



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH SYSTÉMU ŘÍZENÍ VÝROBY KALOVÝCH ČERPADEL

MANUFACTURING SYSTEM DESIGN OF MUD PUMPS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Štěpán Chvátal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: Štěpán Chvátal
Studijní program: Procesní management
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh systému řízení výroby kalových čerpadel

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu procesu výroby kalových čerpadel
Návrh systému řízení výroby kalových čerpadel
Zhodnocení přínosu návrhu řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh systému řízení výroby kalových čerpadel s cílem eliminace ztrát ve výrobním procesu. Práce by měla obsahovat čtyři části:

- analytická část – globální analýza procesů firmy ve vazbě na výrobní proces, detailní analýza stávajícího systému řízení výrobního systému
- teoretická část
- návrhová část – návrh systému řízení výroby
- zhodnocení navrženého řešení

Základní literární prameny:

BANKS, J. Discrete-event system simulation. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2005, xvi, 608 s. ISBN 0-13-144679-7.

HRADECKÝ, M. a M. KONEČNÝ. Kalkulace pro podnikatele. V nakl. Prospektrum 1. vyd. Praha: Prospektrum, 2003, 153 s. ISBN 80-7175-119-7.

JUROVÁ, M. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-24-0199-5.

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby. Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na výrobní systém ve vybrané společnosti vyrábějící kalová čerpadla. Návrh vychází z analýzy procesů probíhajících procesů ve společnosti. Vypracovaný návrh by měl vést k řešení identifikovaných problémů v analýze.

Abstract

The bachelor thesis focuses on the production system in a selected company producing mud pumps. The proposal is based on the analysis of ongoing processes in the company. The developed proposal should lead to the solution of the identified problems in the analysis.

Klíčová slova

kalové čerpadlo, výrobní systém, kooperace, kalkulace, projekt výrobního systému

Key words

Mud pump, production system, cooperation, calculation, production system project

Bibliografická citace

CHVÁTAL, Štěpán. *Návrh systému řízení výroby kalových čerpadel* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135033>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 23. května 2020

.....

podpis autora

Poděkování

V první řadě bych chtěl velmi poděkovat vedoucí mé práce Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za odborné rady, vedení a vždy vstřícný přístup. Dále bych rád poděkoval vedení společnosti ve které byla práce psána za poskytnutí dat a možnost hlouběji nahlédnout do systému řízení této společnosti a cenné rady.

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Vymezení problému a cíle práce	13
	Cíle bakalářské práce	14
3	Teoretická východiska práce	15
3.1	Výrobní systém	15
3.2	Projektování výrobního systému.....	17
3.3	Strategické řízení výrobní firmy v tržní ekonomice	17
3.4	Výrobní strategie	19
3.5	Výrobní kapacita	20
3.5.1	Zdroje výrobní kapacity	20
3.5.2	Časový efektivní fond	21
3.5.3	Normy času zpracování	21
3.5.4	Plánovaná výrobní kapacita	22
3.6	Průběžná doba výroby	24
3.7	Kalkulace.....	24
3.7.1	Předmět kalkulace	25
3.7.2	Kalkulační jednice	26
3.7.3	Kalkulované množství	26
3.7.4	Kalkulační systém.....	27
3.7.5	Kalkulační vzorec	27
3.7.6	Typový kalkulační vzorec.....	28
4	Analýza problému a současné situace	29
4.1	Popis společnosti.....	29
4.1.1	Organizační struktura.....	30

4.2	Celkový popis průběhu zakázky	33
4.2.1	Prodej.....	33
4.2.2	TPV	33
4.2.3	Výroba komponent	33
4.2.4	Montáž	33
4.2.5	Výstupní kontrola	33
4.2.6	Expedice zboží.....	34
4.2.7	Nákup.....	34
4.3	Detailní popis průběhu prodeje	36
4.4	Detailní analýza průběhu výroby	37
4.5	Technická dokumentace reprezentanta výroby	39
4.6	Postup výroby komponent.....	41
4.6.1	Horní štít	41
4.6.2	Spirální těleso	42
4.6.3	Oběžné kolo	44
4.6.4	Sací víko	45
4.6.5	Svorník.....	46
4.6.6	Víko motoru.....	46
4.6.7	Madlo	47
4.6.8	Řezák	47
4.6.9	Stator motoru s kostrou motoru	48
4.6.10	Hřídel s nalisovaným státorem motoru	49
4.6.11	Ostatní nakupované komponenty.....	50
4.7	Kalkulace nákladů kalového čerpadla.....	50
4.7.1	Přímý materiál.....	50
4.7.2	Přímé mzdy	51

4.7.3	Náklady na dopravu	51
4.7.4	Celkové náklady na dopravu.....	55
4.7.5	Režijní náklady	56
4.7.6	Celkové náklady	56
4.7.7	Zisk	56
4.7.8	Cena	56
5	Shrnutí analytické části	57
6	Návrhová část	58
6.1	Objem výroby.....	58
6.2	Návrh přesunu výroby do společnosti.....	58
6.3	Návrh nových postupů výroby odlitků.....	58
6.3.1	Horní štít	59
6.3.2	Spirální těleso	59
6.3.3	Oběžné kolo	60
6.3.4	Sací víko	61
6.3.5	Víko motoru.....	62
6.4	Výrobní kapacity pracovišť.....	63
6.4.1	Časový efektivní fond.....	64
6.4.2	Potřebný časový fond.....	64
6.5	Návrh na zvýšení kapacity	65
6.5.1	CNC obrábění centrum JOHNFORD SL-50-2S s proti-vřetenem a automatickým podavačem	65
6.6	Navýšení výrobních kapacit.....	68
6.6.1	Zvýšení směnnosti CNC soustruhu.....	69
6.6.2	Investice do nového CNC soustruhu	69
6.6.3	Investice do CNC soustruhu a zvýšení směnnosti obou CNC soustruhů .	71

7	Zhodnocení návrhu	72
7.1	Přímý materiál.....	72
7.1.1	Komponenty zůstávající vyráběné v kooperaci nebo nakupovány.....	72
7.1.2	Celkový přímý materiál	72
7.2	Strojní časy.....	73
7.3	Přímé mzdy	73
7.4	Režijní náklady.....	73
7.4.1	Předpokládaná životnost stroje	74
7.4.2	Režijní náklady na provoz CNC soustruhu JOHNFORD.....	74
7.4.3	Režijní náklady na provoz CNC soustruhu Doosan	75
7.4.4	Režijní náklady na obrobení daných komponent.....	75
7.4.5	Náklady na dopravu navrhovaného řešení.....	75
7.5	Celkové náklady na výrobu kalového čerpadla	76
7.5.1	Režijní náklady	76
7.5.2	Celkové přímé náklady	76
7.5.3	Ostatní nepřímé náklady	76
7.5.4	Celkové náklady	77
7.5.5	Zisk	77
7.5.6	Cena	77
7.6	Výpočet nové výrobní kapacity	77
7.7	Nový časový efektivní fond	77
8	Závěr	79
9	Seznam použitých zdrojů.....	81
	Seznam obrázků.....	82
	Seznam tabulek	83

1 Úvod

V současné době se velmi rychle rozvíjí nové technologie. Současně s těmito technologiemi se rozvíjí i jednotlivá odvětví. Dnešní podniky stojí před možností se buďto rozvíjet s daným odvětvím a účastnit se závodu s konkurencí, nebo může fungovat ve svých zažitých postupech. Pokud zvolí první možnost, potom získá nespornou výhodu oproti konkurentům, kteří si zvolili druhou cestu.

