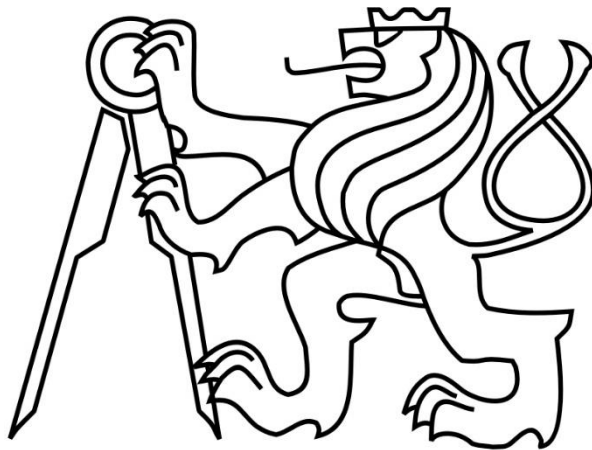


České vysoké učení technické v Praze Fakulta strojní

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie



Bakalářská práce

Analýza procesu výroby řezače spár RK-10

Autor: Martin Dukát

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kyncl



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dukát** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **461760**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýza procesu výroby řezače spár

Název bakalářské práce anglicky:

Crack chaser production process analysis

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše problematiky výrobních procesů
2. Analýza procesu výroby
3. Návrh optimalizace procesu výroby
4. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhů

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jiří Kyncl, 12134

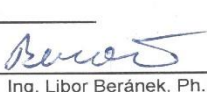
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **09.04.2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31.07.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: _____


Ing. Jiří Kyncl
podpis vedoucí(ho) práce



Ing. Libor Beránek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

27.4.2018
Datum převzetí zadání


Podpis studenta

Čestné prohlášení

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

V Praze, dne 9.7.2018

Martin Dukát

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Jiřímu Kynclovi za cenné připomínky, rady a hlavně čas, který mi věnoval při vzniku této bakalářské práce. Poděkování patří i společnosti Huddy Diamonds s.r.o a všem pracovníkům, kteří se mnou měli trpělivost a vždy se mi snažili vyjít vstříc.

Abstrakt

Cílem této Bakalářské práce je zanalyzovat výrobní proces řezače spár RK-10 ve firmě Huddy Diamonds s.r.o. První část práce se zabývá problematikou výrobních procesů. Další část je zaměřena na výrobní program DIAKAT a je provedena analýza výroby řezače divokých spár RK-10. V závěru jsou navržnuta optimalizační řešení za účelem zkrácení celkové průběžné doby výroby a snížení nákladů.

Abstract

The aim of this Bachelor Thesis is to analyze the production process of cutter RK-10, which is made by Huddy Diamonds s.r.o. The first part of the thesis deals with the problems of production processes. The next part is focused on the production program DIAKAT and an analysis is made of the production of the RK-10. In the end, optimization solutions are proposed to reduce overall production time and reduce costs.

Obsah

1	Výrobní společnost Huddy Diamonds s.r.o	8
2	Rešerše problematiky výrobních procesů	9
2.1	Definice výrobního procesu	9
2.2	Členění výrobních procesů podle výrobního programu.....	11
2.3	Členění podle složitosti výrobního procesu	12
2.4	Výrobní faktory	13
2.5	Typy výroby	14
2.6	Výrobní systém	15
2.7	Technická příprava výroby	16
2.8	P-Q analýza	18
2.8.1	Možnosti využití P-Q diagramu.....	19
2.9	P-G diagram	20
2.10	Normativní základna	21
2.11	Výrobní a součástková standardizace	21
2.12	Normy spotřeby materiálu	22
2.13	Normy spotřeby času	22
2.14	Velikost výrobní dávky	24
2.15	Průběžná doba výroby	24
3	Analýza výrobního programu DIAKAT	25
3.1	P-Q diagram výrobků DIAKAT.....	26
3.2	Náklady a prodejní ceny představitelů DIAKAT.....	27
3.3	Roční tržby výrobního programu Diakat	28
4	Řezač divokých spár RK-10	29
4.1	Charakteristika výrobku Řezač spár RK-10.....	30
4.2	Kapacita pro výrobu RK-10	30
4.3	Výrobní pracoviště	31

4.4	Časová osa výroby RK-10	32
4.5	Technická příprava výroby	34
4.5.1	Struktura výrobní dokumentace	35
4.5.2	Hutní materiál	36
4.5.3	Spojovací materiál	37
4.5.4	Komponenty a zákonné prvky	38
4.6	Vlastní výroba	39
4.6.1	Zámečnické práce	39
4.6.2	Svařování	41
4.6.3	Obrábění.....	43
4.6.4	Montáž	44
4.7	Kooperace	45
4.7.1	Pálení výpalků laserem	45
4.7.2	Obrábění.....	46
4.7.3	Povrchové úpravy	47
4.7.4	Zapojení elektromotorů.....	47
4.8	Vstupní a výstupní kontrola	48
4.9	Balení a expedice	48
5	Technicko-ekonomické zhodnocení	49
5.1	Optimalizace technické přípravy výroby	49
5.2	Optimalizace vlastní výroby	51
5.3	Optimalizace kooperací.....	53
5.4	Výsledek optimalizací.....	54
6	Závěr	56
	Zdroje.....	57
	Seznam obrázků.....	58
	Seznam Tabulek.....	59

Úvod

Bakalářská práce na téma analýza procesu výroby Řezače spár RK-10 je zpracovávána s výrobní společností Huddy Diamonds s.r.o. Tato společnost se zabývá výrobou diamantových nástrojů a stavební mechanizace.

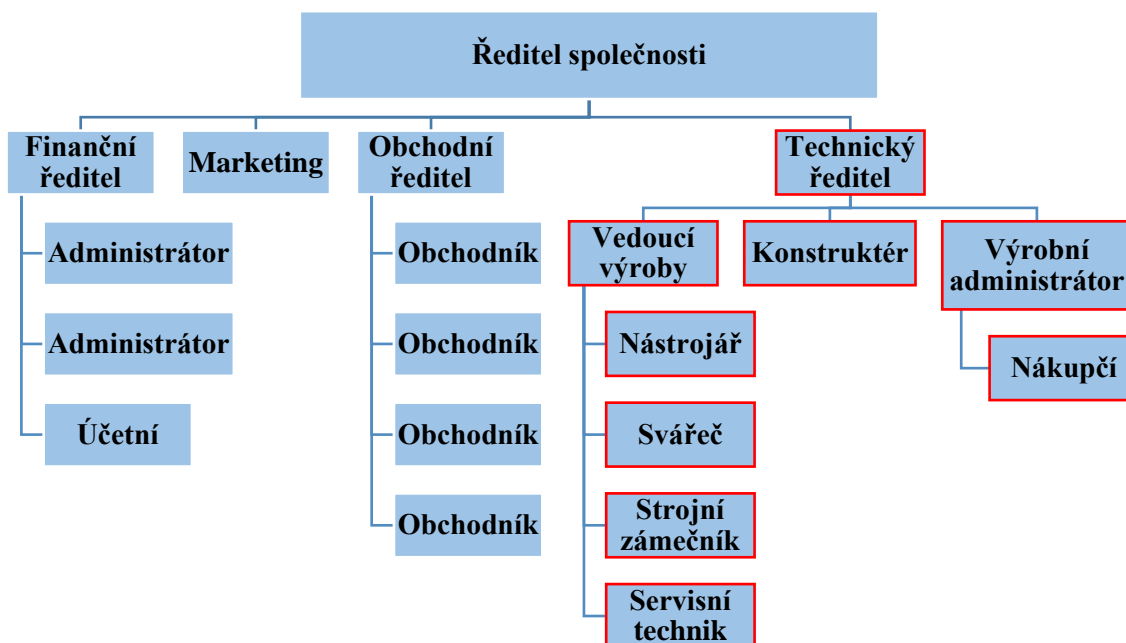
Optimalizaci výroby pokládám v dnešní době za velice důležitou. Řezač RK-10 je výrobek, jehož výrobní proces neprošel řadu let analýzou ani optimalizací, a proto jsem si právě tento výrobek zvolil. Společně se zvyšujícími se náklady, vyššími požadavky na kvalitu a přesnost a vývojem nových technologií je zapotřebí vytvářet analýzy procesu výroby. S těmito informacemi je nutné následně pracovat, využít jejich potenciál a najít řešení, které přinese zlepšení. Abychom byli schopni udržet výrobu úspěšnou, je zapotřebí mít své kroky a postupy řádně promyšleny, naplánovány a spočítány. Právě tato myšlenka je mým cílem, kterého bych v této práci chtěl dosáhnout.

V první části provedu rešerši problematiky výrobních procesů, kde definuji důležité pojmy a funkce, které následně budu dále využívat. Vytvořím si strukturu, které se budu držet v řešení konkrétního případu. Dále přistoupím k výrobnímu programu DIAKAT, který je tvořen několika zástupci různé stavební mechanizace. Provedu analýzu celého výrobního programu, finanční zhodnocení a výsledkem bude výběr představitele, který se stane předmětem mé analýzy. Výrobu představitele si rozdělím do několika částí, kterými jsou technická příprava výroby, kooperace a vlastní výroba. Tyto nadřazené skupiny se skládají z jednotlivých činností, kterým budu přikládat pozornost. Nejdříve veškeré činnosti charakterizuji a následně budu navrhovat možnou optimalizaci. Všechny tyto náležitosti budu konzultovat s kompetentními pracovníky, kteří budou složit jako jeden z nástrojů analýzy. Zvýšení úrovně subjektu lze dosáhnout mnoha způsoby. Mohou to být inovace technického charakteru, jako například zakoupení nových strojů nebo inovace konstrukčně-technologického charakteru. V závěru jednotlivé varianty zhodnotím po technicko-ekonomické stránce, zdali se jedná o rentabilní změny.

1 Výrobní společnost Huddy Diamonds s.r.o

Huddy Diamonds s.r.o založená v roce 1992 jako distributor diamantových nástrojů pro různá průmyslová odvětví, především stavebnictví, průmysl zpracování kamene a dekorativní sklářský průmysl.

V současnosti je společnost jedním z nejvýznamnějších výrobců a dodavatelů mechanizace pro opravy pozemních komunikací a průmyslových ploch především horizontálních brusek a fréz, strojů pro odstraňování dopravního značení, řezačů spár a prasklin a průmyslových vysavačů. Kromě toho je dodavatelem plného sortimentu diamantových a tvrdokovových nástrojů pro stavebnictví, kamenoprůmysl, sklářství a vybavení pro geologický průzkum, zemní vrty a geotechnický monitoring.



Obrázek 1: Hierarchie Huddy Diamonds s.r.o

Uvádím zde schéma zobrazující hierarchii oddělení a zaměstnanců. Moje práce bude především cílena na výrobní oddělení, kde moje konzultace nejčastěji probíhají s vedoucím výroby, svářečem, strojním zámečníkem a výrobním administrátorem.

2 Rešerše problematiky výrobních procesů

V této kapitole provedu rešerši problematiky výrobních procesů. Pomocí této rešerše vytvořím kompozici, které se následně budu věnovat při řešení konkrétního případu. Výroba se dá jednoduše charakterizovat jako proces, při kterém dochází k přeměně vstupů na výstupy. Výsledkem této činnosti je vytváření materiálních i nemateriálních statků, které odpovídají tržní poptávce. Můžeme si také pod tímto pojmem představit propojení mezi odbytovým a nákupním trhem.

2.1 Definice výrobního procesu

V dnešní době můžeme nalézt mnoho různých definic výrobního procesu. Výrobní proces strojírenského závodu je charakterizován souhrnem technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, jejichž účelem je měnit tvar, rozměry, složení, jakost a spojení výchozích materiálů a polotovarů z hlediska požadovaných technicko-ekonomických podmínek vyráběného výrobku. [2]

Dle Šmída je v jeho publikaci použita následující definice:

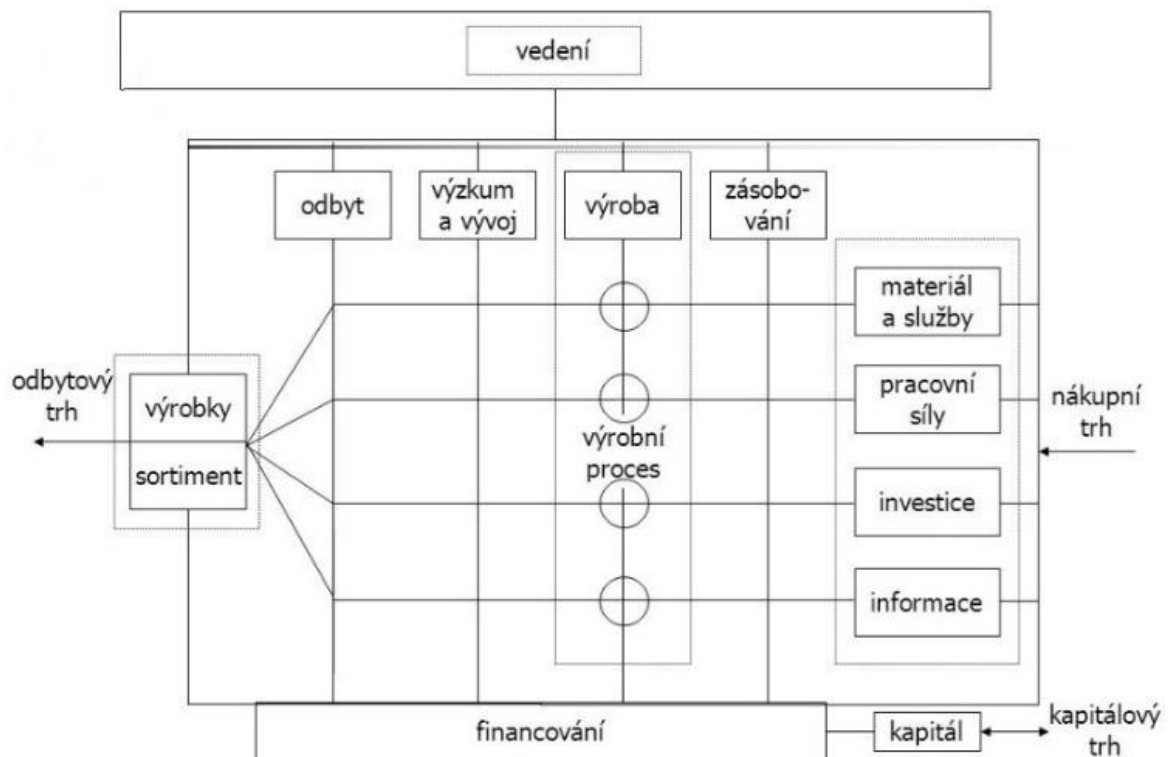
„Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností a/nebo subprocesů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou (podnikový proces) nebo více spolupracujícími organizacemi (mezipodnikový proces), které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační výstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka.“ [9]

Zelenka výrobní proces definuje ve své publikaci v rámci ČVUT takto:

„Výrobní proces je uskutečňován prostřednictvím výrobních systémů, které lze v obecném pojetí charakterizovat jako věcné, technologicky, časově, prostorově a organizačně jednotné seskupení hmotných zdrojů (materiálů, energií, výrobních a pracovních prostředků) a pracovních sil určených pro výrobu vybraného sortimentu výrobku.“ [2]

Do tohoto pojetí bych zahrnul veškeré funkce, které podnik zabezpečuje – investiční činnost, starající se o pořízení výrobních faktorů, personální činnost, která se stará o dostatek vhodných kvalifikovaných zaměstnanců, finanční činnost a činnost zajišťující zhotovení výrobků a poskytování služeb. [2]

Na správné a efektivní fungování výrobního procesu má samozřejmě vliv také jeho postavení v rámci celého systému podniku a jednotlivých funkcí. Ideální postavení můžeme vidět na obrázku 2.



