách 160 a 240mm. Pro usnadnění výroby navrhuji nahradit operace ve kterých se materiál dělení a následně se do něj vrtají díry nahradit stříháním. Změnou technologie za použití stříhacího nástroje lze vystříhnout potřebný polotovar ve dvou zdvizích lisu. Nástroj je konstruován tak, aby mohl ve dvou zdvizích plochou ocel ustříhnout na požadovanou délku a následně vystříhnout díry, dále jeho konstrukce dovoluje pomocí jednoduchých úprav stříhat polotovary na délku 160mm i 240mm. Přidáním nebo

odebráním střížnic lze stříhat dvě až pět děr s potřebnou roztečí. Tento nástroj je schopen zajistit stříhání všech polotovarů z ploché oceli 50x5 pro konzoly, které z něj mají sestavenu základnu.



Obrázek 5.4.9.1 tříhací nástroj

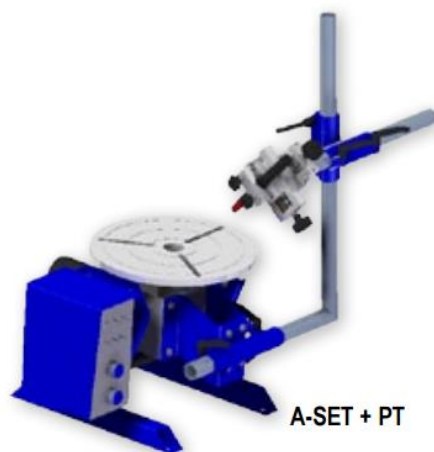
Pro svařování jsem navrhnul dvě varianty řešení.

První variantou je použití rotačního polohovadla, jenž zajistí vertikální rotaci při svařování. Polohu svařovacího hořáku zajistí držák připevněný na konzole ramene. Pro svařování bude použita stávající svářečka ALF 285 industry. Konstantní rotační pohyb polohovadla a fixace hořáku vytvoří podmínky pro vyšší jakost svarů. Vybrané polohovadlo PT 101 je znázorněno na obrázku 5.2 a technické parametry jsou uvedeny v tabulce 5.1.

Tabulka 5.1 Technické parametry PT 101

Polohovadlo PT 101	
Napájení 50-60Hz	1x230V
Rozměry DxŠxV	420x435x340 mm
Průměr stolu	320 mm
Regulace otáček	Plynulá od 0-4 ot/min
Otáčky	1-15 ot/min
Náklon	0-120°





<b>Nosnost (ver/hor)</b>	100/60 kg
<b>Otvor v descena šrouby</b>	10 M

Obrázek 5.4.9.2 Polohovadlo PT 101

Druhou variantou je uplatnění svařovacího automatu. Svařovací automat SOA 319 M je určen na obvodové svařování rotačních i nerotačních dílů ( elipsa, obdelník s rádiusy v rozích apod.). Automat má 3-osý polohovací systém, kterým je schopný svařovat i prostorové svary. Díky tomu může svařit horní část konzoly a podstavu na jedno upnutí. Automat je znázorněn na obrázku 5.3.



Obrázek 5.4.9.3 Svářecí automat SOA 319 M

## 5.1 Varianta řešení č. 1 s použitím stříhadla a polohovadla

Užitím stříhadla se povedlo výrazně snížit čas na výrobu základny pro konzolu. Nahrazením řezání a vrtání stříháním jsem také docílil zkrácení drah materiálového toku. Byla také snížena potřeba manipulace s materiálem mezi jednotlivými operacemi, to také přispělo ke

snížení vedlejších časů. U všech konzol bylo nahrazeno řezání a následné vrtání děr do ploché oceli 50x5 nahrazeno stříháním. Dělení trubek a svařování horní části konzoly probíhá stejně tak, jak je popsáno v kapitole 4.4.

### 5.1.1 Konzola na stěnu, varianta 1

Po vystříhnutí podstavy výrobní proces konzoly na stěnu pokračuje řezáním trubek  $\varnothing$  42x1,5. Následně jsou trubky svařeny a společně s výstřižky usazeny do svařovacího přípravku připevněného na polohovadle PT 101, kde jsou svařeny do finální podoby.