V současnosti je velmi důležité se rozvíjet a zvažovat jestli vyrábět nebo kooperovat. Touto otázkou se zabývá systém Make or Buy. Make or buy je úzce sjat s výrobními kapacitami. Výrobní kapacity jsou v dnešní době čím dál větší problém. A výrobcům se často nedaří uspokojit poptávku zákazníků po svých produktech. Tento problém se netýká jen velkých firem. I pro malou firmu, která vyrábí vysoce kvalitní výrobky se ukazuje, že výroba narůstá a musí řešit dodatečné výrobní kapacity.

Dalším trendem je štíhlá výroba. Je to moderní princip výroby umožňující podnikům, kterým se podaří tyto metody a principu správně aplikovat. Těmto společnostem umožní identifikovat a eliminovat procesy nevytvářející přidanou hodnotu. Zaměřuje se především na plýtvání zásobami, časem atd. Jedním z hlavních principů štíhlé výroby je optimalizace procesů v podniku. Optimalizovat procesy je v dnešní době nezbytné pro každý podnik. Zlepšování podnikových procesů má přesně daný postup. Nejprve je třeba vytvořit analýzu probíhajících procesů v podniku, následná data zpracovat, najít řešení pro identifikované nedostatky a následně implementovat tato řešení v podniku. Ve své bakalářské práci se zabývám právě optimalizací procesů ve společnosti zabývající se výrobou kalových čerpadel. Tohle téma jsem si vybral, protože ve společnosti již delší dobu pracuji jako konstruktér a konstrukční návrh výrobků je náplň mé práce. Všechny obrázky komponent jsou mé vlatní tvorby. Bakalářská práce je v souladu se svým zadáním rozdělena do čtyř základních částí, ve kterých se postupně budu zabývat vymezením problému a cílem práce. Dále popíšu teoretická východiska práce. V následující kapitole bude představen podnik, provedena analýza procesu prodeje a samotného výrobního procesu reprezentanta. Poté bude představen návrh metodiky zlepšení procesů a implementace mého návrhu. Poslední část práce bude obsahovat přínosy a zhodnocení mého řešení.

2 Vymezení problému a cíle práce

Problémem, kterým se zabývá tato bakalářská práce je volba mezi výrobou komponent pomocí vlastních výrobních zdrojů a výrobou komponent v kooperacích. Výroba komponent v kooperacích přináší velké množství nevýhod. Hlavními nevýhodami je dlouhá průběžná doba výroby, náklady za dopravu na kooperace a cena samotného procesu výroby kooperovaných součástí. Vlastní výroba součástí při správně nastaveném procesu řízení výroby eliminuje náklady spojené s kooperováním. Na druhou stranu ale zatěžují výrobní kapacity společnosti.

Cílem mé bakalářské práce je zefektivnění výroby vybraného podniku, snížení ceny výroby reprezentanta a porovnání výhodnosti vlastní výroby oproti kooperacím.

Cíle bakalářské práce

Bakalářská práce řeší návrh rozšíření výroby odlitků kalového čerpadla v malé společnosti. Cílem řešení je navýšení výrobních kapacit a navrhnout takový systém řízení, který povede ke zkrácení průběžné doby výroby. Návrh vychází z detailní analýzy současného výrobního procesu. Návrh zachovává objem stávajícího výrobního programu.

3 Teoretická východiska práce

3.1 Výrobní systém

Vzniká propojením technologie, techniky a materiálových prvků. Představuje systém navzájem propojených výrobních prostředků (stroje, nástrojem atd.), pomocných prostředků (dopravní zařízení, manipulační zařízení, skladů, strojů apod.) výrobních sil a předmětů výroby (materiál, energie, spotřební materiál atd.). Nejzásadnějším problémem je najít ideální kompromis mezi vysokou produktivitou a pružností výroby, dalším problémem je najít optimální poměr mezi zkrácením průběžných časů výroby a využitím výrobních zařízení.

Důležitý úkol při tvorbě výrobního systému je navrhnout výrobní systém tak, aby systém umožňoval výrobě efektivně plnit všechny plánované a budoucí výrobní úkoly.

Součástí výrobního systému musí být i analýza činnosti výrobního systému a následná optimalizace jeho funkcí s ohledem na různé externí i interní faktory a postupný vývoj podniku.

Maximalizace využití strojů souvisí s minimálními prostoji. To souvisí s potřebou redukovat všechny časy, které nesouvisí se samotným obráběním samotného výrobku (vedlejší a přípravné časy). Je třeba mít neustále zajištěn přísun materiálu na všechna pracoviště, na kterých se aktuálně pracuje, aby byly zajištěny minimální prostoje. Tohoto se většinou dosahuje pomocí mezioperačních zásob. Mezioperační zásoby ale zvyšují podíl časů čekání na celkové průběžné době a samotné zvyšování průběžné doby.

Využití systému = čas opracování / čas opracování + čekání stroje

Z tohoto vztahu vyplývá, že maximálního využití systému je dosaženo, pokud jsou časy čekání nulové.

Průběžná doba = celkový čas opracování + čas přepravy + čekání výrobního úkolu

Z tohoto vztahu vyplývá, že minimální průběžné doby dosáhneme tak, že doba čekání výrobního úkolu je nulová.

Potřeba pružnost výrobního systému by měla růst s faktory jako je velikost výrobních dávek, různorodost obráběných komponent a výrobků, různost posloupnosti jednotlivých

výrobních dávek na pracovištích. Všechny tyto požadavky musí být splněny při co maximální možné produktivitě a minimálních výrobních nákladech. Rozpor mezi průběžnými dobami (pružnost) a využitím výrobních faktorů (snaha šetřit místo ve firmě a minimalizovat kapitálové náklady spojené s výrobními kapacitami). Řešení obsahuje kompromis mezi pružností a výrobou a její hospodárností a produktivitou výrobního systému.

Aby bylo řízení výrobního procesu úspěšně zvládnuto je nutné vytvořit podmínky už ve fázi jeho přípravy.

Hlavní kroky při definování těchto podmínek jsou zejména tyto kroky:

Prvním krokem je správně definovat spektrum komponent, které bude daný výrobní systém produkovat. Tyto kroky jsou přímo spojené s předvýrobní fází (konstrukce samotných komponent a volba technologie pro dosažení požadavků na výkresech komponent a sestav, které jsou výstupem konstrukční fáze. Je velmi výhodné nemít všechny výrobky z velkého množství vždy různých komponent. K tomu se využívá standardizace v konstrukci a technologii. Standardizace v tomto případě znamená snahu používat jednu komponentu pro různé finální výrobky (motory, držadla) a využívání normalizovaných komponent (šrouby, ložiska, pojistné kroužky, ucpávky atd.) místo toho, aby je sama vyráběla. Standardizace má pozitivní vliv nejen na pružnost výrobního procesu, ale má i přímý ekonomický přínos pro podnik, který standardizaci využívá.

Dalším krokem je volba vhodných výrobních prostředků. Například programovatelné stroje, které mají pozitivní vliv na pružnost výroby (CNC stroje, robotická ramena, plně automatizovaná robotická pracoviště, automatizované sklady atd.). Největším problémem při zavádění těchto technologií bývá často implementací těchto výrobních faktorů s informačním systémem podniku. Pokud se ale implementace podaří, potom systém získá funkce, jako jsou údaje z výroby, monitoring průběhu výrobního procesu, řízení samotného výrobního procesu.