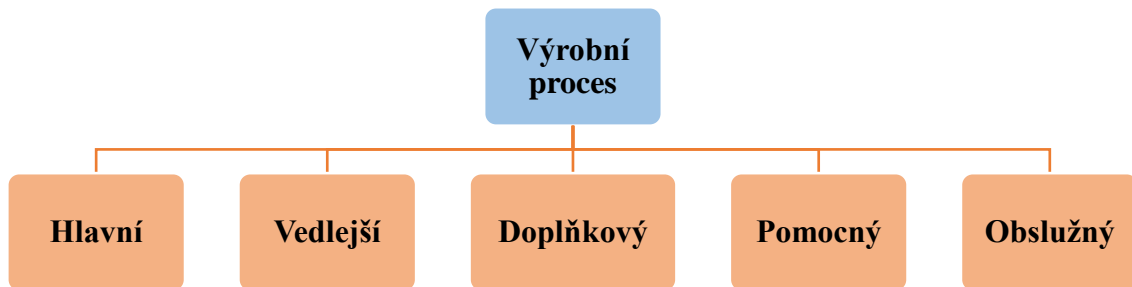
Obrázek 2: Postavení výrobního procesu [2]

Mezi hlavní faktory, které působí na pracovní proces jsou:

- Výrobek
- Materiál a polotovary
- Výrobní stroje, dopravní a kontrolní zařízení
- Technologie (tváření, obrábění, svařování...)
- Pracovníci (kvalifikace, odbornost, pracovní prostředí)
- Energie (druh, způsob předávání, množství)

2.2 Členění výrobních procesů podle výrobního programu

V rámci celé výroby rozdělujeme výrobní procesy do několika kategorií, především podle toho, jak intenzivně souvisí s výrobním programem a jakým způsobem přispívají k jeho realizaci. Toto členění je pro mě důležité především pro určení procesů, které jsou ve výrobě hlavní a těmi se následně budu zabývat. Hlavní a vedlejší výrobní procesy mají největší podíl na průběžné době výroby.



Obrázek 3: Rozdělení výrobních procesů [2]

Hlavní procesy považujeme za ty, které přímo přispívají k plnění hlavního poslání dané organizace. Odpovídají základnímu výrobnímu programu a sortimentu výroby. Přiřazujeme k nim externí zákazníky a hlavním cílem výroby těchto výrobků je generovat zisk. [2]

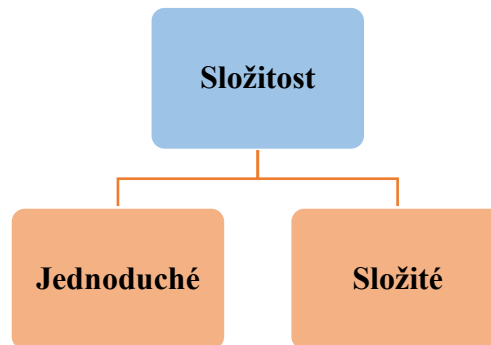
Vedlejší výrobní procesy slouží k výrobě výrobku, které jsou částmi nebo příslušenstvím výrobků základních. [2]

Doplňkové výrobní procesy umožňují lépe využít investičního majetku výrobních jednotek. K těmto činnostem dochází v případech, kdy je potřeba lépe vytížit kapacity společnosti. [2]

Pomocné činnosti slouží k výrobě prvků, které se neprodávají, ale používají se při výrobě hlavního výrobku a jejich cílem je zjednodušení procesu. Do této kategorie řadíme především přípravky a speciální nástroje. Obslužné činnosti zajišťují všechny druhy potřebných energií a služeb. [2]

2.3 Členění podle složitosti výrobního procesu

Členění podle složitosti výrobního procesu přispívá k definování součástí, které podstupují složitější proces. Právě těmito součástem bych chtěl věnovat pozornost, protože věřím, že je zde prostor pro zlepšení a urychlení celého procesu.



Obrázek 4: Dělení výrobního procesu podle složitosti [2]

Jednoduché jsou charakteristické tím, že se v nich vyrábějí jednoduché výrobky, obvykle výrobky z jednoho druhu výchozího materiálu. Jednotlivé činnosti se v těchto procesech uskutečňují „za sebou“. [2]

V kategorii složitých výrobních procesů se většinou jedná o finální výrobky sestavené z mnoha součástí vyráběných, popř. nakupovaných nebo výrobní procesy, ve kterých z jedné základní suroviny je vyráběno větší množství finálních výrobků.

Složitost výrobního procesu ovlivňuje nejen uspořádání, tj. organizace výroby, ale i náročnost na její koordinaci a řízení. [2]

Dílenským zaměstnancům je práce přidělována na základě jejich odbornosti a kvalifikace tak, aby mohli každou část výrobního procesu vykonávat s co nejvyšší kvalitou za co nejkratší dobu.

Výroba jako celek je uspořádána právě z těchto dílčích procesů, které na sebe navazují a vzájemně se ovlivňují. Štůsek definuje výrobu takto:

„Jde o proces, který tvoří centrální oblast výrobního podniku. Je jádrem jeho existence. Výroba mění na základě předpokládaných výkonů objekty, které byly zajištěny nákupem a které jsou pomocí odbytu zprostředkovány odběrateli.“ [3]

Z technického hlediska je výroba přizpůsobování a přeměna pracovních předmětů ve výrobek pomocí pracovních prostředků za účasti lidské pracovní síly. [4]

2.4 Výrobní faktory

Rozlišujeme 4 hlavní skupiny výrobních faktorů. Půda označuje veškeré přírodní zdroje, ornou půdu, lesy, zdroje nerostných surovin, vodu vzduch. Práce zahrnuje lidské zdroje, které jsou využívány ve výrobních procesech. Kapitálem jsou zde akumulované úspory, které dále používáme jako vstupy. V poslední řadě do výroby vstupují informace, které mohou být realizovány ve formě vývoje, výzkumu nebo kvalifikace.

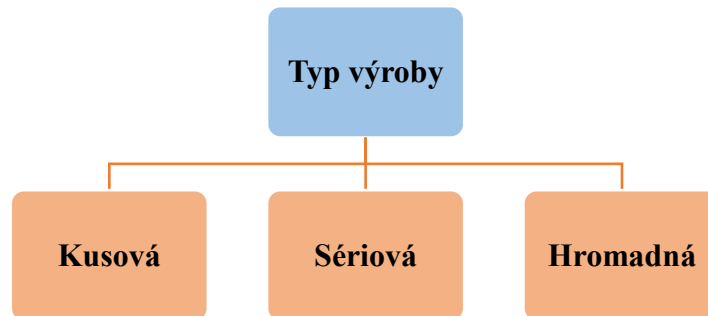


Obrázek 5: Výrobní faktory vstupující do výroby [1]

Z výroby vycházejí statky nejčastěji v podobě produktu nebo služeb. S tím však také produkujeme odpad, který nesmí být opomíjen, protože je nedílnou součástí tohoto procesu.

2.5 Typy výroby

Typy výroby jsou především závislé na vyráběném a prodávaném množství. Na tento významný faktor se dále váže stupeň automatizace, použité technologie a zařízení a pravidelnost celého cyklu. Vzhledem k mé práci považuji za důležité si tyto varianty definovat abych mohl následně konkrétní případ zařadit a podle toho i s ním nakládat.



Obrázek 6: Typy výroby [5]

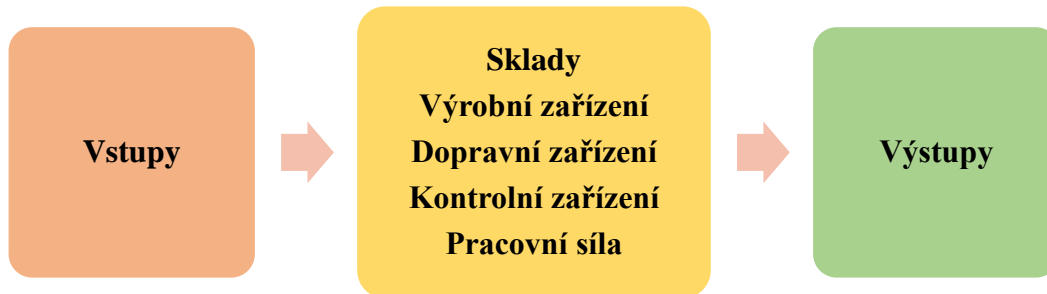
Kusová výroba je charakteristická velkým počtem různých druhů výrobků v jednotlivých kusech nebo menším množství. Výroba se opakuje nepravidelně a v některých případech se může stát, že se neopakuje vůbec. V této výrobě je potřeba univerzálnosti strojů, které se jednoduše přizpůsobí změnám. Zařadil bych do této kategorie výrobky, které procházejí složitějším a delším výrobním cyklem. [5]

Sériová výroba je charakteristická pro větší i menší množství výrobků stejného druhu. Objem, která je zadán do výroby najednou se nazývá výrobní dávka (série) a jeho výroba se obvykle opakuje s určitou pravidelností. Používají se univerzální i specializované stroje. Mezi nejsložitější úkony v této výrobě bych jmenoval především projektování a nastavení linek tak, aby výroba probíhala dle stanovených kritérií. [5]

Hromadná výroba se vyznačuje výrobou jednoho nebo několika mála druhů výrobků s velkým objemem produkce. Je typická vysokou mírou opakovanosti a relativně dlouhou ustáleností. S výhodou se využívají jednoúčelové stroje. U tohoto typu výroby bych opět poznamenal složitou přípravu výroby před vlastním zahájením. [5]

2.6 Výrobní systém

Výrobní systém můžeme definovat jako souhrn výrobních, kontrolních, dopravních, organizačních procesů v rámci konkrétního subjektu. [2]



Obrázek 7: Schéma výrobního systému [2]

Obecně na začátku jakéhokoliv výrobního systému jsou tzv. „vstupy“, které symbolizují počátek všech operací následujících. Do vstupů strojírenského závodu bych zařadil především plánování, materiál, pracovní kapitál, investiční majetek, software, pracovníky a další.

Výstupem výrobního systému je samotný výrobek. K němu bych ještě přiřadil informace v podobě „know how“, které jsme celým tímto procesem získali a můžeme je v budoucnu použít již na začátku jako vstup.

Výrobní systém jako celek vykazuje řasu vlastností. Především bych zde zmínil kapacitu a elasticitu. Kapacita je výkon výrobní jednotky libovolného druhu, struktury a velikosti v daném časovém úseku. Tento výkon je popisován kvalitativními, respektive kvantitativními komponenty. Vyjádření je nejčastěji v jednotkách tun, litrů, kusů, metrů. Elasticita znamená přizpůsobivost nebo přestavitelnost výrobní jednotky při změně pracovních úkolů. Kvantitativní elasticita je schopnost reagovat na množstevní změny v objemu výroby. Kvalitativní elasticita vyjadřuje možnosti obsazení výrobního systému alternativními druhy použití. [4]

2.7 Technická příprava výroby

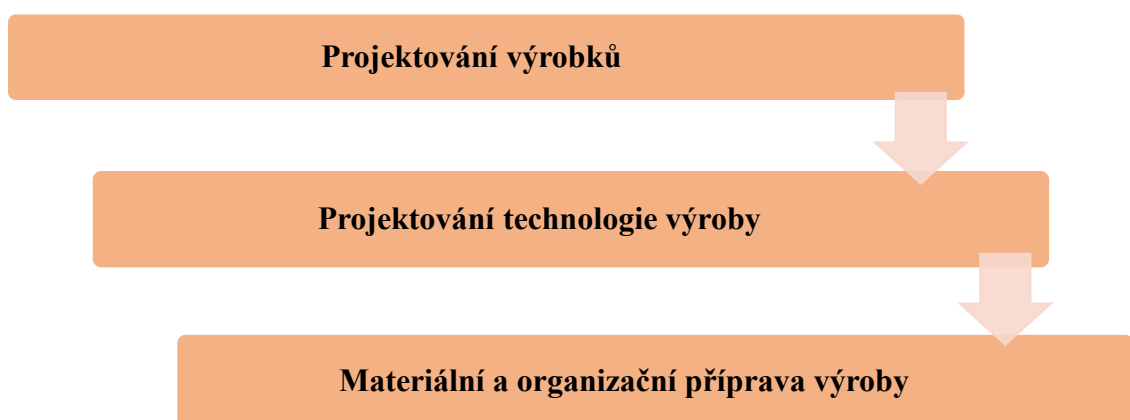
Technická příprava výroby (TPV) je souborem činností v průmyslové společnosti, jejichž hlavním úkolem je vypracování technicky a ekonomicky účelné konstrukce, organizace a technologie výroby pro nový nebo stávající výrobek. Tyto činnosti zabezpečují rytmickou souslednost výroby, včasné zahájení a ukončení procesu výroby, racionální organizaci a ekonomickou efektivnost výroby. [4]

Konkrétní náplň, časové rozložení a organizace jednotlivých činností TPV je ovlivněno mnoha činiteli: [4]

- Ekonomická a technická funkce výrobku (konstrukční členitost, počet sestav a součástí, složitost součástí)
- Druh, charakter a typ výroby (technologická náročnost, technické podmínky výroby, povaha procesů přeměny materiálu)
- Ekonomické a organizační uspořádání podniku

Činnosti TPV se liší na základě toho, jestli se jedná o těžební, mechanický nebo chemický proces. Já bych zde blíže specifikoval technickou přípravu výroby, týkající se mechanického procesu, protože tyto činnosti v mé problematice jsou ve větším zastoupení.

Tuto technickou přípravu v mechanických výroбах bych si dovolil rozdělit na tři fáze, které na sebe postupně navazují. Tyto fáze vidíme na obrázku č. 7.



Obrázek 8: TPV v mechanických výroбах [4]

Projektování výrobků je kategorie, do které zařazují konstrukční přípravu výroby. Technická dokumentace je základním dorozumívacím nástrojem každého strojního inženýra. Konstrukce výrobků se musí řídit dle jasných pravidel, norem a vnitropodnikových směrnic. Za konstrukční dokumentaci lze považovat veškeré dokumenty, které jsou potřeba pro realizaci výroby produktu.

Projektování technologie výroby řeší především technologickou přípravu. Jedná se o další parametr, který přímo ovlivňuje výrobní proces. Jasným úkolem technologie je určit, jak z polotovaru vyrobit požadovaný finální výrobek. Vypracování technologických postupů, montážních postupů, definování strojů a norem je hlavní složkou této kategorie.

Materiální a organizační příprava výroby má na starost, aby dle kusovníků a technologických postupů, byl včas připraven veškerý potřebný materiál a další pracovní pomůcky. Je zde velmi podstatné správné plánování, aby zásoby, které se spotřebovávají ve výrobním procesu nebyly zbytečně velké. V této oblasti přípravy výroby se již dost často využívá technicko-ekonomických znalostí. Ovšem i uspořádání pracoviště hraje významnou roli v efektivitě práce.

Pro přesné ujasnění těchto pojmů a náležitostí bych zde vypsál definice, které uvádí Líbal ve své literatuře.

„Soubor činností při projektování výrobků řeší vhodnou konstrukci a provedení výrobku, jeho funkční a estetické vlastnosti (rozměr, tvar, výkon, hmotnost, materiál, barvu, přesnost, provedení složení apod.)“ [4]

„Soubor činností při projektování technologie výroby směřuje k volbě a vypracování technologických postupů, k určení výrobního zařízení, nářadí a přípravků, ke stanovení norem spotřeby materiálu a práce.“ [4]

„Soubor činností zaměřených na materiální a organizační přípravu výroby zahrnuje vypracovávání projektů prostorového řešení výroby (rozmisťování strojů a zařízení), projektování a výrobní zajišťování speciálního nářadí a přípravků.“ [4]

Zákazníka především zajímá funkce výrobku a provozní vlastnosti, zejména spolehlivost, náklady na provoz, bezpečnost a vzhled. Projektant musí konzultovat s technologií možnosti opracování, pracovní i materiálovou náročnost, montáž apod.

2.8 P-Q analýza

P-Q analýza je nástroj, který sumarizuje výrobní množství pro jednotlivé typy výrobků v určitém časovém období. Tento nástroj využijí při výběru představitele z výrobního programu. Dále mi poskytne informace o typu a náročnosti výroby.

„P-Q diagram patří klasickým nástrojům projektanta, který mu může poskytnout první užitečné informace o typu a organizaci výroby, stupni automatizace, manipulaci s materiálem, ale i způsobu plánování a řízení výroby. Obecně nám diagram říká, na co se máme ve výrobním portfoliu především zaměřit.“ [2]

Výsledek diagramu se může pohybovat ve dvou různých extrémech. Jedna z variant je graf s hlubokou křivkou. Druhá možnost je graf s mělkou křivkou, jak je vidět na obrázcích.