#### Konzola na stěnu

Tabulka 5.1.1.1 Přehled operací konzola na stěnu, varianta 1

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stěnu Č.výkresu: 1456-0997-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2, PLO 50x5-6000-ČSN EN 10058						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	$t_A$	$t_B$		
10		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-160 s dírami	0,35	4,18		
20		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-240 s dírami	0,35	4,18		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,79	9,52		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,77	9,27		
50		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42		
60		ALF 285 industry	Svařovat PL 50x5-160, PL 50-240, základnu	1,30	15,55		
<b>Celkem</b>						<b>5,26</b>	<b>63,11</b>
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík		Schválil:		

### 5.1.2 Konzola na stožár, varianta 1

Obdobně jako u konzoly na stěnu probíhá řezání a stříhání materiálu. U této konzoly je použit profil L 30x30x3, který je řezán na pásové pile. Dále probíhá svařování základny po kterém následuje vrtání technologického otvoru pro odtok zinku při zinkování. Následuje svaření trubek a vložení obou svarků z předchozích operací do přípravku na polohovadle a samotné svaření.

#### Konzola na stožár

Tabulka 5.1.2.1 Přehled operací konzola na stožár, varianta 1

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stožár Č.výkresu: 1456-1178-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 EN 10219-2, PLO 50x5-6000-EN 10058, L 30x30x3-6000-EN 10056						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-160 s dírami	0,31	3,76		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,64	7,71		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat 2xL 30x30x3-100	0,85	10,16		
50		ALF 285 industry	Svařovat 2x L 30x30x3-100 a základnu	2,73	32,71		
60		TOS VS 32	Vrtat díru 12 do svařence z op.50	0,53	6,40		
70		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x1,5-200 a TR 42x1,5-350	1,70	20,42		
80		ALF 285 industry	Svařovat materiál z op. 70 a 60	1,06	12,76		
<b>Celkem</b>				<b>8,55</b>	<b>102,62</b>		
<b>Změny</b>							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum: 26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:			

### 5.1.3 Konzola na stožár se vzpěrou, varianta 1

Celý proces probíhá obdobně jako u konzoly na stožár s tím rozdílem, že je ještě nutné přivařit vzpěru.

#### Konzola na stožár se vzpěrou

Tabulka 5.1.3.1 Přehled operací konzola na stožár se vzpěrou, varianta 1

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stožár se vzpěrou Č.výkresu: 1456-0971-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 EN 10219-2, L 20x20x2-6000 EN 10025-2, PLO 50x5-6000-EN 10058, L 30x30x3-6000-EN 10025-2						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat 2x PLO 50x5-160 s dírami	0,46	5,57		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,64	7,71		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 30x30x3-260	0,61	7,38		
50		Pilous ARG 300 plus	Řezat 4x L 30x30x3-50	1,31	15,73		
60		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 20x20-85	0,53	6,32		
70		ALF 285 industry	Svařovat základnu	3,46	41,48		

80		TOS VS 32	Vrtat díru 12 do svařence z op. 80	0,53	6,40
90		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42
100		ALF 285 industry	Svařovat material z op. 90 a 80	1,06	12,76
110		ALF 285 industry	Svařovat L 20x20x2 a svařenec z op. 100	1,06	12,76
Celkem				<b>12,10</b>	<b>145,23</b>
Změny					
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní
Datum: 26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:	

#### 5.1.4 Konzola k oknu, varianta 1

Celý proces probíhá obdobně jako u konzoly na stěnu. V této variantě není využito polohovadla, protože svar spojující podstavu a trubky je rovinný.

#### Konzola k oknu

Tabulka 5.1.4.1 Přehled operací konzola k oknu, varianta 1

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola k oknu						Počet kusů:	120
Č.výkresu: 1456-1050-00						Dávka:	12
Polotovary: TR 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2, PLO 50x5-6000-ČSN EN 10058							
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-240 s dírami	0,31	3,76		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,64	7,71		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-550	0,72	8,69		
40		ALF 285 industry	Svařovat TR 42x2-200, TR 42x2-350	1,70	20,42		
50		ALF 285 industry	Svařovat PLO 50-240, základnu	0,99	11,83		
Celkem				<b>4,37</b>	<b>52,41</b>		
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum: 26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:			

#### 5.2 Varianta řešení č. 2 s použitím stříhadla a svařovacího automatu

V této variantě je rovněž použito stříhadlo pro výrobu polotovarů tvořících základnu. Dělení trubek probíhá stejně tak, jak je popsáno v kapitole 4.4 na pásové pile Pilous ARG 300 plus. Výroba pokračuje usazením potřebných polotovarů do přípravku ve svařovacím automatu. Následuje samotné svaření dle výkresu. Automat umožňuje zhotovení svaru na trubkách a

základně na jedno upnutí. Díky zmíněnému použití automatu se zkrátí vedlejší časy potřebné pro manipulaci s materiálem a čas nutný k výměně přípravků.

V tabulkách 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 jsou uvedeny seznamy operací použitých ve výrobě a časy jejich trvání.