Dalším nedílným krokem je sestavit tým pracovníků, kteří dostanou na starost samotnou integraci. Tito pracovníci musí mít dokonalou znalost o výrobním procesu. Budou se přímo podílet na eliminaci poruch a nedostatků ve výrobě a zlepšovat ji.

Výroba je výsledek cílevědomého lidského chování. Použitím vstupních faktorů zajišťuje proces transformace na výstup (věcné statky a služby) výroby. Samotný výrobek je

prostředek uspokojení poptávky. Výroba je v podstatě kombinace různých faktorů a jejím účelem je vytvořit hmotný statek nebo službu. Samotný výrobní proces se realizuje podnikovým výrobním systémem.

Každá firma vyrábí odlišné výrobky a specializuje se na různá odvětví. Při tvorbě systému je třeba se soustředit na různé prvky. Každá výroba obsahuje různé prvky, které ovlivňují míru ostrosti ohraničení typologie výroby. Jsou to prvky jako například rozsah výroby, stupeň automatizace či mechanizace, komplikovanost postupů, uspořádání a organizace samotných pracovišť. [2]

3.2 Projektování výrobního systému

Projektování výrobního systému má na obvykle na starost technická příprava výroby společně s konstrukčním návrhem a návrhem technologií obrábění. Úkolem projektování výrobního systému je zajistit maximální hospodárnost celého výrobního procesu. Hospodárností systému výroby jsou myšleny pořadí a způsob operací, uspořádání jednotlivých pracovišť, stanovení techncko-hospodářských norem, výběr vhodných nástrojů a přípravků a měřidel pro následné ověření rozměrů finalních výrobků. Hospodárnost výrobního systému je hlavní náplní takzvaného technologického projektování.

Technologické projektování je v podstatě soubor rozborových, plánovacích, organizačních a návrhových činností. Jejich výsledkem je komplexní techncko-organizační projekt výroby.

Hlavní částí projektové dokumentace je dispoziční řešení a rozmístění jednotlivých pracovišť a strojů. Na tyto výsledky je přímo navázáno podrobné řešení stavební části. Tím je myšleno například projektování budovy nebo její úprava, ve které bude výrobní systém realizován. [2]

3.3 Strategické řízení výrobní firmy v tržní ekonomice

Všeobecně se dá říct, že úspěch podniku, potažmo podnikatele závisí hlavně na schopnosti managementu předvídat tržní příležitosti a řešit potenciální problémy strategického charakteru. V současné době se obecné vývojové trendy stávají příležitostmi pro téměř každý podnik. Těmito trendy je myšlena například ekologizace, digitalizace,

globalizace, internacionalizace atd. Je jen na managementu podniku, jak tyto příležitosti vyhodnotí a dokáže využít.

Hlavními úkoly strategie podniku je správně vyhodnocovat takzvané faktory podnikového okolí. Faktory podnikového okolí zahrnují potřeby zákazníků, chování konkurenčních podniků a zákazníků a vývoj makroekonomických podmínek. Makroekonomickými podmínkami je myšlena například monetární a fiskální politika nejen států, ve kterých podnik působí, možnosti investování v zahraničí, legislativa a normy atd. Strategie podniku zahrnuje také interní podmínky podniku.

Hlavní otázky na které odpovídá strategie podniku jsou:

Na jaký segment trhu se má podnik zaměřit?

Jak vytvořit systém tak, aby produkoval lepší výsledný produkt, než jaký nabízí konkurence?

Jaký má podnik potenciál a podnikové zdroje a jak je co nejefektivněji využívat?

Jaké metriky používat, aby co nejvěrněji ukázaly pokrok při realizaci zvolené strategie podniku?

Důvody proč by podniky měly uplatňovat racionální strategické řízení:

Pokud strategické řízení vychází z dlouhodobých předpovědí vývoje, potom pomáhá podniku předvídat budoucí problémy a příležitosti a včas a účinně na ně reagovat, protože management si může dopředu připravit reakce na dané příležitosti.

Strategické řízení určuje cíle podniku a jakým směrem se podnik bude v budoucnosti ubírat. Pokud jsou zaměstnanci obeznámeni s těmito cíli, dává jim to určitou jistotu a zvyšuje to jejich pracovní výkonnost a spokojenost.

Strategické řízení vede vedoucí pracovníky ke zkvalitňování procesů probíhajících v podniku.

Strategické řízení vede ke zlepšení komunikace, koordinaci realizovaných projektů, motivaci pracovníků a alokaci zdrojů. [2]

3.4 Výrobní strategie

Úkolem moderního managementu, který respektuje nutnost orientovat se na trh a potažmo zákazníka je zajistit koordinaci aktivit, probíhajících jak uvnitř, tak vně podniku. Tím je myšleno mezi odbornými činnostmi, strategickými jednotkami a mezi samostatnými jednotkami.

Existují dva možné přístupy:

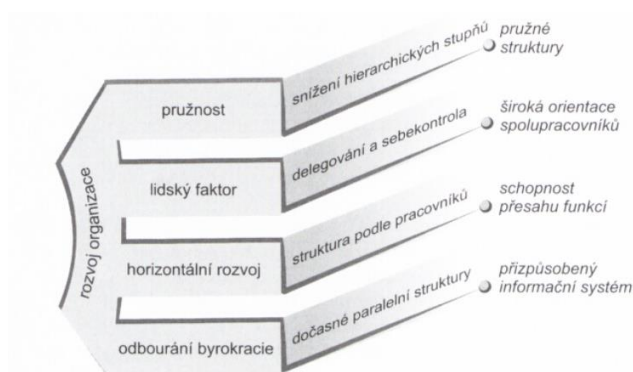
Plánovitý technokratický přístup

Strukturovaně orientovaný procesní přístup

Cílem managementu v plánovitě technokratickém přístupu je sladit jednotlivé postupy v rámci plánovitě technokratického přístupu. Je možné i sjednotit různé činnosti včetně definování a predikce jejich plánovitě činnosti. Plánovitě technokratický přístup je málo flexibilní a pro management má relativně malé možnosti uplatnit motivační prvky pro zaměstnance.

Strukturovaně orientovaný procesní přístup představuje koncept, který je založen na sjednocení sdílených společných hodnot, způsobů myšlení a chování vůči zákazníkovi, dodavatelům, a ke konkurenci, postupů, řídicích norem a normativů atp. Jde náročnější cíl, ke kterému se nelze dobýt pouze organizačními zásahy. Největší roli v její realizaci hraje to, jestli se podaří přesvědčit zaměstnance a vedení. Při úspěšné implementaci tohoto přístupu potom dochází k vytvoření nové organizační formy, ve které jsou odbourány hierarchistické principy, využívá se samokontrola, a řízení probíhá na základě delegování pravomocí v dočasně tvořených paralelních strukturách. [5]

Tento manažerský přístup je znázorněn na obrázku č. 1.



Obrázek 1: Progresivní model organizace řízení [5]

Klíčové charakteristiky, které vymezují procesní pohled na hodnototvorný řetězec jsou:

Struktura produktu, která lze charakterizovat dvěma navzájem si odporujícími vlastnostmi. První z vlastností je celistvost a druhá je míra modularity.

Technologický proces, který lze charakterizovat stupňovitostí výrobou použitými výrobními postupy, využitím volných kapacit, kvalitou a výkonností práce na jednotlivých pracovištích. [5]

3.5 Výrobní kapacita

Výrobní kapacita je maximální objem produkce, který jde vyrobit při dané organizační a technologické úrovni za určitou časovou periodu.