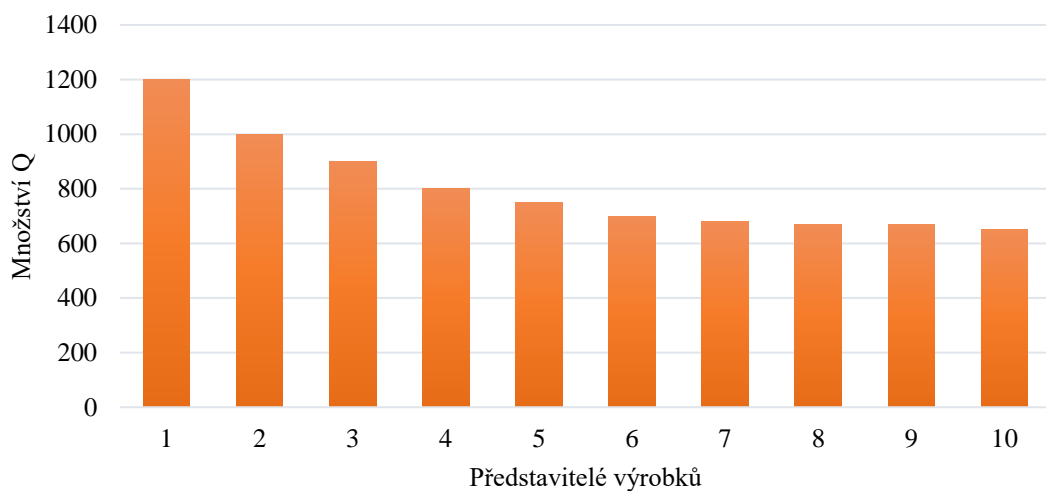


Obrázek 9: P-Q diagram s hlubokou křivkou [2]

„U hluboké křivky existují značné rozdíly vyráběného množství např. mezi jednotlivými výrobky, součástkami apod. Tento případ upozorňuje zejména na diferenciaci při volbě výrobních metod a strojů, protože křivka zachycuje na jedné straně (levá část) velká množství poměrně malého počtu výrobků, zatímco pravá část zachycuje malá množství velkého počtu výrobků. Na jedné straně se tedy setkáváme s podmínkami, které nám umožní volit výrobní technologii a zařízení s vysokým stupněm specializace a koncentrace operací (např. výrobní linky), na druhé straně musíme vzhledem k dané

sériovosti volit výrobní technologii a zařízení, které umožní pružné změny ve výrobě daného sortimentu. Vyváženost“ mezi výrobním množstvím a sortimentem výrobků ukazuje např., že cca 20-30% sortimentu výrobků tvoří cca. 60-70% objemu výroby. Na druhé straně u grafu s mělkou křivkou je typické, že každý výrobek má velký podíl na celkové produkci. Nemáme zde žádný majoritní prvek, ale objem výroby je rovnoměrně rozdělen. Při zpracování projektového úkolu můžeme postupovat jednotně.“ [2]

Graf s mělkou křivkou



Obrázek 10: P-Q diagram s mělkou křivkou

2.8.1 Možnosti využití P-Q diagramu

Tato vzájemná vazba značně ovlivňuje metodiku zpracování technologického projektu zejména v otázkách: [2]

- Výběru představitelů výrobků nebo součástkových souborů
- Volby koncepce technologie výroby (strojů, výrobního zařízení, jeho vybavení atd.)
- Koncepce specializačních struktur a jejich dispozičního řešení
- Toků materiálu nebo vztahů jednotlivých prvků výrobního systému atd.

2.9 P-G diagram

P-G diagram udává možnost poznat strukturu součástkové základny pro určení koncepce časové a prostorové struktury výrobního procesu. Struktura součástkové základny podle dosavadních zkušeností získaných na základě P-G diagramů tvoří tři váhově, rozměrově, technologicky a časově rozdílné skupiny. [2] Tyto skupiny jsou definovány následovně:

„Skupina A tvoří součástky charakteru základových a nosných prvků výrobku (stojany, lože, rámy, skříně atd.). Jedná se především o materiálově, technologicky a časově náročné součástky. Materiálová náročnost, složitost polotovarů, technologická a časová náročnost výrobních operací a relativně vysoké nároky na kvalifikaci výrobních dělníků značně ovlivňují celkové výrobní náklady, vázanost oběžných prostředků apod. V zájmu ekonomické efektivnosti výroby s ohledem na uvedené faktory je nezbytné zajistit u těchto součástí návaznost a co nejkratší průběžné doby jednotlivých fází, tj. výroby polotovarů-výroby součástí-montáže.“ [2]

„Skupinu B tvoří součástky všeobecného charakteru (hřídele, čepy, ozubená kola atd.) s menšími nároky všech jmenovaných faktorů (materiál, polotovary, technologie výroby atd.) Relativně menší náročnost výroby umožňuje vytvářet v omezené míře “výrobu na sklad“. Termíny zahájení a ukončení výroby jsou vázány na zahájení a ukončení výroby skupiny A. Velikost zásob je závislá na délce časového předstihu ukončení výroby před skupinou A.“ [2]

„Do skupiny C mohou být zařazeny součásti charakteru normalizovaných, unifikovaných a typizovaných součástí (spojovací součástky typu čepů, pouzder atd.) Ve srovnání s předcházejícími skupinami je tato skupina součástí nejjednodušší ve všech dříve uvedených faktorech. Umožňuje proto ve většině případů realizovat “výrobu na sklad“ v plné míře. Termíny zahájení a ukončení výroby jsou závislé pouze na velikosti zásob.“ [2]

2.10 Normativní základna

Normativní základna řízení je předpokladem vytvoření integrovaného systému řízení na jakémkoliv stupni managementu nebo v jakékoliv odborné oblasti řízení. [4]
Definována je takto:

„Jedná se o jednotný systém informací, který je výsledkem a součástí komplexní standardizace. Ta zajišťuje větší stabilitu, přehlednost a jednoznačnost. Výsledkem formalizace provedeného výběru je norma či standart.“ [4]

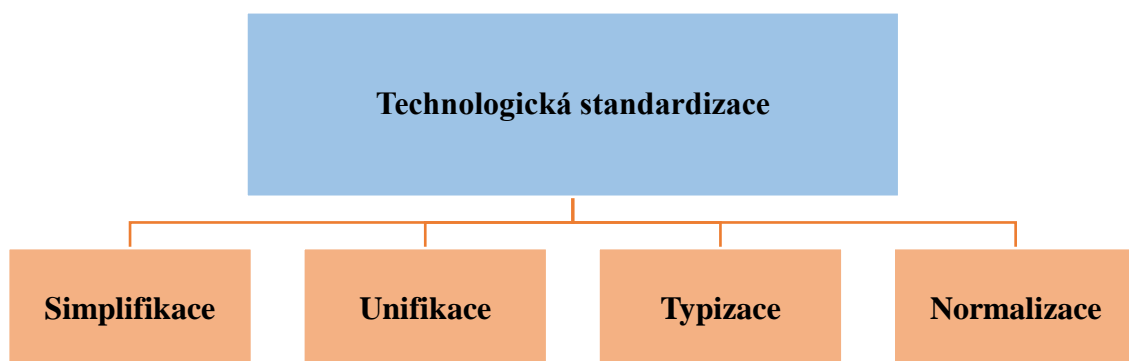
Normy se stávají nástrojem, který vyjadřuje jednotný, časově relativně stabilní, závazný předpis vlastností, funkcí, míry množství výrobních činitelů, jejich vztahů a kombinací a způsobu jejich fungování ve výrobním procesu. [7]

„Slovem norma se rozumí pravidlo, ustanovení, zákon, nebo stanovená míra něčeho. Pracovní norma spotřeby času je předpis, vyjadřující předpokládanou spotřebu živé práce dělníka, vynakládané na určitý pracovní úkol.“ [7]

2.11 Výrobová a součástková standardizace

Tato standardizace umožňuje urychlení konstrukčních a technologických prací při vytváření nových či modifikovaných výrobků. Dále umožňuje snížení výrobních nákladů, tím že vede ke zvýšení výrobních dávek.

Obvykle se rozlišují tyto základní metody a směry konstrukční standardizace:



Obrázek 11: Rozdělení technologické standardizace [10]

Unifikace konstrukce spočívá ve vytváření jednotného výrobku s cílem dosáhnout zaměnitelnosti. Jde o zvětšení sériovosti výroby a nižší materiálovou a energetickou náročnost výroby a montáže. Dále se snažíme o tvarové a rozměrové sjednocení do montážních celků a snížení počtu variant. Jde např. o vytvoření a dodržení jednoho tvaru a jedné velikosti součásti pro různé konstrukčně připravené druhy a typy výrobků. [10]

Typizace konstrukce má za úkol hospodárný výběr předmětů nebo procesů podle typických vlastností tak, aby tvořily soubor nebo řadu předmětů. [10]

Simplifikace je účelné snižování počtu součástí k montáži hotového celku. Zjednodušení konstrukčně technologické koncepce výrobků a technologických variant. [10]

Normalizace je použití normalizovaných součástí (dráty, spojovací materiály, profily, plechy, trubky atd.) za účelem zjednodušení a zlevnění výroby a přípravy polotovarů. Následně společnost nemusí být závislá na kooperaci, která vyrábí díly na míru, ale může si normalizovanou součást jednoduše objednat a pořídit. [10]

2.12 Normy spotřeby materiálu

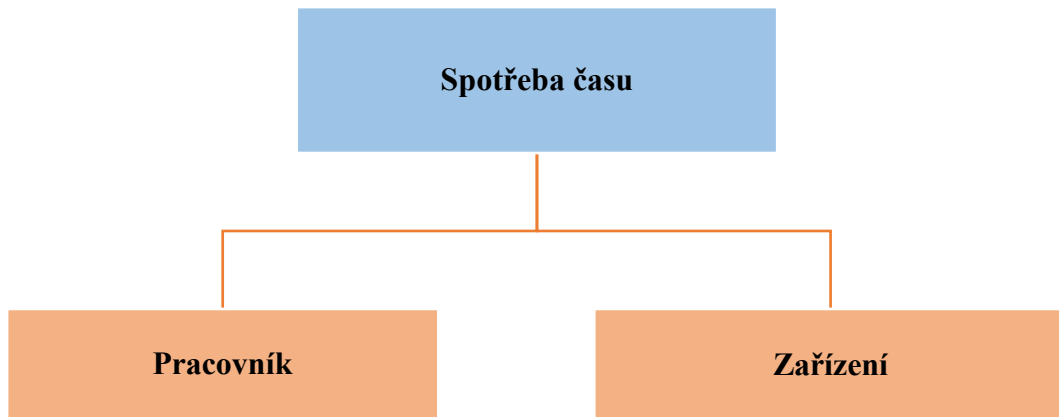
Aby tato norma byla plně uplatněna, je potřeba přesná specifikace předmětu (materiál, náradí, nástroje), jednoznačné stanovení normy spotřeby v příslušné měrné jednotce a určení základních technologických podmínek. Zde uvádím přehled základních metod:

- Propočtově analytické metody
- Zkušební metody
- Metody podle konstrukční a technologické analogie

2.13 Normy spotřeby času

Jedním z cílů normování práce je určovat optimální spotřebu času na konkrétní pracovní operace, vykonávané na jednotlivých pracovištích. Výrobní a pracovní proces a jejich přerušení doprovází spotřeba času, která je měřítkem jakosti organizace práce a pracovní metody. [11]

Na spotřebu času můžeme koukat z dvou hlavních úhlů pohledu. Jedna možnost je zkoumání spotřeby času z hlediska pracovníka. Druhá možnost je z hlediska pracovního prostředku (výrobního zařízení nebo předmětu výroby). Tyto dvě možnosti se můžou v určitém případě shodovat a to, když jeden pracovník obsluhuje jeden stroj. [11]

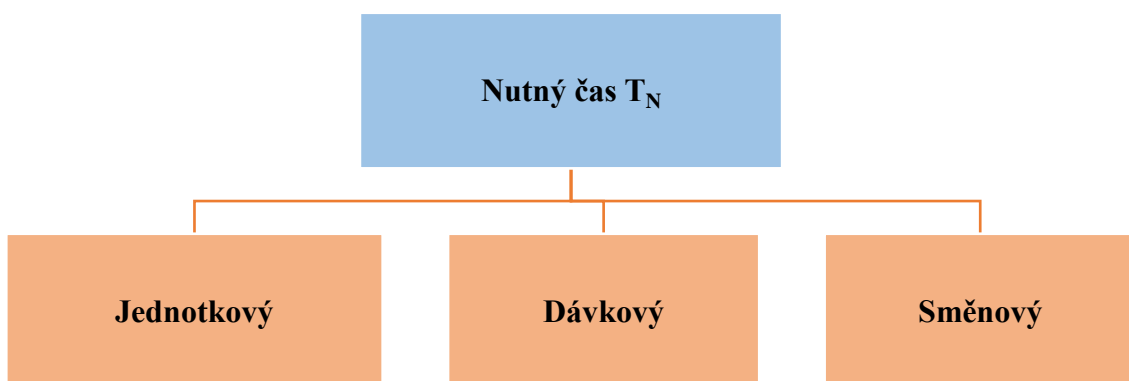


Obrázek 12. Rozdělení spotřeby času [11]

Z hlediska organizace práce, zjišťování rezerv, odměňování pracovníka, zjištění nákladů na výrobu a určování ceny výrobku je potřeba přesný popis a označení jednotlivých skupin času.

Spotřeba času pracovníka obsahuje spotřebu nutnou a zbytečnou. Nutná spotřeba času zahrnuje čas potřebný k vykonávání předepsané činnosti při plném využití zařízení a ideální organizaci práce společně s nutnými přestávkami. Mezi ztrátové časy řadíme ztráty v práci a přestávky, které si pracovník udělá bez předepsání navíc. [11]

Každý druh nutného času se skládá ze tří složek:



Obrázek 13: Rozdělení nutného času [11]

2.14 Velikost výrobní dávky

Výrobní dávka je množství výrobků (součástí, dílů), které jsou současně do výroby zadávány nebo z výroby odváděny, jsou opracovávány v těsném časovém sledu nebo současně, a to na určitém pracovišti s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu. Na dávku je vydáván společně výchozí materiál a polotovary, jako celek je evidována v průběhu výroby i při odvádění na mezisklad či na sklad hotových výrobků. [4]

Faktory, které nás motivují pro zvyšování výrobní dávky jsou:

- Snižování fixních nákladů
- Zvyšování produktivity práce
- Zjednodušení operativního řízení výroby

Naopak vyšší dávka se negativně projeví v:

- Zvyšování nákladů na skladování
- Zvyšování vázanosti obrátového kapitálu
- Zvyšování vázanosti výrobních a manipulačních ploch
- Prodlužování průběžné doby výroby

2.15 Průběžná doba výroby

Představuje kombinaci řady dílčích časů-technologických, netechnologických i přerušení, jak to vyžaduje postupné plnění sledu jednotlivých operací, rozmístění jednotlivých pracovišť, organizace výrobního procesu, tj. dodávky na jiná pracoviště, na mezisklad apod. [4]

V této kapitole, zabývající se rešerší problematiky výrobních procesů, jsem definoval důležité pojmy, které budu využívat při analýze výrobního procesu a návrhu optimalizace. Dále jsem uvedl nástroje projektanta, díky kterým dokážu lépe charakterizovat typ výroby a stěžejní místa celého výrobního systému.

3 Analýza výrobního programu DIAKAT

V této části práce je mým cílem využít výše zmíněnou teorie a definované pojmy k tomu, abych provedl analýzu výrobního procesu ve spolupráci se strojírenskou společností Huddy Diamonds s.r.o.