### Konzola na stěnu

Tabulka 5.2.1 Přehled operací konzola na stěnu, varianta 2

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stěnu Č.výkresu: 1456-0997-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2, PLO 50x5-6000-ČSN EN 10058						Počet kusů: 120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-160 s dírami	0,35	4,18		
20		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-240 s dírami	0,35	4,18		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,79	9,52		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,77	9,27		
50		SAO 319 M	Svařovat	2,07	24,88		
Celkem				<b>4,33</b>	<b>52,02</b>		
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík		Schválil:		

### Konzola na stožár

Tabulka 5.2.2 Přehled operací konzola na stožár, varianta 2

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stožár Č.výkresu: 1456-1178-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 EN 10219-2, PLO 50x5-6000-EN 10058, L 25x25x3-6000-EN 10056						Počet kusů:120	
						Dávka: 12	
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-160 s dírami	0,35	4,18		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,64	7,71		

30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 25x25x3-100	0,61	7,38
50		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 25x25x3-50	0,61	7,38
60		ALF 285 industry	Svařovat L 25x25x3-100, L 40x3-50 a základnu	2,73	32,71
70		TOS VS 32	Vrtat díru 12 do svařence z op. 70	0,53	6,40
80		SAO 319 M	Svařovat	2,07	24,88
Celkem				<b>8,28</b>	<b>99,32</b>
Změny					
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní
Datum:26.5.2013			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:	

### Konzola na stožár se vzpěrou

Tabulka 5.2.3 Přehled operací konzola na stožár se vzpěrou, varianta 2

PŘEHLED OPERACÍ				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stožár se vzpěrou						Počet kusů:120	
Č.výkresu: 1456-0971-00						Dávka: 12	
Polotovary: TR 42x1,5-6000 EN 10219-2, TR 16x1,5-6000 EN 10219-2, PLO 50x5-6000-EN 10058, L 25x25x3-6000-EN 10056							
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat 2x PLO 50x5-160 s dírami	0,46	5,57		
20		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,64	7,71		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,72	8,69		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat L 25x25x3-260	0,61	7,38		
50		Pilous ARG 300 plus	Řezat 2x L 25x25x3-50	0,85	10,16		
60		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 16x1,5-85	0,57	6,88		
70		Skil 9425 ME	Vybrousit technol. drážku do TR 16x1,5-85	0,27	3,20		
80		ALF 285 industry	Svařovat L 25x25x3-260, 4xL 25x25x3-50 a základnu	3,46	41,48		
90		TOS VS 32	Vrtat díru 12 do svařence z op. 80	0,59	7,10		
100		SAO 319 M	Svařovat	2,12	25,43		
110		ALF 285 industry	Svařovat TR 16x1,5 a svařenec z op. 100	1,06	12,76		
Celkem				<b>11,36</b>	<b>136,36</b>		
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík	Schválil:			

## Konzola k oknu

Tabulka 5.2.4 Přehled operací konzola k oknu, varianta 2

<b>PŘEHLED OPERACÍ</b>				FAKULTA STROJNÍ Ú12134		Počet listů: 1	List č.: 1
Součást: Satelitní konzola na stěnu Č.výkresu: 1456-0997-00 Polotovary: TR 42x1,5-6000 ČSN EN 10219-2, PLO 50x5-6000-ČSN EN 10058					Počet kusů: 120		
					Dávka: 12		
Op.	Dílna	Stroj	Název	t <sub>A</sub>	t <sub>B</sub>		
10		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-160 s dírami	0,35	4,18		
20		LEK 160	Stříhat PLO 50x5-240 s dírami	0,35	4,18		
30		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-200	0,79	9,52		
40		Pilous ARG 300 plus	Řezat TR 42x1,5-350	0,77	9,27		
50		SAO 319 M	Svařovat	2,07	24,88		
Celkem				<b>4,33</b>	<b>52,02</b>		
Změny							
Op.	Dílna	Stroj	Název	Dříve	Nyní		
Datum:26.5.2015			Vypracoval: Štěpán Pavlík		Schválil:		

### 5.3 Kapacitní propočty

Pro zajištění výroby je nutné znát vztahy mezi výrobním úkolem ( požadavky na výrobu) a výrobním profilem ( výrobní možnosti). Díky kapacitním propočtům je možné zjistit například nedostatek či přebytek strojů, dělníků, výrobních ploch a dalších druhů zdrojů. Slouží také jako důležitý podklad pro hodnocení investičních a provozních nákladů. Pro každou novou či pozměněnou výrobu je proto potřeba kapacitní propočty zpracovat.