Výrobní kapacita je ovlivněna kvalitou, kvantitou a alokací interních zdrojů systému výroby. Interními zdroji výroby jsou myšleny pracovní prostředky a pracovní síly. Dále je výrobní kapacita ovlivněna strukturou výrobního programu a technologickou úrovní výroby. Velký vliv potom má i samotná technologická úroveň a náročnost výrobku. Tím je myšlena například pracnost, složitost nebo členitost výrobku. Nemalý podíl na výrobní kapacitě má i úroveň kvality všech základních funkcí norem řízení. [4]

3.5.1 Zdroje výrobní kapacity

Zdroje výrobní kapacity mají určité údaje, které potřebuje každý, kdo se systémem pracuje znát, aby znal, jaké výrobního zdroje má možnost využívat v daném výrobním systému pro daný výrobek.

Prvním z těchto údajů je druh výrobního zařízení. Tím je například myšlena profesní skladba, výkonnost zařízení a jeho provozní stav.

Druhým údajem je jaký počet jednotek výrobního zařízení má výrobní systém k dispozici.

Třetím údajem je využitelný časový fond jednotek výrobního zařízení za určitou časovou periodu. Časový využitelný fond se nejčastěji uvádí na jeden rok.

Nároky na zdroje výroby určuje hlavně samotný výrobní program. Těmito nároky jsou druhy vyráběných výrobků a jejich množství za určitou časovou periodu.

Dalším nárokem na výrobní zdroje jsou normy času na provedení předepsaných technologických operací. [4]

3.5.2 Časový efektivní fond

Časový efektivní fond je kapacita pracoviště, která je využitelná za skutečných podmínek ve firmě za danou časovou periodu a lze využít pro výrobu.

Časová efektivní fond lze vypočítat pomocí vztahu.

$$F_{ef} = d \cdot h \cdot \sigma \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right)$$

d je počet pracovních dní za týden.

h je počet hodin v jedné směně.

σ je směnnost.

g je počet navzájem zaměnitelných pracovišť.

z je procento nevyhnutelných ztrát.

Vztah v závorce se nazývá součinitel plánovaných prostojů. Výsledný koeficient se obvykle pohybuje mezi 0,9 – 0,95. [4]

3.5.3 Normy času zpracování

Normy času zpracování jsou časy, za které musí být dokončena daná operace nebo celý předem daný sled operací. Určují se pomocí pracostí operací v Nhod nebo odpracovaných hodinách.

První vztah pomocí kterého lze tyto normy počítat je uveden v následujícím vzorci. Tento vzorec slouží pro výpočet času i -té operace j -té součásti z technologického postupu.

$$t_i^j = \frac{t_{ACi}}{60} + \frac{t_{BCi}}{60 \cdot d_v}$$

t_i^j je pracnost i -té operace J -té součásti v Nhod.

t_{ACi} je čas jednotkové práce s přírůžkou času směnového i -té operace.

t_{BCi} je čas dávkové práce s přírůžkou času směnového i -té operace.

d_v ... velikost výrobní dávky v kusech

Druhý vztah pomocí kterého lze tyto normy počítat je uveden v následujícím vzorci. Tento vzorec slouží pro výpočet pracnosti i -té operace j -té součásti vyjádřené v normohodinách.

$$t_i^J = \frac{t_{ACi}}{60 \cdot \pi_i} + \frac{t_{BCi}}{60 \cdot d_v \cdot \pi_i}$$

t_i^J je skutečná pracnost i-té operace J-té součásti v Nhod.

π_i je ukazatel práce dělníků na i-té operaci a lze vyjádřit pomocí vztahu

$$\pi_i = \alpha_i \cdot \tau_{li}$$

τ_{li} je stupeň využití pracovní doby a lze vyjádřit pomocí následujícího vztahu

$$\tau_{li} = \frac{t_s}{t_o}$$

t_s je doba skutečné práce.

t_o je doba strávená dělníkem na pracovišti. [4]

3.5.4 Plánovaná výrobní kapacita

Plánovaná výrobní kapacita lze vypočítat pomocí vztahu

$$K_{pl} = \frac{F_{pl}}{T_{pl}}$$

K_{pl} je plánovaná kapacita v naturálních jednotkách.

F_{pl} je plánovaný fond času v hodinách.

T_{pl} je pracnost výrobku v hodinách na kus.

Pokud je na pracovišti prováděna činnost pravidelně a je na něm vyráběn jeden druh výrobku, potom platí vztah.

$$K_i = \frac{F_{efi}}{t_i}$$

K_i je kapacita i-tého pracoviště v naturálních jednotkách (ks, t, m).

F_{efi} je časový efektivní fond i-tého pracoviště [hod/rok].

t_i je skutečná pracnost operace v odpracovaných hodinách.

U ručních pracovišť, kde může docházet k volnému zaměňování pracovišť a jednotlivé nástroje se dají mezi nimi přenášet je rozhodující pro výpočet kapacity plocha, která je k

dispozici.

Vztah pro výpočet kapacity ručního pracoviště je udán v následujícím vzorci.

$$K_m = \frac{F_{efp} \cdot F}{t_m \cdot f}$$

K_m je kapacita montážní plochy v naturálních jednotkách (ks, t, m)

F je montážní plocha [m²]

F_{efp} je časový efektivní fond montážní plochy [hod/rok]

t_m je pracnost montážních operací prováděných na montážní ploše [hod]

f je plocha, kterou zaujímá jedna montovaná jednotka, vč. odkladových ploch [m²]

Skutečnou (disponibilní) kapacitu pracovišť lze vypočítat pomocí výše uvedených vztahů. Požadovaná kapacita je dána výrobním programem. Porovnáním skutečné kapacity a plánované kapacity lze zjistit, jak je třeba změnit počet pracovišť, abychom dosáhli požadované kapacity.

$$S' = \frac{(K_{pi} - K_i) \cdot t_i}{F_{efi}}$$

počet pracovišť, které musíme přidat nebo ubrat (dle znaménka), abychom dosáhli požadované kapacity

K_{pi} je požadovaná kapacita na i-tém pracovišti.

K_i je skutečná (disponibilní) kapacita na i-tém pracovišti.

F_{efi} je časový efektivní fond na i-tém pracovišti [hod/rok].

t_i je pracnost operace prováděné na i-tém pracovišti [hod].

Při výpočtu změny velikosti montážní plochy se používá vztah

$$F' = \frac{(K_p - K_m) \cdot t_m \cdot f}{F_{efp}}$$

F' je plocha, kterou musíme přidat nebo ubrat (dle výsledného znaménka), aby bylo dosaženo požadované kapacity

K_p je požadovaná kapacita na montážním pracovišti

K_m je kapacita montážní plochy v naturálních jednotkách (ks, t, m)

F_{efp} je časový efektivní fond montážní plochy [hod/rok]

t_m je pracnost montážních operací prováděných na montážní ploše [hod]

f je plocha, kterou zaujímá jedna montovaná jednotka, včetně odkladových ploch [m²].

U pracovišť, na kterých se vyrábí více výrobků se výrobní kapacita počítá pomocí takzvaného převedeného výrobního programu. To znamená že buď podle skutečného představitele nebo smluveného představitele. [4]

3.6 Průběžná doba výroby

Průběžná doba výroby je čas, který uplyne od zahájení po skončení práce při výrobě určitého dílu nebo výrobku. Budeme uvažovat výrobu určitého počtu dílů, neboli výrobní dávku d_v .