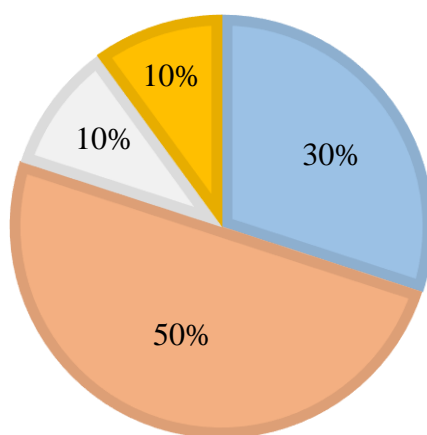
Představím jak výrobní podnik, tak výrobní program. Z jednotlivých představitelů vyberu jednoho, kterého pokládám za významného a budu se jím dále podrobněji zabývat. Hlavní kritéria pro výběr představitele jsem zvolil především finanční hledisko, objem výroby a technologickou náročnost.

Společnost Huddy Diamonds vyrábí a na trh dodává stavební mechanizaci pro rozmanité užití. Sortiment výrobního programu Diakat nejdříve rozdělím tak, aby se pro nás stal srozumitelný a následně bylo jednodušší si vybrat jediného představitele.

Výrobní program Diakat se skládá ze stavební mechanizace určené pro základní činnosti využívané ve stavebnictví a strojírenství. Jedná se o řezání, broušení, frézování a sací techniku. Tyto technologie jsem rozdělil pomocí koláčového grafu podle počtu zastoupených produktů.

Výrobky diakat dle použití

■ Řezání ■ Broušení ■ Frézování ■ Sací technika

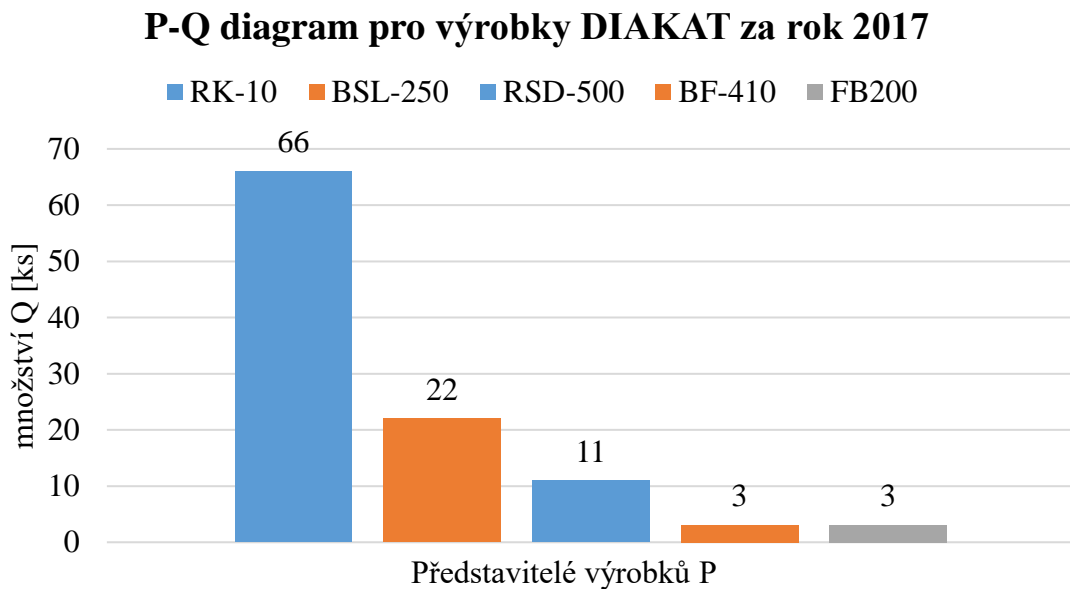


Obrázek 14: Rozdělení výrobků DIAKAT podle použití

Největší část spektra nabízených výrobků Diakat tvoří stroje určené pro broušení, kde nalezneme pět zastupitelů. Řezací mechanizace se prodává ve třech různých variantách. Frézovací i sací technika má jednoho představitele.

3.1 P-Q diagram výrobků DIAKAT

Pomocí P-Q diagramu, častého nástroje projektanta, jsem si zanalyzoval výrobní program na základě prodaných kusů za rok 2017. Uvažoval jsem zde hlavní představitele napříč všemi kategoriemi použití.



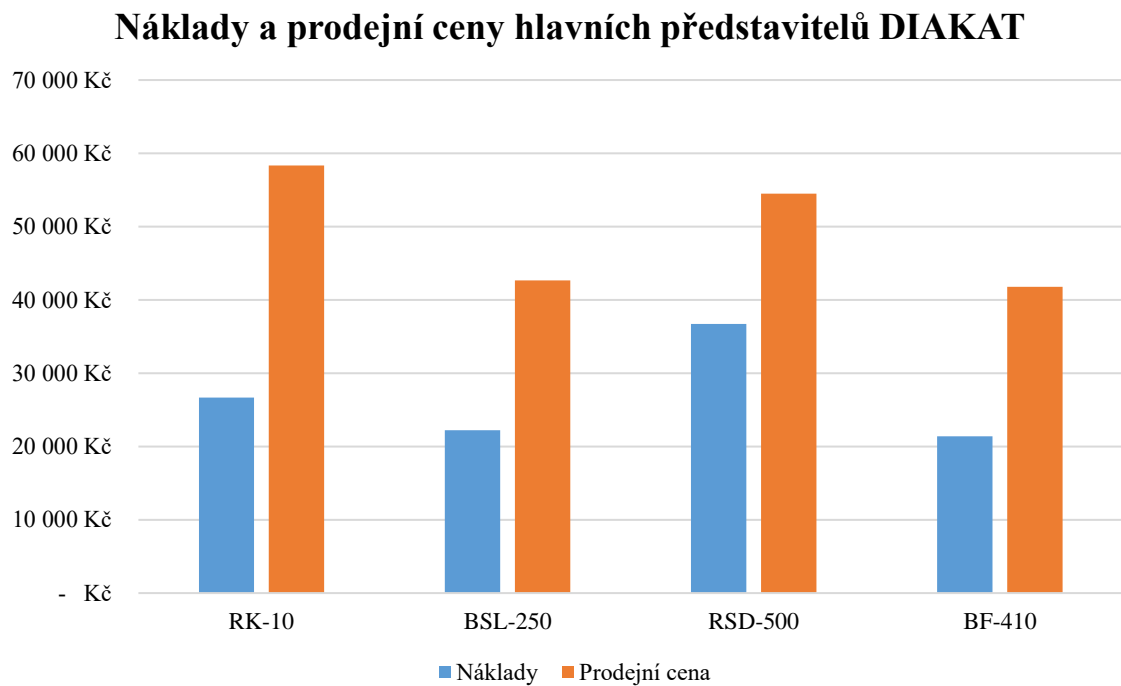
Obrázek 15: P-Q diagram DIAKAT 2017

Výsledek P-Q diagramu můžu zcela jasně definovat jako diagram s hlubokou křivkou. Jsou zde poměrně veliké rozdíly mezi počtem vyráběných výrobků. To vede ke značné diferenciaci při volbě výrobních metod. Tento výsledek se opakuje také v předešlých letech, tudíž se nejedná pouze o výjimku, ale opakující se průběh.

Hlavní představitel řezací techniky a celého výrobního programu Diakat je Řezač divokých spár RK-10. Tento výrobek zaujímá největší podíl na celkovém prodeji. Procentuálně za rok 2017 tvoří řezač divokých spár RK-10 63 % celkových prodejů. Tento výsledek nám dokazuje skutečnost, že tento výrobek je pro společnost hlavním přínosem tržeb a klade největší nároky na využití výrobních kapacit. Z analýzy vychází, že se jedná o kusovou, řekl bych zakázkovou výrobu, která se pohybuje v roční produkci okolo 110 kusů.

3.2 Náklady a prodejní ceny představitelů DIAKAT

Uvádím další souvislosti, které považuji za důležité při vybírání hlavního představitele. Nejvíce prodaných kusů nemusí vždy znamenat, že je daný produkt efektivní a vyplatí se vyrábět a prodávat. Proto zobrazuji celkové náklady, prodejní ceny a tudíž i marže na jednotlivých výrobcích.

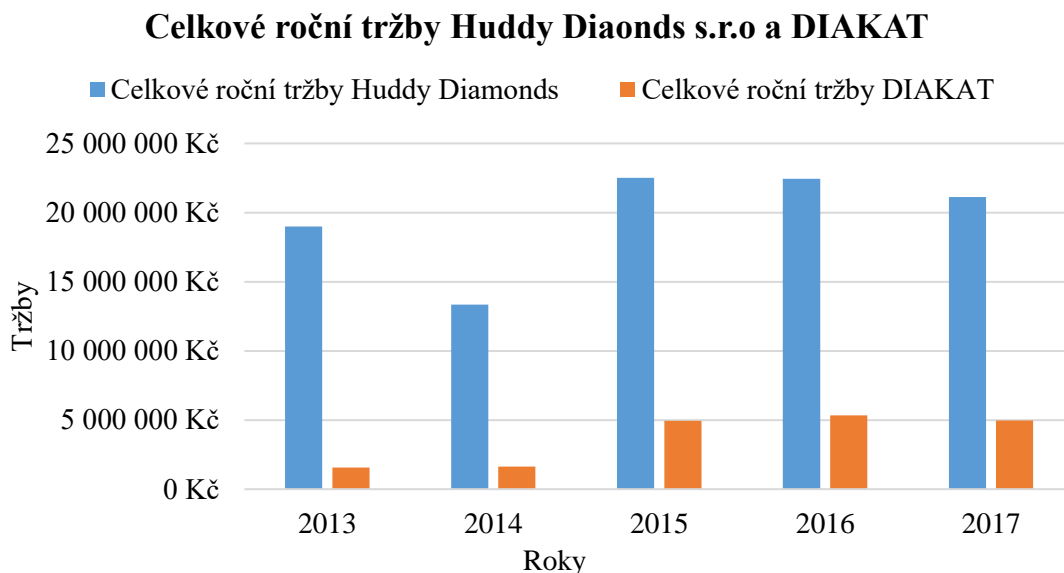


Obrázek 16: Náklady a prodejní ceny výrobků Diakat

Z těchto hodnot vychází, že průměrná marže napříč spektrem je 46 %. U hlavního produktu řezače RK-10 je marže 56 %, což je značně nadprůměrné.

3.3 Roční tržby výrobního programu DIAKAT

Z důvodu lepší představy o výrobním programu DIAKAT a celkově o společnosti Huddy Diamonds, bych zde rád ukázal vyčíslení celkových tržeb za posledních 5 let.



Obrázek 17: Roční tržby Huddy Diamonds a DIAKAT

Vzhledem k tomu, že výrobní program Diakat není jedinou aktivitou společnosti, dovolil jsem si zde tržby rozdělit na celkové a tržby plynoucí z aktivit výroby a prodeje stavební mechanizace. Jak je z grafu zřetelné, do roku 2014 se tržby programu Diakat pohybovaly okolo 10-12 % z celkových tržeb firmy.

Rok 2015 považuji za přelomový, kdy se využilo vývoje a podpory prodeje. Tento postup byl výsledkem toho, že se prodeje a výsledky zlepšily o 10 % a výrobní program Diakat zaujal daleko silnější a důležitější postavení v celkové struktuře společnosti.

V této kapitole jsem provedl analýzu výrobního programu DIAKAT. Pomocí P-Q analýzy a finančního zhodnocení jsem dospěl k závěru, že hlavním představitelem výrobků DIAKAT je řezač divokých spár RK-10, který tvoří 66 % celkové produkce.

4 Řezač divokých spár RK-10

Řezač divokých spár RK-10 je představitel, kterého jsem si na základě analýzy výrobního portfolia zvolil a dále se v mé práci tímto výrobkem budu detailněji zabývat. Nejdříve provedu bližší zkoumání celého výrobního procesu, aktuálních kooperací, montáže a konstrukčně-technologického provedení. Rozdělil jsem si celý posloupný proces na několik důležitých částí, popíšu jejich funkce a náležitosti. Následně navrhnu varianty, které by přinesly technologicko-ekonomické zlepšení. Především budu hledat možnosti, jak zjednodušit výrobu, zkrátit průběžnou dobu výroby a snížit celkové výrobní náklady.



Obrázek 18: 3D model řezače spár RK-10

4.1 Charakteristika výrobku Řezač spár RK-10

Řezač divokých spár RK-10 je kompaktní stroj určený pro realizaci mělkých řezů při opravě komunikací, prořezávání prasklin před aplikací závlivky, a to v živičném i betonovém povrchu a dalších aplikací při kterých je zapotřebí vytvořit dilatační nebo opravnou drážku. Jedná se o víceúčelový stroj, který je možno použít pro práci jak v interiéru, tak v exteriéru. V závislosti na použití se vyrábí dvě různé verze, se spalovacím, respektive elektrickým pohonem. Dále existuje řada modifikací pro speciální použití s kotouči většího průměru, různých tloušťek, pro krajové řezy včetně modifikace pro řezání plochých živičných střech.

4.2 Kapacita pro výrobu RK-10

Na výrobním pracovišti neprobíhá výroba pouze jednoho typu výrobku. Souběžně se zde vyrábí více součástí pro různé typy. Abych pracoval s reálnou kapacitou, musel jsem si na základě zjištěných časových a pracovních informací vypočítat a určit procentuální vytižení výroby pro mého představitele.

V mé práci budu řešit pouze proces výroby řezače spár RK-10, tudíž budu počítat s kapacitou, která je pro tento konkrétní produkt dostupná. Čas, který je využíván k ostatním činnostem ve výrobě nyní zanedbám. Avšak, pokud bych došel k výsledku, že je potřeba kapacitu navýšit, pokusím se řešit tuto problematiku jako celek.

Uvažuji reálnou pracovní dobu. Jedná se o jednosměnný provoz o 5 pracovních dnech v týdnu. Z tohoto zadání vyplývá disponibilní čas 2000 hodin ročně na jednoho pracovníka.

Samotná výrobní část společnosti je rozložena mezi čtyři zaměstnance. Svařovací pracoviště je obsluhováno jednou osobou. Pro zámečnickou práci jsou zde dva zaměstnanci a montáž má na starosti jedna osoba. Z těchto parametrů je patrné, že výrobní kapacita není příliš velká a flexibilní. Není zde možná zastupitelnost v případě nemoci, dovolených nebo vytižených období. Stěžejním problémem společnosti je obslužení neplánované velké zakázky.

4.3 Výrobní pracoviště

Abych zde uvedl do kontextu místo, kde celá výroba probíhá, rád bych shrnul důležité informace charakterizující toto pracoviště.

Společnost se rozkládá ve 3 propojených budovách. První budova je tvořena administrativní částí. Druhá budova, která je určena pro výrobu, je pro moji práci nejdůležitější. Tato budova má celkovou výměru 350 m². Třetí budovou je hlavní sklad společně s místem, kde probíhá výsledná montáž s výměrou 100 m².

Výrobní pracoviště je rozděleno do dvou částí. Část určená pro výrobu nástrojů a druhá část je určena pro výrobní program Diakat. Pracoviště výrobního programu Diakat je vybaveno následujícím strojním zařízením:

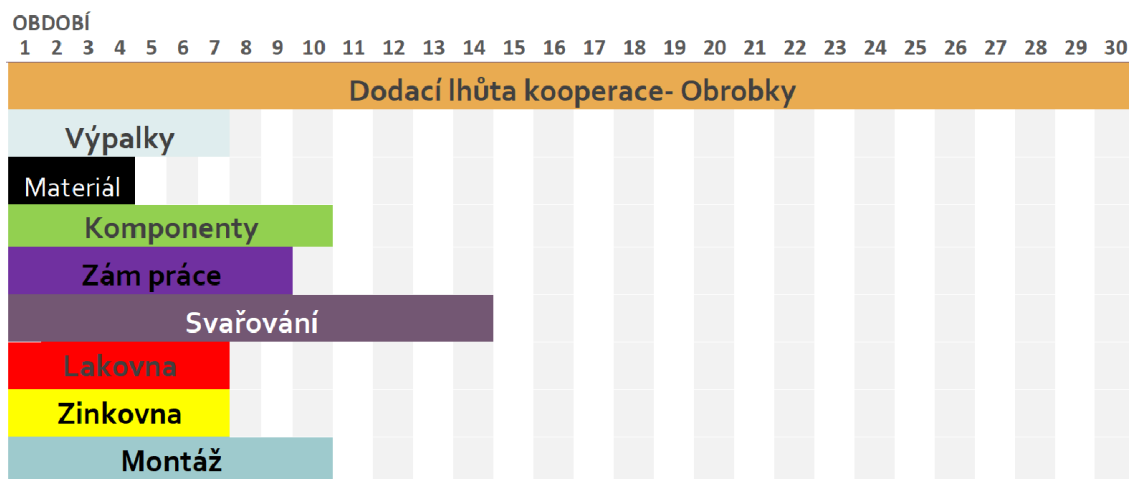
- Soustruh
- Frézka
- Strojní otočná vrtačka
- Strojní stojanová vrtačka
- Pásová pila
- Pásová bruska
- Svařovací pracoviště
- Montážní pracoviště
- Manuální lis
- Hydraulický lis

Strojní zařízení jsou na vykonávané operace a požadované rozměrové přesnosti vyhovující. V některých případech by bylo zapotřebí repase nebo seřízení. Tím by se snížila zmetkovitost a čas strávený opravováním dílců. Předmětem zkoumání je také zakoupení nových strojních zařízení.