Základní rozdělení kapacitních propočtů:

- Statické kapacitní propočty – závisí na povaze výrobního programu, úplnosti vstupních dat, stupni projektové přípravy a lze je využít těmito způsoby výpočtu
  - Přesné kapacitní propočty – pokud máme úplnou technologickou, konstrukční i plánovací dokumentaci. Vhodné zejména pro sériovou a hromadnou výrobu
  - Přibližné kapacitní propočty – slouží pouze jako orientační propočet

- Převedené kapacitní propočty – používá se hlavně v kusové avšak občas najde uplatnění i v malosériové výrobě, kde se výrobní program převádí pomocí vybraných představitelů ve skupinách podobných výrobků na jejich parametry
- Dynamické kapacitní propočty – Úlohy optimalizace plánu výroby vychází obvykle z informací o kapacitních nárocích jednotlivých výrobků a disponibilních časových fondů příslušných zdrojů a dále pak z údajů odbytových možností jednotlivých výrobků

Níže uvedený výběr vzorců jsem provedl na základě potřeb pro kapacitní propočty této páce.

#### Výpočet strojů a zařízení:

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pn_s}}$$

- kde:  $P_{th}$  ... teoretický počet strojů [ ks ]  
 $t_k$  ... kusový čas na danou operaci [ Nmin ]  
 $E_s$  ... efektivní fond stroje v jedné směně [ h/rok ]  
 $N$  ... počet vyráběných kusů [ ks ]  
 $S_s$  ... směnnost strojních pracovišť  
 $k_{pn}$  ... koeficient překračování norem (1,1÷1,3)

#### Využití operace, skupiny strojů a linky nebo dílny:

$$\eta_{op} = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100 [ \% ]$$

- kde:  $\eta_{op}$  ... využití strojů dané operace [ % ]  
 $P_{th}$  ... teoretický výpočet strojů [ ks ]  
 $P_{sk}$  ... skutečný počet strojů ( zvolený) [ ks ]

#### Výpočet počtu dělníků:

strojní:  $D_{vs} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pn}}$

ruční:  $D_{vr} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_r \cdot S_r \cdot k_{pn}}$

celkový počet dělníků:  $D_v = D_{vs} + D_{vr}$

- kde:  $D_{vs}$  ... počet výrobních strojních dělníků  
 $S_s, S_r$  ... směnnost strojních a ručních dělníků  
 $D_{vr}$  ... počet výrobních ručních dělníků  
 $D_v$  ... celkový počet výrobních dělníků

#### Výpočet ploch:

Výrobní plocha:  $F_v = F_s + F_r$



$$F_s = f_s \cdot P_{sk}$$

$$F_r = f_r \cdot P_r$$

kde:	$F_v$ ... výrobní plocha	[ $m^2$ ]
	$F_s$ ... výrobní plocha strojních pracovišť	[ $m^2$ ]
	$F_r$ ... výrobní plocha ručních pracovišť	[ $m^2$ ]
	$f_r$ ... měrná plocha ručního pracoviště	[ $m^2$ / <i>ruční pracoviště</i> ]
	$f_s$ ... měrná plocha strojního pracoviště	[ $m^2$ / <i>stroj</i> ]

Pomocná plocha:

$$F_p = F_{phn} + F_{pú} + F_{pskl} + F_{pdc} + F_{pk} = (0,4 \div 0,6) \cdot F_v$$

Strukturní rozložení:

$F_{phn} = (14 \div 16)\%F_p$	... pomocná plocha hospodaření s náradím	
$F_{pú} = (14 \div 16)\%F_p$	... pomocná plocha údržby	
$F_{pskl} = (27 \div 30)\%F_p$	... pomocná plocha skladová	
$F_{pdc} = (32 \div 35)\%F_p$	... pomocná plocha vnitřních dopravních cest	
$F_{pk} = (7 \div 9)\%F_p$	... pomocná plocha kontroly	[1], [11]

Kapacitní propočty strojů a zařízení, využití operace skupiny strojů, linky nebo dílny jsem provedl pouze pro nově plánované varianty 1 a 2 a nové technologie stříhání a svařování s polohovadlem, automatem. Stejně jako kapacitní propočty pro výpočet počtu dělníků a ploch.