Činnosti ve výrobě se dělí na:

Činnost technologická (D_T) je časový úsek nutný k provedení všech technologických operací a seřízení výrobního zařízení, které je nezbytné pro provedení těchto operací. Technologická činnost zahrnuje čas přípravný a čas výrobní.

Činnost manipulační (D_M) je činnost, které netvoří samotnou přidanou hodnotu, ale musí se provádět. Dá se optimalizovat. Zahrnuje kontrolní činnost (D_{KO}), skladovací činnost (D_S) a dopravní činnost (D_D).

Doba manipulace lze vyjádřit pomocí vztahu $D_M = D_{KO} + D_S + D_D$

Doba klidu (D_K) je doba, kdy nedochází k žádné činnosti.

Průběžná doba výrobní dávky se dá vyjádřit pomocí vztahu

$$D = D_T + D_M + D_K$$

[4]

3.7 Kalkulace

Termín kalkulace se v praxi používá při označení třech pojmů:

Kalkulací se často označuje činnost, ve které se v předběžných kalkulacích stanovují a ve výsledných kalkulacích zjišťují náklady na přesně určenou jednotku výkonů. Tato

jednotka výkonů se nazývá kalkulační jednice. Tato činnost se nazývá kalkulování, nebo sestavování kalkulací.

Kalkulací je dále myšlen výsledek kalkulování. Kalkulace se sestavuje, nebo zjišťuje na příslušnou jednotku výkonů (kalkulační jednici) v podniku stanovených kalkulačních položkách a také úhrn těchto položek.

Kalkulace v některých případech slouží pro označení části výrobního systému, která sbírá potřebná data především z rozpočetnictví a nákladového účetnictví. Pokud v podniku taková oddělení nejsou, potom kalkulace čerpá data z oddělení, které se kalkulacemi zabývá.

Kalkulace se v podniku stanovují na odbytové a vnitropodnikové výkony.

Odbytové výkony slouží pro zákazníky, naopak vnitropodnikové výkony slouží pro spotřebu uvnitř podniku. Jedná se především o výkony charakteru služeb. V některých případech se může jednat o využití strojů, které podnik sám vyrábí jako stroj pro vlastní potřeby. Takovou výrobu má například česká společnost Prusa Research a většina podniků, které vyrábí výrobní stroje. Dalším takovým případem je když společnost vytvoří software určený pro trh a následně ho sám využívá.

Termín výkon zahrnuje vyráběné výrobky, prováděné práce a poskytované služby.

Všechny případy výkonů, které mohou v podniku nastat se dají zahrnout do těchto třech kategorií. [1]

3.7.1 Předmět kalkulace

Hradecký a Konečný tvrdí: "*Jako předmět kalkulace by měly být v ideálním případě stanoveny všechny výkony v podniku vyráběné, prováděné nebo poskytované.*" [1]

Ve firmách se širším spektrem výkonů se podrobně kalkulují až výkony od určité částky nahoru. Spousta podniků není schopna správně kalkulovat výkony probíhající v podniku. Tyto podniky si ale často neuvědomují výhody, které skýtá automatizovaný sběr a práce s daty v podniku. [1]

3.7.2 Kalkulační jednice

Hradecký a Konečný definují kalkulační jednici takto: "*Obecně řečeno kalkulační jednice je přesně stanovená jednotka výkonů daného podniku, určená druhem výkonů. Technická odlišnost výkonu má z pravidla za následek i odlišnost nákladovou.*" [1]

Není možné kalkulovat jeden druh výrobku obecně. Technické parametry jsou většinou dány konstrukčními odlišnostmi výrobku a každá taková odlišnost má za důsledek změny technologické a ty mají zase za důsledek změny ve výrobním procesu. Každá změna technických parametrů výrobku má za následek změnu nákladů. Některé změny mají nepatrný vliv na náklady (jiná použitá barva na výrobek). V některých případech není nutné pro každou takovou nepatrnou změnu výrobku vytvářet kalkulaci zvlášť pro každou variantu výrobku. V takovém případě může být stanoven jedna z variant výrobku jako reprezentant. Jako reprezentant se většinou volí výrobek, který se vyrábí v podniku nejvíc.

V podniku se většinou nekalkulují náklady pro každý provedený úkon zvlášť. Výjimkou jsou například kadeřnictví, nebo květinářství která si účtují každý provedený úkon zvlášť. Většina podniků stanovuje kalkulační jednici jako veličinu časovou jednotku (minuta, hodina, den...). Ta se potom obvykle stanovuje pro každý druh operace zvlášť (obrábění CNC stroje, konstrukční práce, náklady na jednoho zaměstnance na hodinu atd.). Jednotlivé kalkulační jednice se stanovují podle typu podniku. Podnik, který se zabývá strojírenskou výrobou bude mít jinou kalkulační jednici než cestovní kancelář. [1]

3.7.3 Kalkulované množství

Kalkulované množství je třeba odlišovat od kalkulační jednice. Jestli že se v sériové výrobě zadává celá série výrobků pod jedním výrobním příkazem, potom se jednicové náklady na výrobu celé této série zachycují na analytickém účtu výroby. Celá série pak představuje kalkulované množství a náklady na kalkulační jednici lze zjistit, pokud vydělíme náklady na výrobu celé série počtem kusů výrobků dané série. Tohle lze provést pouze tehdy, když se sestavuje výsledná kalkulace série výrobků. Předběžné kalkulace se sestavují zásadně na kalkulační jednici. V kusové výrobě ne výsledná kalkulace určována přímo z účtu za výkony pro daný výrobek v nákladovém účetnictví.

Kalkulované množství musí být určeno předem a v příslušném výrobním výkazu. [1]

3.7.4 Kalkulační systém

Kalkulační systém lze definovat jako soustavu kalkulací v podniku a jejich vzájemnou provázanost. Kalkulační systém je ovlivňován velkým množstvím faktorů. Tyto faktory jsou zejména druh podniku, velikost podniku, druh produkce, nároky kladené na vypovídající schopnost kalkulací a potřeba podniku používat kalkulace v různých časových horizontech. Hlavní úkol kalkulačního systému je zajistit provázanost jednotlivých kalkulací mezi sebou.

Jednotlivé kalkulační systémy se mohou mezi sebou velmi lišit a mohou mít naprosto rozdílný obsah v závislosti na mnoho podmínkách. Maximální možný rozsah kalkulačních systémů, s jakým se lze v praxi setkat je obvykle ve středních a velkých podnicích, které jsou dobře organizované. Takovým systém kalkulací lze charakterizovat jako soustavu kalkulací předběžných a výsledných a jejich jednotlivých poddruhů.

V malých podnicích nevzniká většinou potřeba vytvářet všechny typy kalkulací. Spousta podniků počítá jen výslednou a propočtovou kalkulaci a některé podniky dokonce kalkulace ani pořádně neumí počítat.