4.4 Časová osa výroby RK-10

Časová osa zobrazuje závislost operací, které jsou ve výrobě řezače RK-10 potřeba realizovat, na čase.

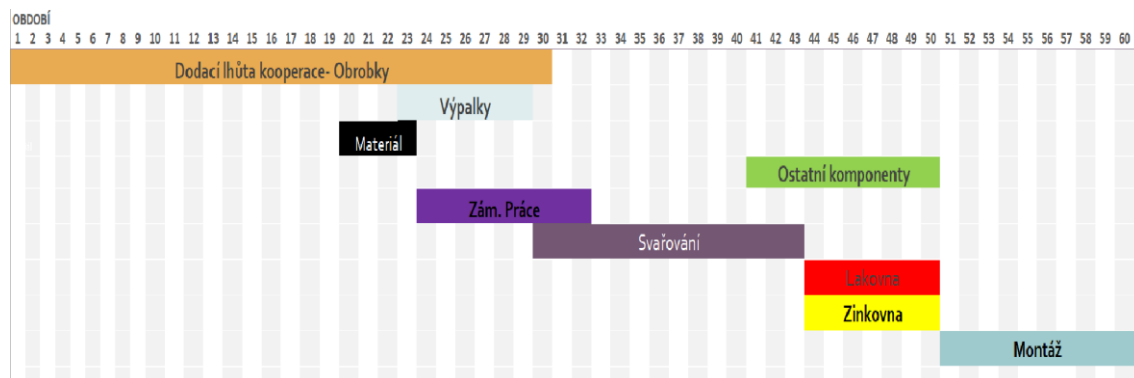
Jelikož společnost nemá dostatečnou kapacitu a výrobní zařízení na to, aby si veškeré součásti vyráběla sama, je zde domluvená kooperace, která usnadňuje celý proces. Je potřeba počítat s důkladnějším plánováním, hlavně z důvodu různých dodacích lhůt. Právě časová osa může toto plánování a přehled o časových skupinách značně zjednodušit. Pro znázornění jsem si zjistil průměrné dodací lhůty u všech kooperací a dobu výroby a montáže jedné výrobní dávky o patnácti kusech.



Obrázek 19: Dodací a výrobní doby

Při realizované kooperaci dochází k problémům týkajících se dlouhé doby dodání, která zpožďuje navazující úkony a dává celému procesu určitou nejistotu, především při objemnějších objednávkách. To je nyní řešeno nastavením minimálních skladových zásob. V těchto zásobách má ale podnik vázané peníze, se kterými nemůže pracovat. Druhým faktorem je prostor pro skladování, který by se při redukci skladových zásob mohl využít jako další montážní pracoviště. Dále se musí počítat s logistikou, která bude kapacitou vyhovující tak, aby nedocházelo k dalším časovým prodlevám.

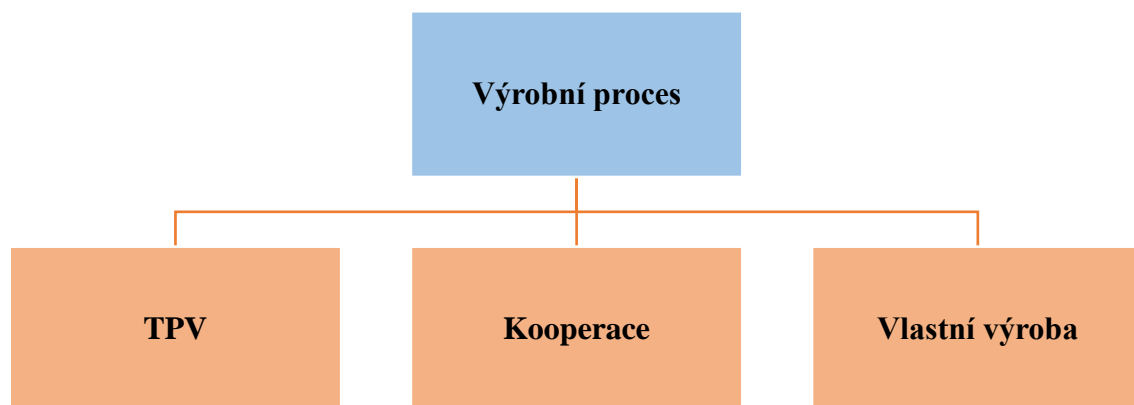
Pro znázornění základní časové osy a jednotlivých návazností procesu výroby řezače RK-10 jsem si zvolil nulové zásoby. V místech, která jsou nevyplněna, probíhá výroba ostatních výrobků DIAKAT.



Obrázek 20: Ganttův diagram RK-10

Ze schématu je patrné, že průběžná doba výroby jedné výrobní dávky o patnácti kusech, při nulových zásobách, je okolo dvou měsíců. V praxi se tato doba díky vytvořeným zásobám výrazně zkracuje.

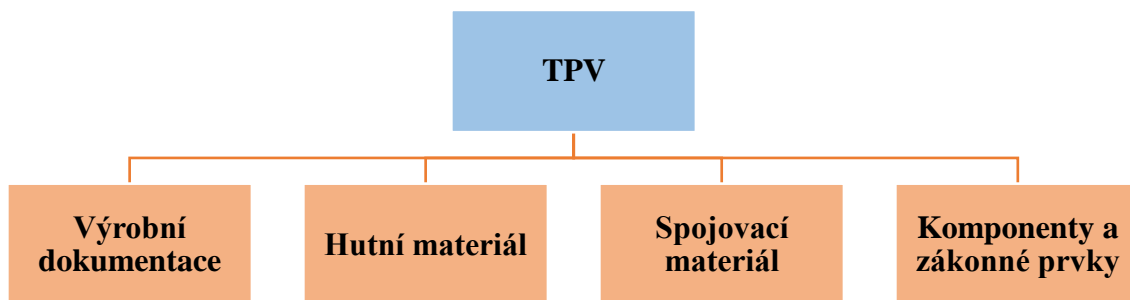
Samotný proces jsem si rozdělil do několika částí, které na sebe úzce navazují a navzájem se ovlivňují.



Obrázek 21: Rozdělení výrobního procesu dle funkcí

4.5 Technická příprava výroby

Hlavním úkolem technické přípravy výroby je zabezpečení postupu výroby od přijetí objednávky až po expedici výrobku. Především bych zdůraznil potřebnou výrobní dokumentaci, kusovníky a technologické postupy, materiál, polotovary a kvalitní kooperace. Všechny tyto náležitosti musí být správně naplánovány a splněny tak, aby proces výroby probíhal plynule a bez problémů. Společnost Huddy Diamonds využívá software Helios, který je určený k TPV, plánování, hlídání skladových zásob, ukládání výrobní dokumentace a k administrativě týkající se přijímání a výdeje zboží. Při procházení jednotlivých funkcí Heliosu jsem přišel na to, že není zcela využíván potenciál softwaru, především v oblasti plánování. Zapojení zbylých funkcí softwaru by mohlo značně zjednodušit administrativu týkající se objednávání a vytváření plánů.



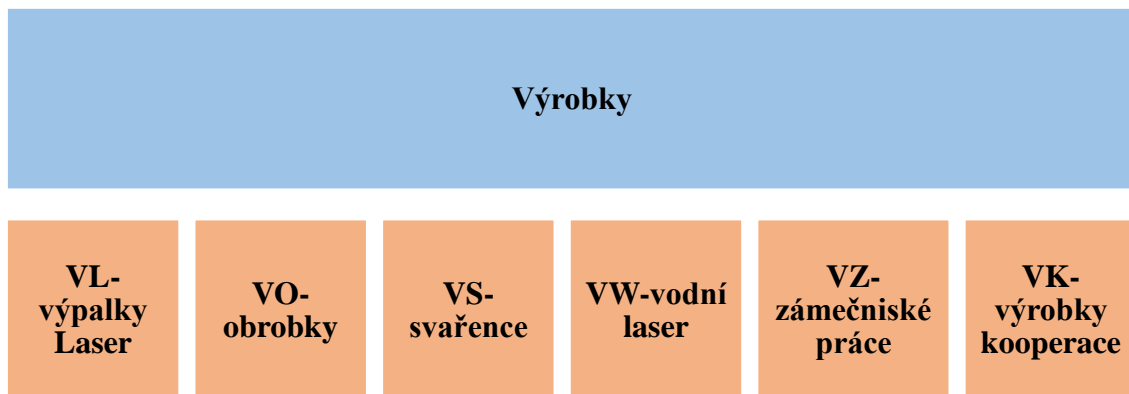
Obrázek 22: Hierarchie technické přípravy výroby

4.5.1 Struktura výrobní dokumentace

Výrobní dokumentace je nejdůležitější složkou pro realizaci výrobního programu. Tak, aby dokumentace byla co nejpřehlednější a nejúčinnější, je v tomto případě finální sestava stroje rozdělena do jednotlivých podskupin. Finální sestavou stroje mám na mysli již hotový výrobek, který je připraven k expedici. Strojních podskupin je celkem osm a jsou to:

- RÁM elektrická verze
- Vřeteno 1K 2.6-12.7mm
- Pohon 2.2kw, 230V D180mm
- Kryt nástroje D180mm
- Kryt řemenů D180mm
- Rychlozdvih
- Kolo zadní na hřídeli D180mm
- Zaměřovač řezu

Strojní skupiny následně podléhají dalšímu dělení. Toto dělení závisí na tom, jakým způsobem nebo kde se součásti vyrábí.



Obrázek 23: Dělení výrobků

Výrobky jsou zhotovovány z polotovarů, které jsou většinou nakupovány od kooperace v podobě výpalků, obrobků, hutního materiálu a spojovacího materiálu. Poslední skupinou jsou komponenty, které se pouze kupují a montují.

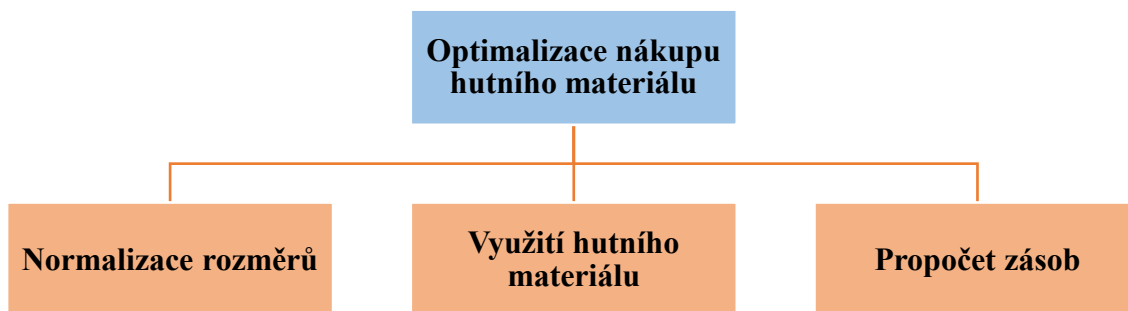
4.5.2 Hutní materiál

Nákup hutního materiálu nevyžaduje žádné speciální podmínky ani náležitosti. Jedná se o nejméně náročnou kooperaci v podniku. Hutní materiál, který se nakupuje je složen z normalizovaných ocelových profilů, trubek a tyčí. Délky jsou počítány na základě rozměrů součástí, které se z materiálů budou vyrábět a počtu kusů ve výrobní dávce. Hlavním kritériem je zde spotřeba materiálu, kdy je snahou docílit co nejmenšího průřezu. Bohužel v tomto případě nelze koupit materiál dlouhý tak, aby to bylo ideální pro konkrétní případ, protože limitem jsou zde normalizované délky. Dodavatel je schopen řezat materiál, ale pouze v celých metrech, a to za příplatek. Z tohoto důvodu se vždy objednává materiál v rozměrech, co nejbližže propočteným požadavkům.

Jelikož se v okolí podniku nacházejí velkoobchodníci hutního materiálu, tato záležitost naskladnění trvá většinou v řádech jednotek dnů nebo i hodin.

Vzhledem k rozpočtu společnosti a obratu zásob je zde nastaveno, že se hutní materiál nenakupuje v příliš velkém množství na sklad. Z tohoto důvodu není možné docílit např. množstevních slev nebo objednat materiál ze zahraničí v takovém množství, aby se vstupní náklady na hutní materiál snížily.

Jako nejdůležitější vzhledem ke snížení nákladů a zefektivnění procesu zde považují přesné propočtení potřeby materiálu tak, aby byly co nejmenší zbytky a co největší využití zásob.



Obrázek 24: Oblasti nákupu hutního materiálu vhodné pro optimalizaci

Při rozboru objednávání hutního materiálu a jeho zpracovávání jsem narazil na problém týkající se dostupnosti konkrétních rozměrů ocelových profilů a trubek. Normalizované rozměry, které dříve byly běžně k sehnání, jsou dnes nedostupné nebo dostupné velice složitě. Prodejci hutního materiálu přizpůsobují nabídku poptávce, a tak

některé nakupované prvky již nejsou k dispozici. Vzhledem k tomuto trendu, bych doporučil normalizaci použitých polotovarů. Vypracování nového konstrukčního řešení, které by obsahovalo záměnu nedostupných polotovarů za dostupné, by výrazně zjednodušilo objednávání hutního materiálu a doby dodání. Nesmím opomenout komponenty, které úzce navazují a musí splnit kompatibilitu i při změně polotovarů.

Tato optimalizace nákupu a konstrukčního řešení by ušetřila čas při administrativní činnosti objednávání, respektive snížila náklady u vybraných součástí. Důležitý je zde obousměrný tok informací, který udává, co je předmětem výroby a jaké zdroje je možné použít.



Obrázek 25: Schéma procesu optimalizace hutního materiálu

4.5.3 Spojovací materiál

Spojovací materiál se v tomto případě používá především při finální montáži. Kromě několika výjimek se jedná o normalizované prvky, které se dají koupit u téměř všech specializovaných dodavatelů. Vzhledem k ceně spojovacího materiálu a častému použití, je nastavena vysoká hodnota skladových zásob a je veden jako spotřební materiál. Výhodou je využití napříč celým spektrem výrobního programu DIAKAT. Dle zjištěných informací zde nedochází k problémům s dlouhou dobou dodání. Problém, který může nastat je, že si pracovník, který spojovací materiál využívá včas nezkontroluje zásoby a následně zjistí, že již nemá dostatek pro jeho plánovanou práci. To samozřejmě způsobí zpoždění, protože činnost musí být pozastavena do doby, než se zásoby doplní.

Při montáži se také používá spojovací materiál, který je zapotřebí nejdříve upravit, respektive obrobit tak, aby vyhovoval konstrukčnímu řešení. Toto spočívá v nákupu normalizovaných prvků, ze kterých se následně vytváří atypické prvky. Tuto záležitost považují za nevhodně zvolenou, protože úprava spojovacího materiálu je časově náročná a není možné dosáhnout požadované vysoké kvality.

Navrhuji zde optimalizace konstrukčního řešení těchto vybraných součástí, kde je zapotřebí z důvodu montáže upravovat spojovací materiál. Dle mého názoru je jednodušší a ekonomicky výhodnější najít konstrukční řešení s použitím normalizovaných prvků. Ve většině případů se jedná o zkracování šroubů, obrábění hlav šroubů a obecně zmenšování jejich rozměrů.