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.3.1

Stříhací nástroj		Polohovadlo		Automat		
Konzola na stěnu						
$P_{t\dot{h}}$	0,031	$P_{t\dot{h}}$	0,01486	$P_{t\dot{h}}$	0,0931	[-]
$\eta_{op}$	3,10	$\eta_{op}$	14,86	$\eta_{op}$	9,31	[%]
$D_{vr}$	0,031	$D_{vr}$	0,01486	$D_{vr}$	0,0931	[dělníků]
$D_v$	1	$D_v$	1	$D_v$	1	[dělníků]
$F_v$	2,7	$F_v$	2,4	$F_v$	3,7	[m <sup>2</sup> ]
$F_p$	1,35	$F_p$	1,2	$F_p$	1,85	[m <sup>2</sup> ]
Konzola na stožár						
$P_{t\dot{h}}$	0,0177	$P_{t\dot{h}}$	0,1596	$P_{t\dot{h}}$	0,0687	[-]
$\eta_{op}$	1,77	$\eta_{op}$	15,96	$\eta_{op}$	6,87	[%]
$D_{vr}$	0,0177	$D_{vr}$	0,1596	$D_{vr}$	0,0687	[dělníků]
$D_v$	1	$D_v$	1	$D_v$	1	[dělníků]
$F_v$	2,7	$F_v$	2,4	$F_v$	3,7	[m <sup>2</sup> ]
$F_p$	1,35	$F_p$	1,2	$F_p$	1,85	[m <sup>2</sup> ]
Konzola na stožár se vzběrou						
$P_{t\dot{h}}$	0,0239	$P_{t\dot{h}}$	0,1153	$P_{t\dot{h}}$	0,0687	[-]
$\eta_{op}$	2,39	$\eta_{op}$	11,53	$\eta_{op}$	6,87	[%]
$D_{vr}$	0,0239	$D_{vr}$	0,1153	$D_{vr}$	0,0687	[dělníků]
$D_v$	1	$D_v$	1	$D_v$	1	[dělníků]
$F_v$	2,7	$F_v$	2,4	$F_v$	3,7	[m <sup>2</sup> ]
$F_p$	1,35	$F_p$	1,2	$F_p$	1,85	[m <sup>2</sup> ]
Konzola k oknu						
$P_{t\dot{h}}$	0,02592	$P_{t\dot{h}}$	0,0931	$P_{t\dot{h}}$	0,0798	[-]
$\eta_{op}$	2,59	$\eta_{op}$	9,31	$\eta_{op}$	7,98	[%]
$D_{vr}$	0,02592	$D_{vr}$	0,0931	$D_{vr}$	0,0798	[dělníků]
$D_v$	1	$D_v$	1	$D_v$	1	[dělníků]
$F_v$	2,7	$F_v$	2,4	$F_v$	3,7	[m <sup>2</sup> ]
$F_p$	1,35	$F_p$	1,2	$F_p$	1,85	[m <sup>2</sup> ]

Obrázek 5.3.1 Kapacitní propočty

Z kapacitních propočtů vyplývá, že jsou dostatečné rezervy ve výrobní kapacitě pro případné navyšování objemu produkce konzol.

## 6 Ekonomické zhodnocení

Tato kapitola se bude zabývat ekonomickým vyhodnocením navržených technologií a porovnáním se současným stavem.

### Plán cash flow

Pro hodnocení efektivity investice je zásadní sestavení plánu cashflow. Pro sestavení plánu cash flow nebudu uvažovat nákladové úroky, změnu pracovního kapitálu a příjem z prodeje

technologií na konci jejich životnosti. Firma je plánuje i po uplynutí jejich životnosti dále používat, případně je repasovat.

### **Příjmy a úspory**

Plánovaná investice do technologických zařízení má zvýšit produkci o 10%, což bude mít za následek zvýšení příjmů. Zároveň také zvýší jakost a sníží pracnost výroby produkovaných konzol. Pořízení střížného nástroje přinese úsporu o 31% oproti stávající technologii.

### **Materiálové náklady**

Zvýšení objemu vyráběných konzol s sebou přinese také zvýšení nákladů na materiál. Přinese také růst výnosů. Jak již bylo zmíněno výše, pořízení stříhacího nástroje sníží využití pásové pily a vrtačky, což bude mít za následek snížení nákladů na nástroje (vrtáky, pilové pásy). Stříhací nástroj má zanedbatelné náklady na broušení střížníků a střížnic. Další úsporu lze najít u konzoly na stožár se vzpěrou, kde bude nahrazena dříve používaná trubka L profilem. Finanční úspora je zanedbatelná avšak úspora výrobního času je podstatnější.

### **Náklady na pořízení technologií**

Tabulka 6.1 Náklady na pořízení technologií

<b>Náklady na pořízení technologií</b>	
<b>Stříhací nástroj</b>	26 400 Kč
<b>Polohovadlo, příslušenství</b>	55 484 Kč
<b>Svařovací automat SOA 319M</b>	571 372 Kč
<b>Přípravek do svařovacího automatu pro konzolu na stěnu, na stožár a na stožár se vzpěrou</b>	5 794 Kč

### **Odpisy**

Vedení firmy se rozhodlo pro rovnoměrné odpisování výrobního zařízení. Dle platné legislativy spadají odepisované zařízení do odpisové skupiny č. 2 budou odepisovány po dobu pěti let. Odpisován bude svařovací automat a polohovadlo, protože jejich pořizovací hodnota převyšuje 40 000 Kč. Stříhací nástroj a přípravek budou jednorázově vneseny do ostatních nákladů. U

přípravků lze měnit podstavu pro usazení konzol na stěnu, konzol na stožár a konzol na stožár se vzpěrou.