Proto při tvorbě kalkulačního systému bývá často hlavním problémem u malých podniků bývá exaktnost dat, které jsou z takového podniku poskytovány. [1]

3.7.5 Kalkulační vzorec

Obsahem kalkulace jsou náklady na výrobu výkonů, uspořádané do kalkulačního vzorce s využitím kalkulačního členění nákladů. Druhy kalkulací, které podnik sestavuje, ani přesný kalkulační vzorec a obsah jednotlivých kalkulačních položek nejsou nijak vymezeny žádnými předpisy. Přímá citace 31 str. Kalkulační vzorec i samotné uspořádání kalkulace si každý podnik tvoří sám v závislosti na organizaci výroby nebo jiné činnosti, druhu technologického procesu v podniku, a hlavně na tom jaké informace z výrobního procesu management vyžaduje a jak s nimi dokáže pracovat. [1]

3.7.6 Typový kalkulační vzorec

Kalkulační vzorec většiny podniků vychází z podoby takzvaného typového kalkulačního vzorce. Kalkulační vzorec byl vytvořen již na počátku 20. století a v současné době má tuto podobu, která je zobrazena v obrázku č. 1.

Číslo položky	Kalkulační položka
1.	Jednicový materiál
2.	Jednicové mzdy
3.	Ostatní jednicové náklady
4.	Výrobní (provozní) režie
–	Vlastní náklady výroby
5.	Správní režie
–	Vlastní náklady výkonu
6.	Odbytová režie
–	Úplné vlastní náklady výkonu

Obrázek 2: Typový kalkulační vzorec [1]

Typový kalkulační vzorec podává jednoduchou, ale uspokojivou představu o nákladech daných kalkulačních jednic. Podnikům kalkulační typový vzorec umožňuje vidět a řídit své přímé i nepřímé náklady. Podniky si vzorec upravují podle svých potřeb. Pokud má například podnik nízké správní nebo odbytové režijní náklady, potom podnik může tyto režie vypustit. Některé podniky s členitou výrobou jednotlivé režijní náklady nestanovuje a místo toho stanoví jednotnou režijní přírážku. [1]

4 Analýza problému a současné situace

V analytické části se zaměřím na výrobu kalového čerpadla, vyráběného ve společnosti ABC. Jméno ABC je proto, že si společnost nepřeje uvádět své jméno. Pro provedení analýzy však bude popsána společnost, kde bude popsána její organizační struktura. Dále se zaměřím na analýzu procesu výroby. Vzhledem k členitosti spektra výrobků, které společnost vyrábí a prodává se zaměřím pouze na jednoho reprezentanta výrobního programu, a to kalového čerpadla MP1.

4.1 Popis společnosti

Těžiště strojírenské výroby spočívá ve výrobě vlastních výrobků, jako jsou čerpadla a díly na výrobu čerpadel, nerezový program pro výrobu padáků a plynové hořáky pro průmyslové pece. Pro zákazníky také zajišťuje dílčí výrobní operace jako je obrábění, povrchová úprava a tepelné zpracování dle požadavků (kooperace).

Firma vyrábí především čerpadla, konkrétně vřetenová čerpadla. Vyrábí se v několika velikostech 5,5“ 4“ a 3“. Každá velikost se dělí na 3- fázová a 1- fázová čerpadla. Dále ještě v sortimentu má čerpadla pro domovní jímky odpadních vod tlakové kanalizace se systémem drcení čerpaného média. Tím se prodlužuje životnost samotného čerpadla, a navíc chrání proti zanášení a zadírání motoru pevnými částicemi. Dále vyrábí úsporná čerpadla do menších vrtů. Firma provádí kovoobrábění, montáž, dokončující operace, výrobu čerpadel, testování funkčnosti a výkonu a servis čerpadel. Všechny ostatní materiály, jako jsou odlitky, jakékoliv výrobky získané pomocí nekonvenčního obrábění (laser, vodní paprsek, elektro-erozivní obrábění atd.) hutní materiál, tepelné úpravy materiálů provádí přes kooperace, nebo nakupuje hotové díly od svých dodavatelů. Majoritní podíl na příjmu společnosti tvoří výroba a prodej čerpadel, další velký podíl na příjmu má zakázková výroba. Firma má na svou velikost poměrně široké portfolio firem, pro které vyrábí a dodává stejné výrobky na zakázku. Firma má obchodní partnery především v České republice, ale také v Polsku a na Slovensku. Podíl strojírenské výroby je cca 31 milionů a elektro-projekce je asi 9 milionů. V nedávné minulosti firma začala projevovat zájem realizovat se v odvětví kalových čerpadel. Výroba vřetenových čerpadel a přidružené výroby ale zatěžuje kapacity výroby

natolik, že je firma nucena hojně využívat kooperací s jinými firmami (z pozice zákazníka). Práce byla zpracována v malé firmě, jejíž charakter je zakázková výroba.

4.1.1 Organizační struktura

Organizační struktura je uvedena na obrázku č. 3. Přestože se jedná o malou firmu, firma vytvořila fungující konstrukční oddělení a technologické oddělení. Kromě výroby, servisu, obchodu a skladu má firma i vlastní vývoj, vlastní tvorbu technické dokumentace.

Oddělení obchodu je tvořeno třemi pracovníky. Běžnou komunikaci se zákazníky má na starost sekretářka, která zároveň má částečně na starost sklad. Vychystává zboží a objednává dopravu. To velmi urychluje celý proces balení a odesílání zboží. Za celý obchod odpovídá majitel podniku. Ten má na starosti komunikaci se zákazníky a obchodními partnery v případě, že se nejedná o běžné záležitosti. Odpovídá za komunikaci se zákazníkem, vytváření ceníků, strategií atd. Další částí obchodu je i udržování chodu E-shopu a marketing. Za tyto činnosti odpovídá externí pracovník.

4.1.1.1 Sklad

Sklad sám o sobě nemá žádné zaměstnance. Za činnost ve skladu odpovídají dva zaměstnanci. Za doplňování stavu skladových zásob odpovídá vedoucí výroby. Za příjem a evidenci hotového zboží odpovídá sekretářka.

4.1.1.2 Výroba

Ve výrobě zaměstnává firma osm zaměstnanců. Výroba se dělí na části: montáž, obrobna, svařovna. Vedoucí výroby odpovídá za organizaci pracovní činnosti ve výrobě, zároveň objednává kooperace, má na starost technologii obrábění a objednávání materiálu, který není součástí standardních objednávek. Jeden zaměstnanec má na starost obsluhu CNC soustruhu. Ostatní zaměstnanci mají jasně vymezené denní úkoly i pracoviště, na kterých obvykle pracují.

4.1.1.3 TPV

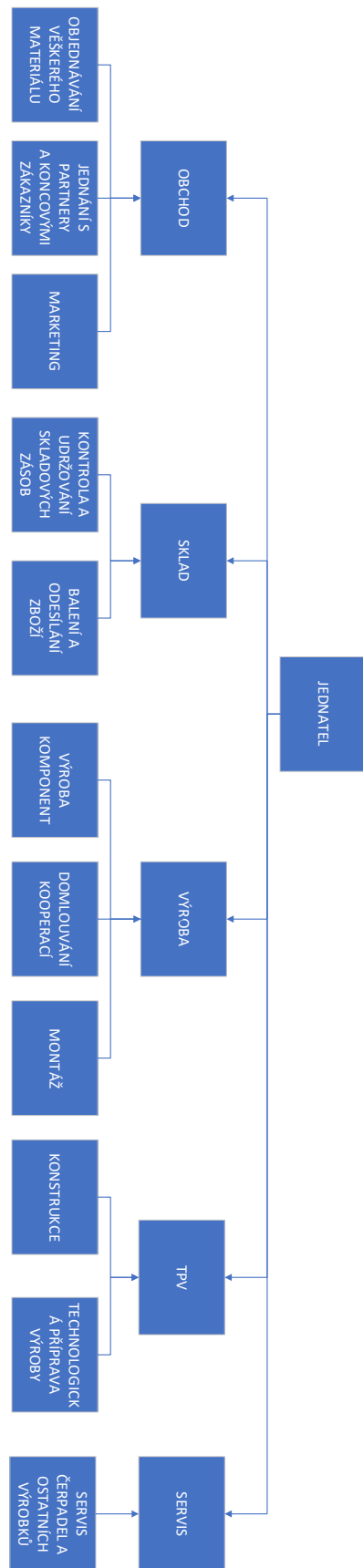
Společnost má i při své velikosti oddělení technické přípravy výroby. TPV je rozděleno na dvě části (konstrukční a technologická). Obě společně spolupracují na nových projektech a inovují současné výrobní procesy probíhající ve firmě. Konstruktor má na

starost veškerou tvorbu výkresové dokumentace. Dále má na starost revize výkresů a údržbu seznamu výkresové dokumentace. Za zajištění technologie obrábění a zajištění kooperací odpovídá vedoucí výroby.