Obrázek 26: Optimalizace spojovaných součástí

4.5.4 Komponenty a zákonné prvky

Do skupiny komponentů a zákonných prvků řadím předměty, které podléhají nákupu a montáži. U těchto komponentů nedochází k úpravě nebo vlastní výrobě, tudíž je zde nejdůležitějším faktorem cena a dostupnost.

Mezi komponenty řadím především:

- Kolečka
- Rukojeti a zátky
- Silentbloky
- Gufera a ložiska

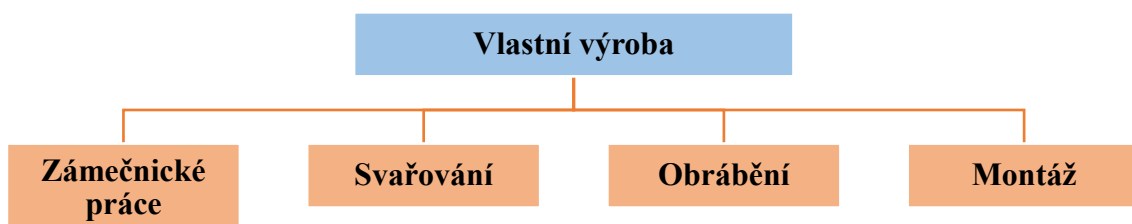
Mezi zákonné prvky řadím především:

- Štítky
- Informativní samolepky
- Manuály

V obou případech se jedná o relativně zanedbatelné částky za kus, proto si zde společnost může dovolit větší skladové zásoby. Tato kooperace se řadí mezi levné a jednoduché, proto by neměla prodlužovat průběžnou dobu výroby.

4.6 Vlastní výroba

Vlastní výroba navazuje na technickou přípravu výroby a zrealizované kooperace. V této části výrobního procesu dochází k samotné výrobě na pracovišti firmy Huddy Diamonds. Pracuje se již se zmíněnými polotovary, hutním materiálem, spojovacím materiálem a dalšími prvky. Dochází k vytěžování vlastních kapacit pracovníků a strojních zařízení. Výstupem této části bude rozbor jednotlivých činností, popis slabších stránek a návrh optimalizace. Jako zdroj využijí především svou praxi a stávající pracovníky.



Obrázek 27: Rozdělení vlastní výroby

4.6.1 Zámečnické práce

Zámečnické práce považuji za nejdůležitější část celé výroby. Na základě analýzy jsem zjistil, že zámečnické práce jsou potřeba realizovat u 70 % součástí. Tento fakt potvrzuje, že dělení materiálu, vrtání a ohýbání zabírá nejvíce času z celkové kapacity, tudíž i poměrně velkou část nákladů.

Dělení je zejména potřeba u hutního materiálu, kdy jsou jekly, trubky a tyče děleny na požadovaný rozměr polotovaru. Dělení probíhá na pásové pile Pilous. Je zde možné řezání i pod předem nastaveným úhlem. Rozměrově je pila s rezervou dostačující. Výrobní dávka je řezána pomocí dorazů. Tento proces považuji za vyhovující.

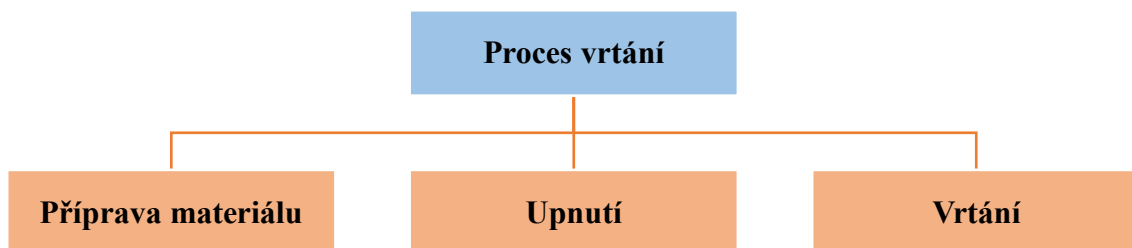
Vrtání, které bezprostředně navazuje na proces dělení materiálu, probíhá na konvenční strojní otočné vrtačce. Je zde k dispozici strojní posuv, pohyb ramenem ve třech osách a můžeme s ramenem i otáčet. Dále je na vrtačce možné řezat závity strojními závitníky. Nevýhodou je hmotnost celého stroje, se kterým nelze dobře manipulovat.

Dle mých zkušeností a analýzy procesu výroby považuji za větší problém časovou náročnost vrtání děr, zahlubování, řezání závitů apod. Složitost toho procesu začíná již u přípravy této činnosti. Operátor si musí polotovary přemístit z regálu, vzdáleného 20

metrů od vrtačky, respektive od pásové pily, pokud předchozí operací bylo dělení materiálu. Vzhledem k tomu, že většinou výrobní dávka převyšuje počet patnácti kusů a jedná se o hmotnostně náročnější výrobky, hraje tento faktor v celkovém čase svou roli.

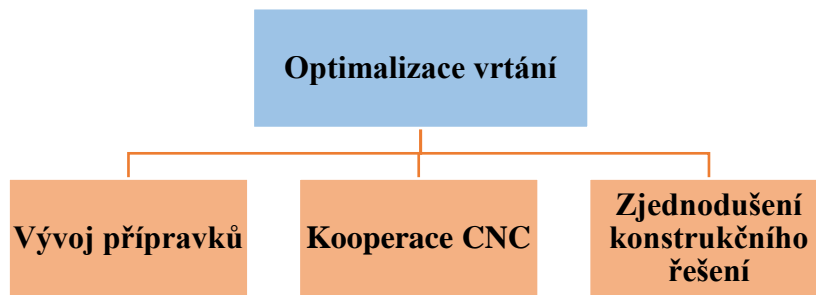
Další problém nastává při upínání obrobků. Upínání obrobků je řešeno více variantami. První varianta je upínání rotačních obrobků pomocí horizontálně-vertikálního otočného stolu. Druhou variantou je strojní svěrák. Jelikož prostor stolu vrtačky není dostatečně velký pro obě dvě řešení, je zapotřebí umístění vhodného upínacího systému a jeho upevnění před výrobní dávkou.

Samotné obrábění výrobní dávky se liší podle toho, zdali je opakovatelnost řešena pomocí dorazů nebo pomocí přípravků. Dorazy zrychlí proces, pokud se jedná o vrtání díry v jedné totožné poloze. Ovšem u většiny součástí je zapotřebí vrtat více děr na různých pozicích, tudíž je zde potřeba pro každou pozici nové přenastavení. To považuji za velice časově náročné a neefektivní. Naproti tomu použití přípravků značně zjednodušuje a urychluje práci jednodušším nastavením pozice vrtačky. Součást se tímto způsobem obrábí na jedno upnutí. U všech variant je stále zapotřebí manuální výměna nástroje.



Obrázek 28: Oblasti procesu vrtání vhodné k optimalizaci

Zjednodušení vidím především ve vývoji přípravků pro vrtání. Převážná většina výrobků obsahuje dvě a více děr, což znamená, že je zde potřeba minimálně dvakrát obrobek upnout. Díky přípravkům by probíhalo obrábění na jedno upnutí, docházelo by pouze k výměně nástroje a pozice vrtačky. Jako příklad bych uvedl říditka RK-10, kde je zapotřebí vyvrtat celkem pět děr třech různých průměrů.



Obrázek 29: Optimalizace zámečnických prací

Technologie obrábění prožívá velký vývoj. Z tohoto důvodu jsem se snažil najít technologii, která by vyhovovala některým výrobkům tak, že by se navázala kooperace místo vlastní výroby. Zakoupení vlastního specializovaného CNC obráběcího centra považuji za neekonomické a pro zakázkovou výrobu nevhodné. Jako vhodný případ pro výrobu například již zmíněných řídítek považuji CNC 3D obrábění laserem. Obrábění laserem by se dalo použít i u jiných výrobků, které jsou z normalizovaných ocelových profilů. Vyhledal jsem některé potenciální společnosti, které se touto technologií zabývají. Dalším krokem by bylo zažádání o cenové nabídky a porovnání s aktuální situací.

Dalším zpracováváním polotovarů je ohýbání. Plechy určené k ohýbání jsou kooperací vypalovány laserem společně s vypálením místa ohybu, což usnadňuje vlastní výrobu. Pro tuto činnost je k dispozici hydraulický a manuální lis. Zjednodušení bych viděl v zakoupení ohraňovacího lisu.

4.6.2 Svařování

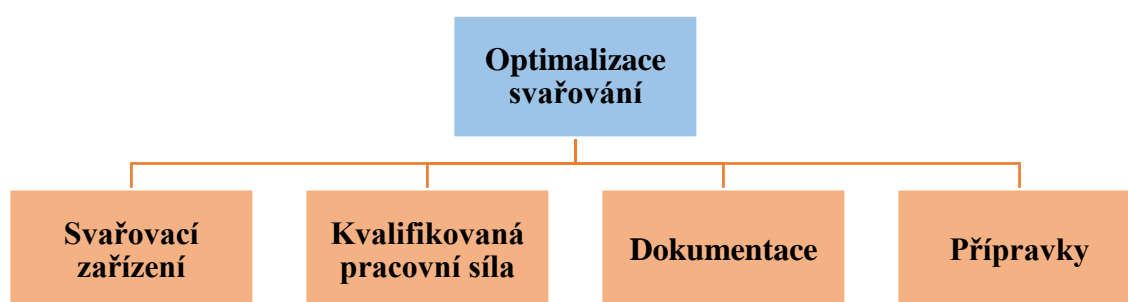
Svařování je jeden z nejdůležitějších procesů při výrobě ve společnosti Huddy Diamonds. K dispozici je jedno pracoviště pro svařování metodou MIG/MAG. Dále je možnost na tomto pracovišti svařovat metodou TIG.

Ve chvíli, kdy jsou výrobky obrobny a provedeny zámečnické práce, přichází na řadu právě svařování. Výsledkem jsou nosné prvky, základní konstrukce stroje, kryty, řídítko apod. Zde je soupis strojních skupin, které se podrobují svařování:

- Řídítko
- Rám

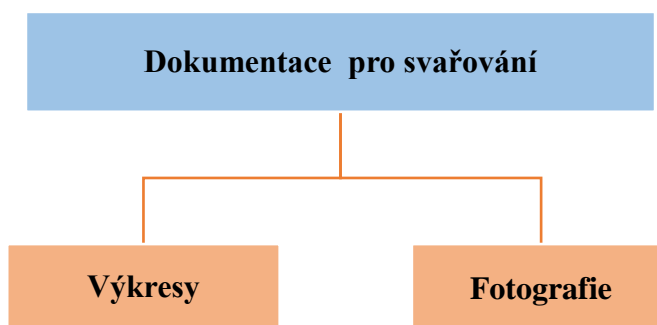
- Kryt nástroje
- Kryt řemenů
- Rychlozdvih

Vzhledem ke druhu práce je u tohoto procesu výroby zapotřebí dostatečné kvalifikace pracovníka. S tímto problémem se společnost Huddy Diamonds potýká poslední roky poměrně často. V tomto oboru je stále větší nedostatek kvalifikované pracovní síly. Kvalitu svarů také ovlivňuje použitá technologie a zařízení. Právě svařovací zařízení vidím jako jednu ze slabin. Po konzultaci se svářečem navrhuji zakoupení modernějšího a výkonnějšího zařízení, které nebude potřeba během svařování tolikrát nastavovat. Dosáhne se zvýšené produktivity a ergonomie práce.



Obrázek 30: Oblasti svařování vhodné pro optimalizace

Další možností, jak zvýšit produktivitu a kvalitu svařování navrhuji vytvoření fotodokumentace svařovaných dílců a jednotlivých svarů. Technická dokumentace nemusí být vždy pro každého dobře čitelná a správná, proto vizuální představu považuji za důležitou. Pracovník by si vždy nalistoval k příslušnému výkresu fotografii svarů a výsledného výrobku. Poté by pro něj bylo svařování jednodušší.



Obrázek 31: Dokumentace pro svařování

Před několika lety byl proveden vývoj, díky kterému bylo vyrobeno několik svařovacích přípravků. Tyto přípravky jsou standardně používány a plní svůj účel. Vycházím ze zkušenosti a navrhuji podstoupit druhou etapu vývoje přípravků. Bohužel, návrh a realizace je velice časově a technologicky náročná. V aktuální situaci není kapacita, která by se této optimalizaci věnovala. Využití volnějších zimních měsíců k těmto záměrům mi připadá nejužitečnější.

Dále bych podrobil svařence tzv. unifikaci, kdy bych se snažil o sjednocení tlouštěk plechů. Jedním z důvodů je, že při svařování různých tlouštěk plechů dochází k pnutí, kdy tlustší plech působí větší silou na tenčí. Tento nežádoucí jev je potřeba odstranit rovnáním svařenců do požadované polohy. Použitím stejných tlouštěk plechů by se výše uvedeným potíží zamezilo.

Mou snahou v oblasti svařování je především zvýšení kapacity. Za nejvhodnější způsob považuji domluvení kooperace. Objem výroby není takový, aby se finančně vyplatilo mít v podniku dva svářeče. Náročnější zakázky by se tak řešili na dvou oddělených pracovištích. Podmínkou je vyrobení svařovacích přípravků, které se využívají a byly by poskytnuty externímu pracovišti. Vstupní kontrola kvality je povinností.

4.6.3 Obrábění

Obrábění se ve společnosti Huddy Diamonds realizuje na konvenčním soustruhu s elektricky nastavitelnými otáčkami a posuvem. Pokud porovnáím tuto technologii s dnešním vývojem a možnostmi obrábění, je zcela určitě zastaralá.

Pracoviště soustružení se především používá pro úpravu stávajících součástí nebo doplňkové činnosti. Ovšem je zde okolo osmi součástí, které se zde vyrábí přímo pro řezač RK-10 a ostatní. Hlavním důvodem, proč tyto výrobky nejsou zakomponovány do kooperace je ten, že nemají úplnou výrobní dokumentaci a 3D model.

V tomto případě jsem se pokusil provést úvahu o zakoupení dokonalejšího obráběcího stroje. Porovnal jsem pořizovací cenu stroje, provozní náklady, objem výroby a cenu stávající kooperace. Došel jsem k jasnému závěru, že v tomto případě je značně výhodné ponechat nastavenou kooperaci.

Optimalizaci bych především viděl v dokončení výrobní dokumentace a 3D modelů obrobků. Následně bych je zařadil mezi kooperované součásti. Po finanční stránce je to až čtyřikrát levnější, což je dle mého názoru v součtu významná suma. Pracovník se může místo obrábění věnovat činnostem, kde je kapacita nedostatečná.



Obrázek 32: Schéma postupu optimalizace obrábění

4.6.4 Montáž

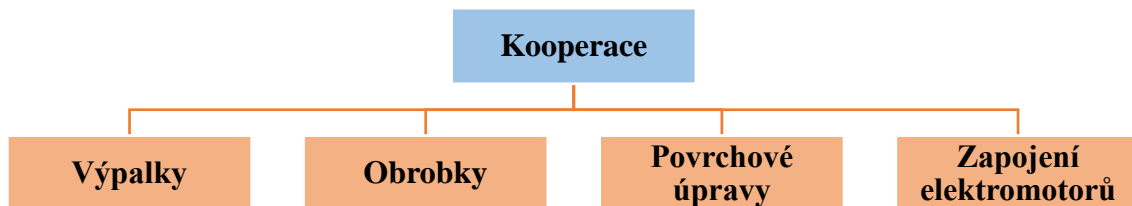
Montáž je posledním článkem vlastní výroby a také celého výrobního procesu. Dochází k formování výsledného tvaru a funkcí výrobku na montážním pracovišti, které je obsluhováno jedním pracovníkem. Postupuje se podle dokumentace speciálně vytvořené k těmto účelům.