### Poměrné převedení investice na zástupce

Z celkového předpokládaného množství 7600 ks vyrobených konzol lze nově navrhované technologie využít na 74% produkce, to je 5624 ks konzol. Z tohoto objemu zaujímají vybraní představitelé, pro které je tato práce prováděna asi 18%, to je 1040 ks. Proto budou uvažovány vstupy do tabulky cash flow v tomto poměru.

### Tabulky cash flow

Tabulka 6.2 Tabulka cash flow pro variantu č. 1

Tabulka cash flow pro variantu č. 1					
Hodnoty / Rok	2016	2017	2018	2019	2020
Přírůstek příjmů	20300	20300	20300	20300	20300
Přírůstek výdajů	14210	14210	14210	14210	14210
Odpisy	1997,4	1997,4	1997,4	1997,4	1997,4
Ostatní náklady	4752	0	0	0	0
EBIT	-659,4	4092,6	4092,6	4092,6	4092,6
Daň	-125,3	777,59	777,59	777,594	777,59
Čistý zisk	-534,1	3315	3315	3315,01	3315
Odpisy	1997	1997	1997	1997	1997
Cash flow	1462,9	5312	5312	5312,01	5312

Pro hodnocení investice jsem se rozhodl využít čistou současnou hodnotu a vnitřní výnosové procento. Výpočty jsem provedl v MS EXCEL.

$$\check{C}SH = SHCF - IN = \sum \left( \frac{CF_t}{(1+k)^t} \right) - IN = 17\,130 - 14\,739 = 2\,391 \text{ Kč}$$

Diskontní sazba 9%.

$$VVP \quad 0 = \sum \left( \frac{CF_t}{(1+k)^t} \right) - IN = 14\%$$

Tabulka 6.3 Tabulka cash flow pro variantu č. 2

Tabulka cash flow pro variantu č. 2					
Hodnoty / Rok	2016	2017	2018	2019	2020
Přírůstek příjmů	28217	28217	28217	28217	28217
Přírůstek výdajů	14210	14210	14210	14210	14210
Odpisy	20569	20569	20569	20569	20569
Ostatní náklady	1043	0	0	0	0
EBIT	-7605	-6562	-6562	-6562	-6562
Daň	-1445	-1247	-1247	-1246,8	-1247
Čistý zisk	-6160	-5315	-5315	-5315,2	-5315
Odpisy	1997	1997	1997	1997	1997
Cash flow	-4163	-3318	-3318	-3318,2	-3318

$$\check{C}SH = SHCF - IN = \sum \left( \frac{CF_t}{(1+k)^t} \right) - IN = -13\,682 - 103\,890 = -117\,572 \text{ Kč}$$

Diskontní sazba 9%.

Z propočítaných ČSH vyplývá, že pouze v první variantě je hodnota ČSH kladná a lze investici doporučit. Vnitřní výnosové procento pro první variantu je 14%. Druhá varianta má zápornou čistou současnou hodnotu a její uskutečnění není možné doporučit, investice do do svařecího automatu by byla opodstatněná při výrazněm zvýšení objemu výroby. [5], [6], [3]

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vytvořit technologický projekt výroby satelitních konzol ve firmě Tipa, spol. s r.o. Na začátku práce je uvedeno výrobní portfolio firmy. Díky velkému množství a rozmanitosti vyráběných konzol jsem byl nucen vybrat čtyři zástupce pro které jsem následně zpracoval technologický projekt.

Diplomová práce také obsahuje literární rešerši, kde se věnuji podrobnějšímu popisu nejběžnějších metod měření spotřeby času ve strojírenství. Teoretické poznatky nabyté studiem této problematiky jsem následně uplatnil při návrhu vhodné metody měření spotřeby času pro potřeby firmy Tipa, spol. s r.o.

Při vypracování jsem se nejdříve zaměřil na analýzu současného stavu výroby, kde jsem hledal slabá místa. Díky vytvoření stohových diagramů je patrné, že se na spotřebě času při výrobě nejvíce podílejí svařovací a řezací operace. Díky tomu jsem se zaměřil na možnosti řešení této

situace. Navrhnul jsem proto dvě modernizované varianty provozu. Obě varianty stále umožňují zajištění výroby všech dosavadních produktů.