4.1.1.4 Servis

Servis má jednoho zaměstnance. Ten odpovídá za servisní činnost. Vzhledem k tomu, že výrobky mají velmi vysokou spolehlivost, část jeho pracovní kapacity je využívána ve výrobním procesu.

Podrobný popis společnosti je na obrázku č. 3.



Obrázek 3: Organizační diagram (zdroj: vlastní zpracování)

4.2 Celkový popis průběhu zakázky

Průběh procesu zakázky je uveden na obrázku č. 4.

4.2.1 Prodej

Prodej probíhá prostřednictvím E-shopu, emailu, telefonu nebo osobní návštěvy podniku s možností vyzvednutí zboží na místě. Další možnost je koupit si produkt přes některého z partnerů společnosti ABC buďto v kamenné prodejně nebo přes E-shop. Za prodej odpovídá obchodní oddělení.

4.2.2 TPV

Pokud jde o nový typ výrobku, potom je třeba vytvořit konstrukční dokumentaci a navrhnout technologii obrábění. Konstrukční dokumentace obsahuje výkresovou dokumentaci v papírové formě. Technologická dokumentace má jako výstu technologické postupy. Technologické postupy jsou v elektronické podobě. Jsou nahrávány přímo do IS OBIS a výroba má vždy k těmto postupům přístup. Za technologickou přípravu výroby odpovídá vedoucí výroby a za konstrukční přípravu výroby konstruktér, v případě že se jedná o nové výrobky.

4.2.3 Výroba komponent

Výrobu komponent má na starost oddělení výroby. Úkony, na které nemá společnost technologie, nebo kapacity se dále předávají kooperujícím firmám. Za tyto úkony je přímo odpovědný vedoucí výroby.

4.2.4 Montáž

Montáž spadá přímo pod výrobní oddělení. Kompletují se v ní komponenty a provádí se výstupní testy funkčnosti čerpadel.

4.2.5 Výstupní kontrola

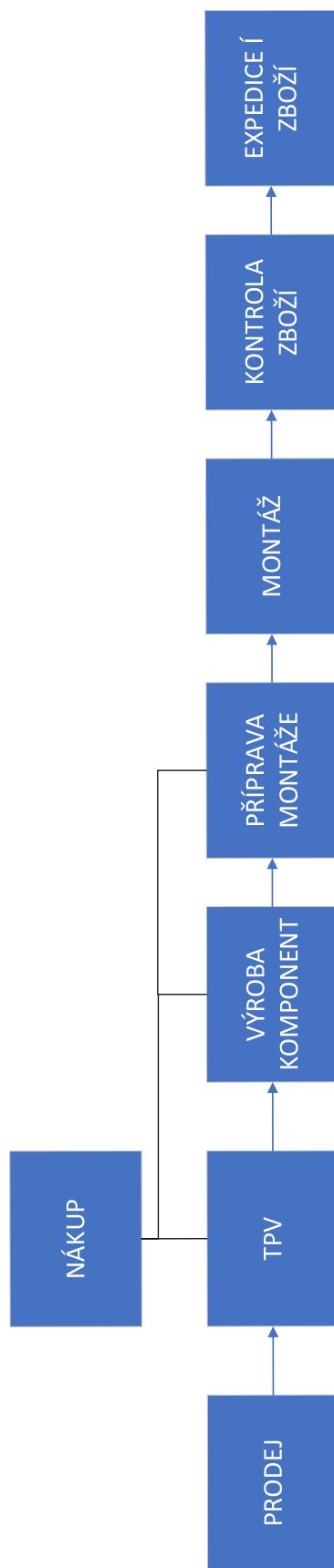
Kontrola zboží se provádí přímo na montáži ihned po smontování hotového výrobku. Kontrolu zboží má na starost montáž.

4.2.6 Expedice zboží

Expedice zboží je prováděna dvěma způsoby. Prvním způsobem je odeslání zboží dopravní společností. Druhým způsobem je dovézt zboží zákazníkovi dodávkou, kterou společnost ABC vlastní. Třetím způsobem je osobní odběr přímo v budově společnosti. Za předávání zboží odpovídá obchodní oddělení. Při převozu dodávkou se využívá jeden z pracovníků výroby.

4.2.7 Nákup

Nákup probíhá nezávisle na výrobě. Společnost pouze doplňuje svůj sklad novými polotovary, aby udržovala své skladové zásoby jak polotovarů, tak hotových výrobků. Za nákup takového charakteru odpovídá obchodní oddělení. Při výrobě nových výrobků a výrobků na zakázku, kde je třeba koupit komponentu, kterou nemá společnost skladem má odpovědnost vedoucí výroby.



Obrázek 4 Průběh zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

4.3 Detailní popis průběhu prodeje

V současné době má společnost ABC dva typy obchodních partnerů. A to obchodní společnosti a obchodní partner, jehož prostřednictvím prodává společnost výrobky přímo koncovému zákazníkovi. Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma typy je ten, že obchodní společnost si prodejní cenu určuje sama a je nucena držet si vlastní skladové zásoby. Obchodní partner není nucen držet si skladové zásoby a nemá žádné náklady spojené s logistikou a servisem. Všechny tyto úkony a náklady nese výrobce. Výrobce určuje jednotnou cenu obchodním partnerům. Proces průběhu objednávky je zobrazen v EPC diagramu hlavního procesu, který byl v rámci práce vytvořen a zobrazuje průběh zakázky. Tento diagram je v příloze č. 1.

Čas dodání je závislý na obchodní společnosti. Průměrně to ale bývají 3 dny. Pokud však nemá prodejce dostatečné skladové zásoby, pak se tento proces může protáhnout o další 1 den. Což je cca. doba, za kterou se dostane daný produkt od společnosti ABC k partnerovi, pokud je skladem.

Společnost ABC si udržuje minimální stav skladových zásob. Tato zásoba byla stanovena a je udržována dle zkušeností vedení společnosti. Minimální zásoba je stanovena jak pro hotové výrobky, tak pro polotovary a hotové komponenty připravené k montáži a pro prodej jako náhradní díly.

Informační systém OBIS je synchronizovaný s E-shopem a aktuální skladové zakázky výrobků nabízených na internetu jsou zobrazeny přímo na E-shopu. Koncový zákazník má celkem 2 možnosti, jak si může objednat výrobek přímo od společnosti ABC. E-shop, objednávka pomocí e-mailu, nebo telefonu a E-shop.