Dle analýzy dochází při montáži k problémům především z důvodu dlouhých dodacích lhůt komponentů, jako například řemenice, motory a speciální spojovací materiál. Tento vliv lze odstranit pouze změnou dodavatele nebo většími zásobami. Čekání na dodání komponentů potřebných pro výslednou montáž prodlužuje dobu výroby. Dalším problémem je zmetkovitost, která komplikuje pracovníkovi činnost. Vlastní výroba dodává pro montáž součásti, které nemusí být ve všech případech přesně vyrobeny, tudíž je potřeba úprava, která je v některých případech časově náročná. Navrhují důslednější výstupní kontrolu ze sekce vlastní výroby.

Jedná se o kusovou až zakázkovou výrobu, proto se domnívám, že použití montážních přípravků není pro tento případ vhodné. Za jeden den je při aktuální situaci možné smontovat dva stroje stejného typu. Postupná předmontáž v méně náročných dnech je samozřejmostí a nadále bych v ní pokračoval. Při razantním zvětšení objemu bych doporučil navýšit kapacitu o jednoho pracovníka montáže.

4.7 Kooperace

Kooperace v průmyslu je trend posledních let. Výrobci v této spolupráci nacházejí zjednodušení, snížení nákladů a méně starostí. Stejným případem je právě společnost Huddy Diamonds. Nedostatek potřebných technologií, zařízení a kapacit je hlavním důvodem pro navázání různých zakázkových kontraktů. V této kapitole bych rád veškeré kooperace vyjmenoval, definoval jejich průběh a náležitosti. Na základě těchto informací, které jsem zjistil při praxi a od pracovníků, popíšu pozitivní a negativní stránky spolupráce a možnost optimalizace.



Obrázek 33: Jednotlivé kooperace v podniku Huddy Diamonds

4.7.1 Pálení výpalků laserem

Výpalky pálené laserem složí především jako polotovary k dalšímu zpracování již vlastní výrobou. Jedná se o složité tvary, které není možné v podniku při dostupných technologiích vyrobit.

Kooperace výpalků probíhá ve společnosti Čekov s.r.o, která sídlí v Praze a zaručuje přesnost výpalků $\pm 0,1$ mm. Cena je závislá na typu a tloušťce materiálu, délce řezu, tvaru, množství otvorů a množství kusů. Termíny dodání se většinou pohybují okolo šesti pracovních dní, což považuji za dostačující. Doprava se zajišťuje z vlastních zdrojů. V roce 2017 byla uhrazena částka za výpalky celkem 461 914 Kč.

V některých situacích dochází při pálení složitějšího tvaru ke vzniku velké tepelně ovlivněné oblasti. Tento vliv se projeví při následném zpracování polotovarů v podniku. Proto bych nepodceňoval vstupní kontrolu, naopak bych se kontrolou zabýval podrobněji. Snažil bych se navrhnout zjednodušený tvar výpalku.



Obrázek 34: Proces optimalizace výpalků

Při aktuálních objemech výroby nepovažuji zakoupení laserového řezače výhodné. Dle mého názoru bych uvažoval o pořízení v případě zvýšení objemu produkce, kdy bych kapacitu vyplnil další zakázkovou výrobou. K tomuto rozhodnutí se samozřejmě váže i navýšení pracovní síly.

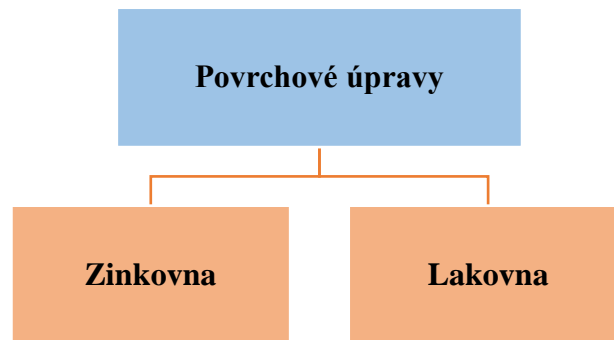
4.7.2 Obrábění

Podnik Huddy Diamonds nevlastní žádná CNC obráběcí centra, tudíž není možnost vyrábět relativně složité obrobky. V roce 2017 tato kooperace stála celkových 177 046 Kč. I přes to, že se jedná o vcelku významnou částku, v porovnání s vlastní výrobou obrobků na konvenčním soustruhu je to až čtyřikrát levnější a řádově přesnější.

Největší překážku zde vidím v dodacích lhůtách. Jedná se o součástky, které jsou podmíněně nutné pro svařování a váže se na ně spousta jiných procesů. Z tohoto důvodu může nastat situace, kdy se dodávka zpozdí a výsledkem bude závratné prodloužení průběžné doby výroby. Označil bych to za kritické místo. Technolog a zásobovací oddělení by zde mělo dbát zvýšené pozornosti. V dnešní době je kooperace obrábění řešena většími objednávkami naráz tak, aby se zabezpečilo dostatečné množství na skladě. Nakupování obrobků do zásoby je finančně náročné, ale v tomto případě nutné.

4.7.3 Povrchové úpravy

Povrchové úpravy jsou do výrobního procesu zařazeny především kvůli korozní ochraně, zkvalitnění povrchu a vzhledu.



Obrázek 35: Využívané kooperace povrchových úprav

Do této sekce kooperací zařazuji zinkování a lakování. Obě tyto činnosti jsou realizovány v Praze. Dlouhodobá a pravidelná spolupráce má vliv na kvalitu a cenu služeb. Doprava je zajišťována vlastní formou. Dodací lhůty většinou nepřesáhují týden.

Provedl jsem rozbor součástí, které podstupují lakování nebo zinkování a zkontroloval jsem nastavené ceny. Výsledkem je tvrzení, že tyto spolupráce jsou finančně výhodné a určitě bych v nich nadále pokračoval. Limitující je pouze nastavená minimální objednávka u lakování, kdy je menší objem podmíněn doplatkem rozdílu. Dovoluji si tvrdit, že jsem zde nenašel žádný závažný problém.

4.7.4 Zapojení elektromotorů

Řezač divokých spár RK-10 je vyráběn ve dvou variantách spalovacího nebo elektrického pohonu. Pracovník montáže je plnohodnotně schopen zapojit spalovací motor. Varianta elektrického motoru je zapojována externím odborníkem, protože je vyžadováno osvědčení dle vyhlášky 50/1978 Sb. (odst. 3-11).

V rámci analýzy jsem zjistil, že externí pracovník firmu Huddy Diamonds za rok 2017 vyšel na konečných 50 190 Kč. Zvážil jsem variantu, kdy by zapojení elektromotoru prováděl interní pracovník, ale narazil jsem na kritické místo, kterým je kapacita a potřebné osvědčení. Čas strávený při zapojování elektromotoru by výrazně chyběl při montáži strojních skupin. Variantu interního zapojování specializovaným pracovníkem hodnotím jako neekonomickou vzhledem k počtu zapojení za rok.

4.8 Vstupní a výstupní kontrola

Vstupní a výstupní kontrola zabezpečuje požadovanou kvalitu v průběhu celého výrobního procesu. Vstupní kontrola má především na starosti kvalitu kooperovaných součástí jako například povrchové úpravy, obrobky a výpalky. Skládá se z rozměrové kontroly, kontroly počtu dílů a vizuální kontroly. Výstupní kontrola probíhá těsně před expedicí hotového výrobku. Jakmile finální produkt projde montáží, jsou kontrolovány následující záležitosti:

- Pohon
- Unašeč
- Rychlozdvih
- Úplnost konstrukce
- Výrobní číslo
- Zákonné prvky a komponenty

4.9 Balení a expedice

Balení stroje RK-10 probíhá manuálně. Využívá se normalizovaných europalet. Na každou paletu jsou umístěny dva stroje, které jsou připevněny pomocí stahovacích pásek. Následně jsou choulostivá místa obaleny kartonem a fólií. Pro expedici se využívá předem domluvených dopravních společností nebo si zákazník pro zboží přijede sám.

Na začátku této kapitoly jsem představil a charakterizoval výrobek RK-10 společně s pracovištěm, kde celý proces probíhá. Vytvořil jsem Ganttův diagram, který zobrazuje návaznost jednotlivých operací a průběžnou dobu výroby. Dále jsem provedl analýzu technické přípravy výroby, vlastní výroby a kooperací. Jeden z hlavních nástrojů analýzy jsem využil samotné pracovníky společnosti. Charakterizoval jsem činnosti probíhající v těchto kategoriích a navrhl optimalizaci.

5 Technicko-ekonomické zhodnocení

V předchozích kapitolách jsem popsal jednotlivé části procesu, zanalyzoval jejich průběh a na základě zjištěných informací jsem navrhnul optimalizaci. V této kapitole bych celou tuto záležitost shrnul jako celek. Uvedu návrh, kterým by se do budoucna měla společnost řídit tak, aby optimalizace probíhala co nejúčinněji.

Hlavní faktor, který ovlivňuje veškeré chování společnosti a realizaci optimalizace je objem výroby. Kusová výroba je v tomto ohledu limitující. Výrobní program DIAKAT považuji za velice kvalitní a sofistikovanou činnost. Avšak konstrukčně-technologické řešení a plánování je poměrně složité.

5.1 Optimalizace technické přípravy výroby

V předchozí části jsem popsal funkci TPV a navrhnul více variant pro optimalizaci. Zde zobrazuji shrnutí společně s ekonomickým zhodnocením.

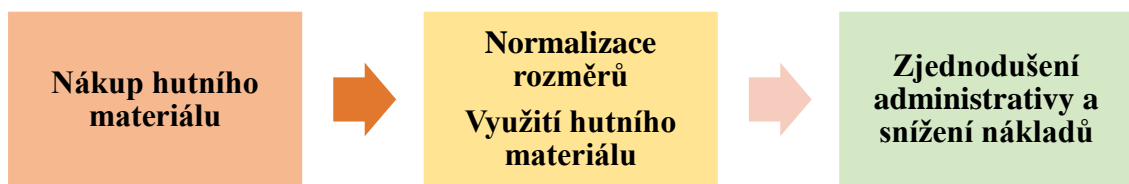
Technická příprava výroby je důležitým počátečním článkem celého procesu. Proto bych především zdůraznil důležitost plánování a související administrativy. Zjednodušení vidím především ve využití celého potenciálu dosavadního softwaru Helios. Tento program se využívá již pět let a ročně stojí 60 000 Kč. Využití zbývajících funkcí není žádný výdaj navíc. Také je možnost nabízených lekcí k důkladnějšímu seznámením se softwarem.



Obrázek 36: Optimalizace plánování výroby

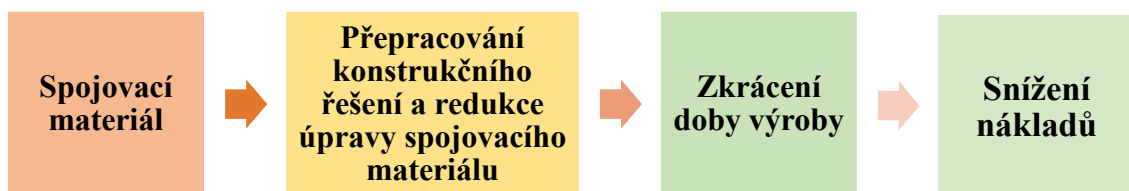
Nákup hutního materiálu je velmi důležitou funkcí, jelikož je to stavební kámen pro většinu dílů konstrukce řezače RK-10. Nejedná se o sofistikovanou činnost, avšak je zde prostor pro zlepšení, které vidím především v normalizaci rozměrů hutního materiálu. Tato optimalizace by neměla být finančně náročná. Technolog působící ve společnosti

navrhne nové konstrukční řešení pro díly, které jsou tvořeny hutním materiálem, který je u dodavatelů složitě dostupný. Zlepšení dostupnosti usnadní a zrychlí objednávání. Dojde také ke snížení nákladů, protože složitě dostupné rozměry jsou objednávány od maloobchodníků, kde jsou ceny vyšší. Společně s touto optimalizační činností navrhuji přepracování využití nakupovaného materiálu tak, aby se zamezilo zbytkům. Pokud vezmu v úvahu dobu naskladnění hutního materiálu, která je v řádech hodin nebo dnů, snížil bych celkové zásoby o 30 %. To by znamenalo, že se sníží pracovní kapitál o 80 000 Kč a tyto prostředky se mohou využít na navýšení pracovní síly.



Obrázek 37: Optimalizace hutního materiálu

Technická příprava výroby obnáší také přípravu spojovacího materiálu. Obvyčejný nákup nepovažuji za složitý a finančně náročný. Součástí je úprava spojovacího materiálu tak, aby byl vytvořen atypický tvar. Dle analýzy se jedná o komplikovanou a drahou úpravu, kterou musí vykonávat jeden pracovník na soustruhu nebo frézce místo toho, aby se věnoval důležitější věci. Opět bych v tomto případě využil technologa nebo konstruktéra k vypracování nového konstrukčního řešení, kde budou použity normalizované spojovací prvky. Propočítal jsem veškeré náklady související s těmito úpravami a při jejich redukci by společnost mohla ušetřit až 40 tisíc Kč ročně. Společně s tím se dosáhne navýšení disponibilního výrobního času o jeden den na výrobní dávku.



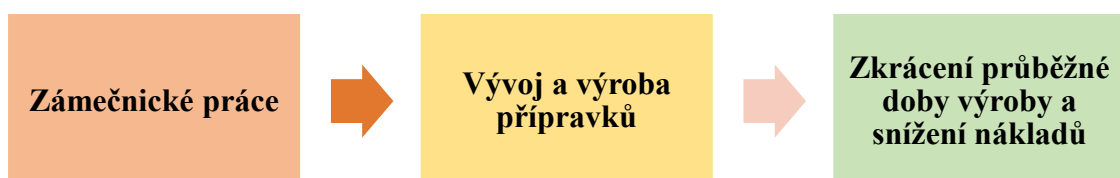
Obrázek 38: Optimalizace spojovacího materiálu

Pokud shrnu návrhy na optimalizaci TPV, dostávám se k jasnému řešení. Aby byly zmíněné varianty realizovány, je zapotřebí jednoho pracovníka. Současný stav neumožňuje další vytížení výroby k vypracování nových konstrukčních řešení apod. Navýšení kapacity o jednoho pracovníka znamená pro společnost roční náklad 450 tisíc Kč.

5.2 Optimalizace vlastní výroby

V předchozí části jsem popsal funkci vlastní výroby a navrhl více variant pro optimalizaci. Jedná se o nejdůležitější proces ve výrobě řezače RK-10, proto by mu měla společnost věnovat největší pozornost. Uvádím zde shrnutí možných optimalizací v zámečnických pracích, svařování a soustružení.

Především v zámečnické práci spatřuji největší prostor pro zdokonalení. Jak jsem již zmínil, vývoj a výrobu přípravků považuji za nutnou a do budoucna prosperující. Uvedl bych tuto variantu na konkrétním příkladu výroby řídítek. Jedná se o profil, do kterého je potřeba vyvrtat pět děr o třech různých průměrech. Na základě předchozího vývoje přípravků a konzultace stanovuji realizaci výroby přípravku na finanční zátěž pohybující se okolo 20 000 Kč. Limitujícím je zde však technologie a její dosahující přesnost. Kvůli nepřesné výrobě se většinou nepodaří přípravky vyrobít funkční hned na první pokus a je zapotřebí proces opakovat, čímž se výrazně zvyšují náklady. Proto navrhuji přípravek vymyslet, vytvořit dokumentaci a zadat společnosti s CNC zařízením. Výsledek by značně ovlivnil průběžnou dobu výroby a tím i snížil náklady. V případě výroby řídítek, kdy celkový čas jedné dávky o 15 kusech je 8 hodin, dojde ke snížení na 4 hodiny, tj. úspora 1800 Kč. Společně s tím dochází ke zvýšení kvality a přesnosti svarů, čímž se zajistí unifikace. Návratnost tohoto přípravku je 166 vyrobených řezačů RK-10.