Kapacitní propočty ukázaly, že obě navržené varianty mají dostatečný potenciál i pro případné zvýšení objemu výroby. Ekonomické hodnocení však odhalilo neudržitelnost druhé varianty při zachování objemu výroby. První varianta využívající střížného nástroje a polohovadla se ukázala jako ekonomicky výhodnější. Mezi její další výhody bezesporu patří nízká vstupní investice bez nutnosti pořizovat speciální svařovací přípravky. I při nízkých nákladech na pořízení vybavení jsem však dosáhl významného snížení výrobních časů všech zkoumaných konzol jak ilustruje tabulka.

Tabulka 7.1 Úspory času

Tabulka úspor času			
Konzola	Stávající	Polohovadlo, stříhadlo	Rozdíl [min]
Konzola na stěnu	8,61	5,26	3,35
Konzola k oknu	6,6	4,37	2,23
Konzola na stožár	10,49	8,55	1,94
Konzola na stožár vzpěra	14,16	12,1	2,06

Celková finanční úspora první varianty oproti stávající výrobě vztažená na jeden kus je znázorněna v tabulce 7.2.

Tabulka 7.2 Úspory na kus

Tabulka úspor na kus	
Konzola	Úspora [kč]
Konzola na stěnu	7,26
Konzola k oknu	4,83
Konzola na stožár	4,2
Konzola na stožár vzpěra	4,46

## Seznam příloh

Operační návody a průvodky, dispozice hal, kapacitní propočty, ekonomické propočty.rar

## Seznam použité literatury

- [1] ANTONÍN ZELENKA, MIRKO KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT Praha, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [2] *BUSSINESS AND ECONOMIC HISTORY* [online]. 2008 [cit. 14.10.2015]. Dostupné z : <http://web.mit.edu/allanmc/www/TheGilbreths.pdf>
- [3] FREIBERG, František a Martin ZRALÝ. *Ekonomika podniku*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 126 s. ISBN 978-80-01-04144-4.
- [4] HLAVATÝ, Ivo a Jiří HRUBÝ. *Technologičnost konstrukcí: učební text*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-2772-8.
- [5] *Hodnocení investic: Čistá současná hodnota (VPN) stručně a jasně* [online]. 2013 [cit. 15.12.2015]. Dostupné z : <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-cista-soucasna-hodnota-npv-strucne-a-jasne>
- [6] *Hodnocení investic: Vnitřní výnosové procento (IRR)* [online]. 2013 [cit. 15.12.2015]. Dostupné z : <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-vnitri-vynosove-procento-irr>
- [7] *Jakost ocelí* [online]. 2012 [cit. 15.10.2015]. Dostupné z : [http://www.feromat.cz/jakosti\\_oceli](http://www.feromat.cz/jakosti_oceli)
- [8] MÁDL, Jan, Antonín ZELENKA a Martin VRABEC. *Technologičnost konstrukce: obrábění a montáže*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 136 s. ISBN 80-01-03288-4.
- [9] *Metody předem určených časů* [online]. 2007 [cit. 5.10.2015]. Dostupné z : <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/metody-predem-urceny-ch-casu>
- [10] NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby: učební text*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007
- [11] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006, 359 s. ISBN 80-01-03449-6.
- [12] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2007, xi, 227 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6.

- [13] *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů*. 1. vyd. Ostrava: ZEROSS, 2001, 394 s. Svařování. ISBN 80-85771-81-0.
- [14] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.
- [15] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995, 365 s. ISBN 80-01-01302-2.
- [16] ZELENKA, Antonín, Vratislav PRECLÍK a Milan HANINGER. *Projektování výrobních procesů II: Obrábění a montáže*. Praha: České vysoké učení technické, 1992. ISBN 80-01-00863-0.
- [17] ZELENKA, Antonín, Milan HANINGER a Vratislav PRECLÍK. *Projektování procesů obrábění a montáží*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999, 190 s. ISBN 80-010-2013-4.

#### Tabulka návodka průvodky :

[http://u12134.fsid.cvut.cz/podklady/\\_spolecne/projektovani\\_formulare.xls](http://u12134.fsid.cvut.cz/podklady/_spolecne/projektovani_formulare.xls) [24.9.2015]