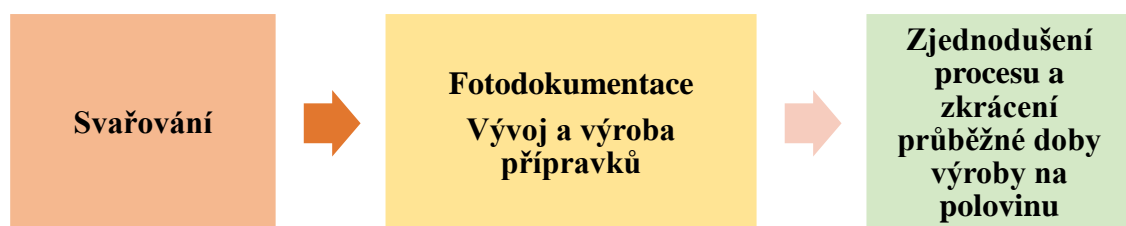


Obrázek 39: Optimalizace zámečnických prací

Pro svařování jsem navrhl tři varianty optimalizace. První varianta spočívá ve vytvoření fotodokumentace svarů a svařenců. S ohledem do budoucna, kdy by měl

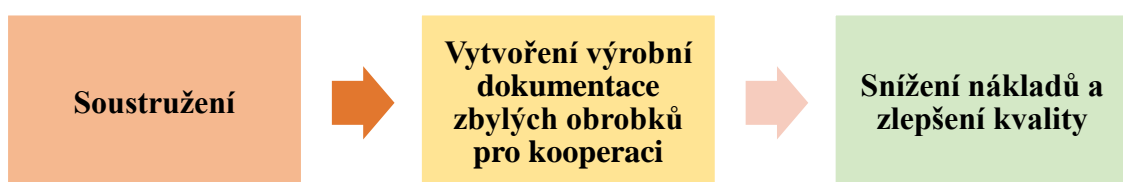
nastoupit nový svářeč, vidím výrazné zjednodušení a zkrácení především přípravné doby a studování výkresů. Tímto krokem se také zamezí nedorozumění a nepřesnostem. Tato varianta není finančně nákladná a je možná zrealizovat kdykoliv. Druhá varianta je nákladnější, ale velice funkční. Investice do svařovacího přípravku se již několikrát osvědčila. Celkový čas svařování se zkrátí o třetinu. Jako poslední variantu bych zmínil kooperaci. V případě velkých objednávek bych místo dalšího zaměstnance využil možnosti externího svářečského pracoviště, kam bych dodal svařovací přípravky, dokumentaci a domluvil se na ceně.

V případě kooperace svařování se celkový čas této činnosti zkrátí o polovinu, tj. o sedm dní. Stejný pracovník, kterému ubude práce svařování má možnost se věnovat zámečnickým pracím, kde navýší kapacitu a zredukuje celkový čas z devíti dní na pět. To při hodinové režijní sazbě 450 Kč za zámečnické práce je celkem 14 400 Kč na jednu výrobní dávku o patnácti kusech, tj. 63 000 Kč ročně.



Obrázek 40: Optimalizace svařování

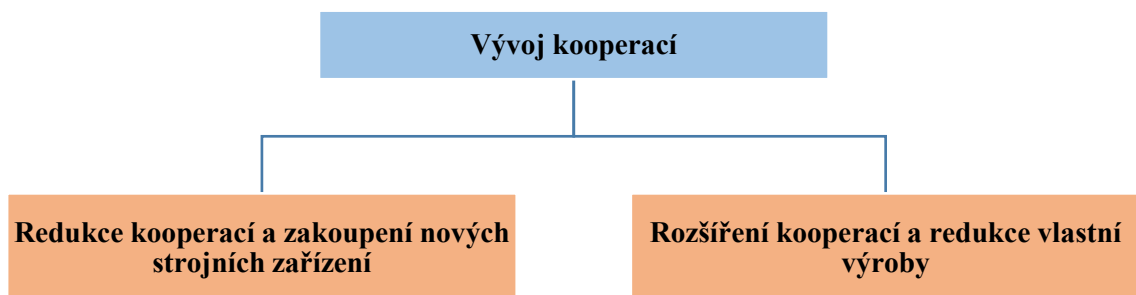
Soustružení je finančně náročná činnost, která se při dostupné technologii nevyplácí ve společnosti provozovat, proto se řeší kooperací. Při porovnání cen jsem dospěl k výsledku, že vlastní výroba je až čtyřikrát dražší. Do této kooperace však nejsou zahrnuty veškeré obrobky. Navrhuji vypracování zbylé potřebné dokumentace k tomu, aby mohly být součástí zařazeny do zakázkové výroby. Interní soustružník se bude moci věnovat jiné náplni práce a také dojde ke snížení nákladů o 25 000 Kč ročně.



Obrázek 41: Optimalizace obrábění

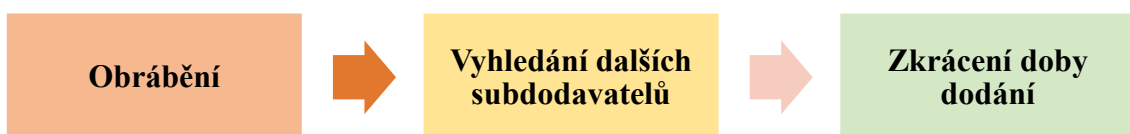
5.3 Optimalizace kooperací

V předchozí kapitole jsem popsal důležitost kooperací a navrhl různá řešení, která by zjednodušila a urychlila proces výroby Řezače spár RK-10. Uvádím zde shrnutí a postup, který mi v této situaci přijde nejvýhodnější. Vzhledem k závislosti na subdodávkách bych se snažil o co nejlepší vztahy s dodavateli. Osobně si myslím, že jsou v této situaci dva možné směry, kterými se může společnost vydat. Jeden z nich je navázat další kooperace, omezit tím vlastní výrobu a soustředit se především na montáž. Druhým směrem je redukce kooperací, zakoupení vlastních strojních zařízení a rozšíření pole působnosti. Jelikož samotný program DIAKAT nevytíží nová zařízení, bylo by potřeba nasmlouvat další zakázkovou výrobu.



Obrázek 42: Směry vývoje kooperací

Z časové osy je patrné, že nejdelsí dobu dodání má právě kooperace obrábění. Zakoupení CNC obráběcího centra je finančně velice náročné, proto bych se stále držel subdodávek. Pokusil bych se najít další subdodavatele, kteří by byly schopni zkrátit dodací lhůty o 30 % a více.



Obrázek 43: Optimalizace kooperace obrábění

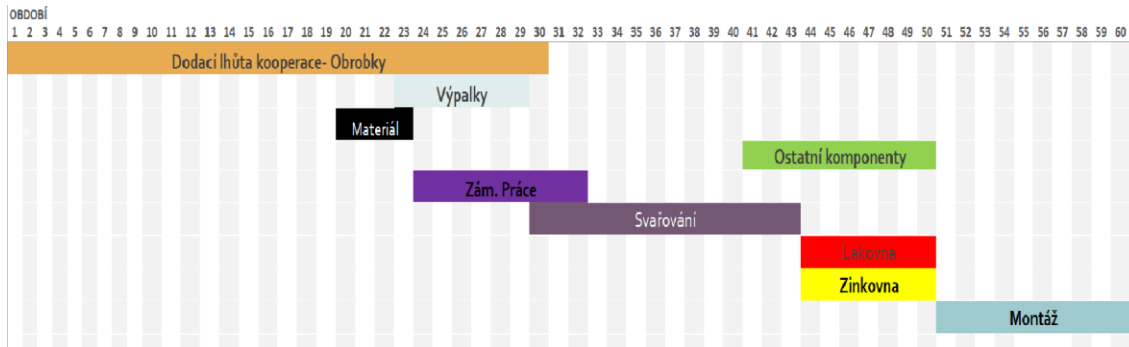
Realizaci kooperace svařování pokládám za jednu z nejdůležitějších. Tato spolupráce by dokázala celý proces svařování zkrátit o polovinu, tj. o sedm dní.



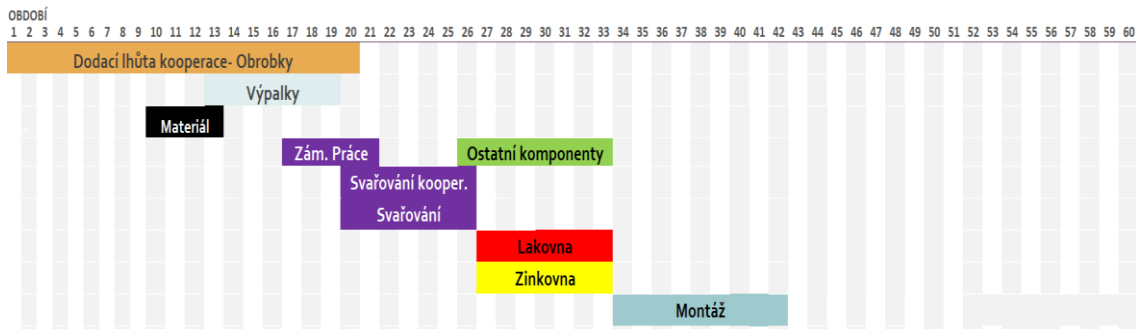
Obrázek 44: Kooperace svařování

5.4 Výsledek optimalizací

Průběžná doba výroby je důležitým faktorem pro výrobce i odběratele. V předchozích kapitolách jsem navrhl optimalizace, které by měly značně zkrátit celý výrobní proces. Uvádím zde grafické srovnání stavů před optimalizací a po její realizaci.



Obrázek 45: Ganttův diagram před optimalizací



Obrázek 46: Ganttův diagram po optimalizaci

Na základě navržených optimalizací se celková průběžná doba výroby zkrátila z původních 60 dní na 42 dní. V tabulce jsou shrnuty oblasti a počet dní, o které se díky optimalizací proces zkrátí.

Tabulka 1: Zkrácení doby výroby v jednotlivých oblastech procesu

Oblast optimalizace	Zkrácení doby výroby [dny]
Obrobky	10
Zámečnické práce	4
Svařování	7
Materiál	1

V této kapitole jsem provedl technicko-ekonomické zhodnocení navržených optimalizací. Veškeré varianty jsem charakterizoval, uvedl náležitosti, které musí být realizovány a propočítal náklady vynaložené na optimalizaci a jejich návratnost. U jednotlivých řešení jsem uvedl, jakým způsobem ovlivní, respektive zkrátí dobu výroby. Výsledek optimalizace výrobního procesu řezače RK-10 jsem zobrazil pomocí Ganttova diagramu, kdy jsem porovnal původní stav s optimalizovaným stavem.

6 Závěr

Cílem této práce byla optimalizace procesu výroby řezače divokých spár RK-10 s ohledem na zkrácení průběžné doby výroby a snížení nákladů. Tuto bakalářskou práci jsem zpracoval ve spolupráci s Huddy Diamonds s.r.o, která se zabývá výrobou diamantových nástrojů a stavební mechanizace. Aktuální trendy tržního prostředí zvyšují požadavky na dodací lhůty, kvalitu a cenu. Z tohoto důvodu se věnuji právě analýze a následné optimalizaci výrobních procesů.

V první části této práce je představena společnost Huddy Diamonds s.r.o a provedena rešerše problematiky výrobních procesů. Definoval jsem důležité pojmy a nástroje projektanta, které v práci využívám při analyzování výrobního procesu. V druhé části jsem představil výrobní program DIAKAT, provedl analýzu výrobků a vybral představitele, který je po technicko-ekonomické stránce nejdůležitější a vhodný k provedení návrhů optimalizací. Jako hlavní kritéria pro výběr jsem zvolil objem produkce, náklady a prodejní ceny a technologickou náročnost.

Při řešení výrobního procesu řezače spár RK-10 jsem si veškeré výrobní činnosti rozdělil do tří kategorií dle jejich funkcí a postavení ve výrobním systému, tj. technická příprava výroby, vlastní výroba a kooperace. Následně jsem jednotlivé činnosti vyjmenoval, charakterizoval jejich funkci. Na základě tohoto rozboru jsem navrhl optimalizační řešení, které by především zkrátilo průběžnou dobu výroby, snížilo náklady a zefektivnilo celý proces. V závěru jsem shrnul možné varianty a provedl technicko-ekonomické zhodnocení. Propočítal jsem potřebné náklady k realizaci těchto optimalizací, jejich návratnost a uvedl jsem jakým způsobem ovlivní dobu výroby. Výsledek jsem zobrazil pomocí Ganttova diagramu jako porovnání původního a optimalizovaného stavu. Navržené optimalizační řešení zkrátí průběžnou dobu výroby jedné výrobní dávky o celých osmnáct dní.

Zdroje

- [1] WÖHE, Günter. *Úvod do podnikového hospodářství: překlad 18. vydání německého originálu*. Praha: C.H. Beck, 1995. Ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-014-1.
- [2] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [3] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.
- [4] LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 80-030-0050-5.
- [5] SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.
- [6] Beránková, Lenka. Diplomová práce 2011. Optimalizace výroby. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky
- [7] ELUC. Elektronická učebnice. *Eluc* [online]. Olomouc: Ministerstvo školství České republiky, 2010. Dostupné z: <http://.eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1345>
- [8] SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0
- [9] ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-1679-4.
- [10] Jiří Kyncl. Projektování výrobních procesů [přednášky]. Praha: ČVUT, 2018
- [11] Ing. ZEMČÍK Oskar. Technologické procesy [učební text]. Brno: VUT. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/TechnProcesy.pdf>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Hierarchie Huddy Diamonds s.r.o.....	8
Obrázek 2: Postavení výrobního procesu [2].....	10
Obrázek 3: Rozdělení výrobních procesů [2]	11
Obrázek 4: Dělení výrobního procesu podle složitosti [2]	12
Obrázek 5: Výrobní faktory vstupující do výroby [1]	13
Obrázek 6: Typy výroby [5]	14
Obrázek 7: Schéma výrobního systému [2].....	15
Obrázek 8: TPV v mechanických výroбах [4].....	16
Obrázek 9: P-Q diagram s hlubokou křivkou [2]	18
Obrázek 10: P-Q diagram s mělkou křivkou	19
Obrázek 11: Rozdělení technologické standardizace [10].....	21
Obrázek 12. Rozdělení spotřeby času [11]	23
Obrázek 13: Rozdělení nutného času [11].....	23
Obrázek 14: Rozdělení výrobků DIAKAT podle použití.....	25
Obrázek 15: P-Q diagram DIAKAT 2017	26
Obrázek 16: Náklady a prodejní ceny výrobků Diakat.....	27
Obrázek 17: Roční tržby Huddy Diamonds a DIAKAT.....	28
Obrázek 18: 3D model řezače spár RK-10	29
Obrázek 19: Dodací a výrobní doby	32
Obrázek 20: Ganttův diagram RK-10	33
Obrázek 21: Rozdělení výrobního procesu dle funkcí.....	33
Obrázek 22: Hierarchie technické přípravy výroby	34
Obrázek 23: Dělení výrobků.....	35
Obrázek 24: Oblasti nákupu hutního materiálu vhodné pro optimalizaci	36
Obrázek 25: Schéma procesu optimalizace hutního materiálu	37
Obrázek 26: Optimalizace spojovaných součástí	38
Obrázek 27: Rozdělení vlastní výroby.....	39
Obrázek 28: Oblasti procesu vrtání vhodné k optimalizaci	40
Obrázek 29: Optimalizace zámečnických prací.....	41
Obrázek 30: Oblasti svařování vhodné pro optimalizace	42
Obrázek 31: Dokumentace pro svařování.....	42
Obrázek 32: Schéma postupu optimalizace obrábění	44

Obrázek 33: Jednotlivé kooperace v podniku Huddy Diamonds	45
Obrázek 34: Proces optimalizace výpalků.....	46
Obrázek 35: Využívané kooperace povrchových úprav	47
Obrázek 36: Optimalizace plánování výroby	49
Obrázek 37: Optimalizace hutního materiálu	50
Obrázek 38: Optimalizace spojovacího materiálu	50
Obrázek 39: Optimalizace zámečnických prací.....	51
Obrázek 40: Optimalizace svařování	52
Obrázek 41: Optimalizace obrábění	52
Obrázek 42: Směry vývoje kooperací.....	53
Obrázek 43: Optimalizace kooperace obrábění	53
Obrázek 44: Kooperace svařování	53
Obrázek 46: Ganttův diagram před optimalizací	54
Obrázek 45: Ganttův diagram po optimalizaci	54

Seznam Tabulek

Tabulka 1: Zkrácení doby výroby v jednotlivých oblastech procesu	54
--	----