#### Seznam obrázků

Obrázek 1.2.1 Vybraní představitelé .....	16
Obrázek 1.2.2 Objemroční výroby vybraných konzol.....	16
Obrázek 2.1 Rozdělení spotřeby času.....	17
Obrázek 2.1.1 Schéma dělení času pracovníka ve směně.....	18
Obrázek 2.1.2 Schéma třídění ztrátového času.....	19
Obrázek 2.2.1 Schéma třídění standardního jednotkového času .....	20
Obrázek 2.2.2 Schéma třídění standardního dávkového času .....	21
Obrázek 2.2.3 Schéma třídění standardního směnového času.....	22
Obrázek 3.2.1 Schématické značky diagramu .....	30
Obrázek 3.3.1.1 Základní „therbligs“ .....	32
Obrázek 3.3.2 Označení základního pohybu .....	36
Obrázek 3.4.1 Nožní spínač.....	38
Obrázek 4.3.1.1 Excentrický lis LEK 160 .....	42
Obrázek 4.3.1.2 Technické parametry Pilous ARG 300 plus.....	43
Obrázek 4.3.1.3 Vrtačka TOS VS 32.....	44
Obrázek 4.3.1.4 Svářečka ALF 285 industry.....	44
Obrázek 4.3.1.5 Nízko zdvižný paletový vozík.....	47
Obrázek 4.3.1.6 Transportní přepravka .....	47
Obrázek 4.3.1.7 Europaleta.....	48
Obrázek 4.4.1 Konzola na stěnu .....	48
Obrázek 4.4.2 Svařovací přípravek 1456-90-ROT.....	50
Obrázek 4.4.3 Přípravek 1456-160x50x5-2.....	50
Obrázek 4.4.4 Přípravek 1456-240x50x5-2.....	50
Obrázek 4.4.5 Svařovací přípravek 1456-T240/160x50.....	51
Obrázek 4.4.6 Svařovací přípravek.....	51



Obrázek 4.5.1 Konzola na stožár .....	51
Obrázek 4.5.3 Svařovací přípravek 1456-L-160x50 .....	54
Obrázek 4.6.1 Konzola na stožár se vzpěrou.....	54
Obrázek 4.7.1 Konzola k oknu .....	57
Obrázek 4.7.2 Přípravek 1456-240x50x5-2.....	58
Obrázek 4.8.1 Stohový diagram pro konzolu na stěnu .....	59
Obrázek 4.8.2 Stohový diagram pro konzolu na stožár .....	60
Obrázek 4.8.3 Stohový diagram pro konzolu na stožár se vzpěrou.....	61
Obrázek 4.8.4 Stohový diagram pro konzolu k oknu .....	62
Obrázek 4.9.1 tříhací nástroj.....	64
Obrázek 4.9.2 Polohovadlo PT 101 .....	65
Obrázek 4.9.3 Svářecí automat SOA 319 M .....	65

## Seznam tabulek

Tabulka 1.2.1.2 Výrobní portfolio firmy Tipa.....	13
Tabulka 3.3.1 Základní pohyby horních končetin při použití metody MTM-1.....	34
Tabulka 3.3.2 Základní pohyby dolních končetin při použití metody MTM-1 .....	34
Tabulka 3.3.3 Orientační tabulka pro MTM.....	37
Tabulka 4.3.1 Technické parametry lisu LEK 160.....	42
Tabulka 4.3.2 Technické parametry TOS VS 32.....	44
Tabulka 4.3.3 Technické parametry ALF 285 industry.....	47
Tabulka 4.3.4 Technické parametry Nízkozdvižného vozíku .....	47
Tabulka 4.3.5 Technické parametry transportní přepravky .....	47
Tabulka 4.3.6 Rozměry Europalety .....	48
Tabulka 4.4.1 Přehled operací pro konzolu na stěnu .....	49
Tabulka 4.5.1 Přehled operací pro konzolu na stožár.....	52
Tabulka 4.6.1 Přehled operací pro konzolu na stožár se vzpěrou.....	55
Tabulka 4.7.1 Přehled operací pro konzolu k oknu .....	57
Tabulka 4.9.1 Technické parametry PT 101 .....	64
Tabulka 5.1.1 Přehled operací konzola na stěnu, varianta 1.....	66
Tabulka 5.1.2 Přehled operací konzola na stožár, varianta 1 .....	67
Tabulka 5.1.3 Přehled operací konzola na stožár se vzpěrou, varianta 1 .....	67
Tabulka 5.1.4 Přehled operací konzola k oknu, varianta 1 .....	68
Tabulka 5.2.1 Přehled operací konzola na stěnu, varianta 2.....	69
Tabulka 5.2.2 Přehled operací konzola na stožár, varianta 2 .....	69
Tabulka 5.2.3 Přehled operací konzola na stožár se vzpěrou, varianta 2 .....	70
Tabulka 5.2.4 Přehled operací konzola k oknu, varianta 2.....	71
Tabulka 5.3.1 Náklady na pořízení technologií .....	75
Tabulka 5.3.2 Tabulka cash flow pro variantu č. 1.....	76
Tabulka 5.3.3 Tabulka cash flow pro variantu č. 2.....	77
Tabulka 5.3.1 Úspory času .....	78
Tabulka 5.3.2 Úspory na kus .....	78