Ve chvíli, kdy je zákazníkem vytvořena objednávka na E-shopu se zobrazí jako nevyřízená zakázka v informačním systému OBIS. IS OBIS zároveň kontroluje stavy skladových zásob, a proto přesně dokáže ukázat na E-shopu množství daného zboží na skladě. Pokud jsou všechny objednané položky skladem, potom je objednávka předána přímo k sekretářce, která dané položky vyskladní, zabalí a buď objedná dopravu, nebo si zákazník přijede pro zboží osobně. Všechny položky systém OBIS automaticky odečte ze skladových zásob a ty se synchronizují s E-shopem.

Ve chvíli, kdy zákazník objedná zboží přímým kontaktem s obchodním oddělením, musí objednávku obchodní oddělení zadat ručně do IS OBIS. Průběh je potom stejný, jako u předešlé varianty.

Detailní průběh procesu od objednání až po expedici je uveden v příloze č. 1.

4.4 Detailní analýza průběhu výroby

Protože společnost ABC nemá dostatečné výrobní kapacity, aby za normálního chodu výroby byla schopna vyrábět ještě další výrobkové řady se společnost uchýlila k možnosti, využít horizontální výrobu pro celou výrobní řadu „Kalová čerpadla“ a pro všechny prováděné kroky (výroba odlitků, obrábění, lakování atd.) využívá kooperací s jinými společnostmi. Jinými slovy ve společnosti se provádí pouze montáž. Společnost využívá v současné době kooperace se společnostmi zabývajícími se výrobou odlitků, nekonvenčními technologiemi obrábění (laser, vodní paprsek, elektro-erozivní obrábění atd.) a CNC obrobny. Průběh kooperace je zobrazen v EPC diagramu v příloze č. 2. V každé kooperaci je třeba počítat s možnými zpožděními. Při externím obrábění je někdy problém nepochopení požadavků kooperující obrobny. Pokud se tak stane a obrobna se neujistí u kooperující společnosti, potom dochází k výrobě zmetků. To vede nejen k finančním ztrátám a zničení polotovarů, ale také k velké ztrátě času. Celý proces balení, objednání přepravní společnosti, samotný převoz polotovarů do obrobny, opětovné obrábění polotovarů a odeslání zpět do společnosti trvá cca 10 dní. V případě, že by nebyl dostatečný počet odlitků na skladě, potom by se celý proces prodloužil ještě o dobu výroby odlitků (cca 20 dní). Toh by mělo velmi negativní vliv na vztahy se zákazníky a firma a firmě by hrozil odliv zákazníků a ztráta pověsti. Pokud by se tento scénář opakoval častěji. Dalším problémem externího obrábění je ten, že často se na chyby z výroby přijde až při montáži, protože společnost ABC často neprovádí podrobnější vstupní kontrolu. Tím se celá tato chyba ještě může prodražit a celá doba průběhu zakázky prodloužit ještě o dobu a náklady kooperace s lakovnou. Samotný proces lakování trvá cca. 20 dní.

Ve společnosti ABC se proto stanovil minimální stav skladových zásob. Tento stav byl stanoven a je neustále upravován. Vzhledem k variabilitě výroby se soustředím pouze na výrobu kalových čerpadel. Skladové zásoby jsou pravidelně kontrolovány a doplňovány

do skladu hotových výrobků prostřednictvím požadavku na doplnění skladových zásob, které zadává obchodní oddělení.

Nejprve musí obchodní oddělení zadat příchozí objednávku ručně do IS OBIS. Tato akce trvá cca. 10 minut. IS OBIS potom automaticky zkontroluje, jestli je ve skladu dostatečný počet hotových čerpadel. Ty zarezervuje pro danou objednávku. Pokud zarezervovaná čerpadla nepokryjí celý požadavek, chybějící počet čerpadel zadá do výroby. Spolu s tím počet čerpadel čerpadel zadávaných do výroby navýší o minimální zásobu, tak aby po vyskladnění objednávky zůstala ve skladu minimální zásoba. Tato operace probíhá automaticky a doba jejího trvání je zanedbatelná. Pokud jsou všechny komponenty skladem, potom je zakázka předána přímo na montáž. Zaměstnanec montáže si nachystá příslušný počet komponent a smontuje čerpadla. Na jedno smontování čerpadla je určen čas 30 minut.

Podobně jako u hotových čerpadel je i u komponent sledován minimální stav zásob. Komponenty lze rozřadit do třech skupin, a to na odlitky, materiál, který má normu, nakupované díly (ložiska, kondenzátory, atd.). IS OBIS automaticky ověřuje stav zásob na skladu pro jednotlivé komponenty. Pokud nejsou skladem, objednání se liší dle skupiny komponent. Pokud se jedná o odlitky, potom musí výrobce objednat příslušný počet odlitků u slévárny. Doba od objednání po příchod odlitků do firmy je průměrně 20 dní, v závislosti na objemu objednávky a vytiženosti slévárny. Hned po příchodu odlitků objedná vedoucí výroby kooperaci obrábění. Odlitky jsou mezitím uskladněny. Uskladnění trvá 30 minut. Samotné trvání kooperace obrábění je 10 dní i s dopravou. Jakmile se obrobky vrátí z kooperace obrábění, vedoucí výroby objedná kooperaci komaxitování. Pro tuto kooperaci je opět vymezen čas 20 dní i s dopravou. Jakmile nalakované komponenty se vrátí zpět do společnosti, potom může začít montáž. Na tuto operaci je opět určen čas 30 minut na jedno čerpadlo.

Pokud se jedná o materiál, vedoucí výroby objedná daný objem potřebného materiálu. Doba dodání materiálu je obvykle 3 dny. Hned po přijetí materiálu objedná vedoucí výroby kooperaci obrábění. Pro kooperaci obrábění je plánován čas 3 dny. Komponenty, které mají normalizovaný polotovar se v případě kalových čerpadel nikdy nekomaxitují.

Proto se po příchodu komponent přesouvá zakázka na montáž. Montáž trvá opět 30 minut na jedno čerpadlo.

Pokud se jedná o nakupované nakupované díly, objednává je vedoucí výroby, obdobně jako materiál. Dodací lhůta dodavatelů těchto dílů nakupovaných dílů jsou průměrně 3 dny. Jakmile jsou nakupované komponenty dodány do společnosti, zakázka se přesouvá na montáž.

Celý detailní proces výroby je zobrazen v příloze č. 2.

Pokud se zaměříme na jednotlivé fáze výroby, pak lze konstatovat, že společnost provádí montáž čerpadel, která sestává z vyráběných a nakupovaných dílů. Pro výrobu komponent nakupuje odlitky, jejichž zpracování probíhá v kooperacích. Jedná se především o odlitky. Z výše uvedeného průběhu výroby vyplývá, že průběžná doba výroby čerpadla je cca x dnů. Nejdelší je výroba odlitků, cca. 20 dní. S tím souvisí i potřeba udržovat vysokou výši skladových zásob odlitku tak, aby byla společnost schopná pokrýt požadavky zákazníků a dodržet dodací lhůty.

4.5 Technická dokumentace reprezentanta výroby

Jako reprezentant bylo zvoleno čerpadlo označené MP1. Jedná se o typového reprezentanta kalových čerpadel, protože většina jeho odlitků jsou standardizované i pro výrobu další řady čerpadel. Hodí se obecně k používání do velmi těžkého provozu (odpadní vody, čerpání vody z rybníků, hasičských nádrží atd.).

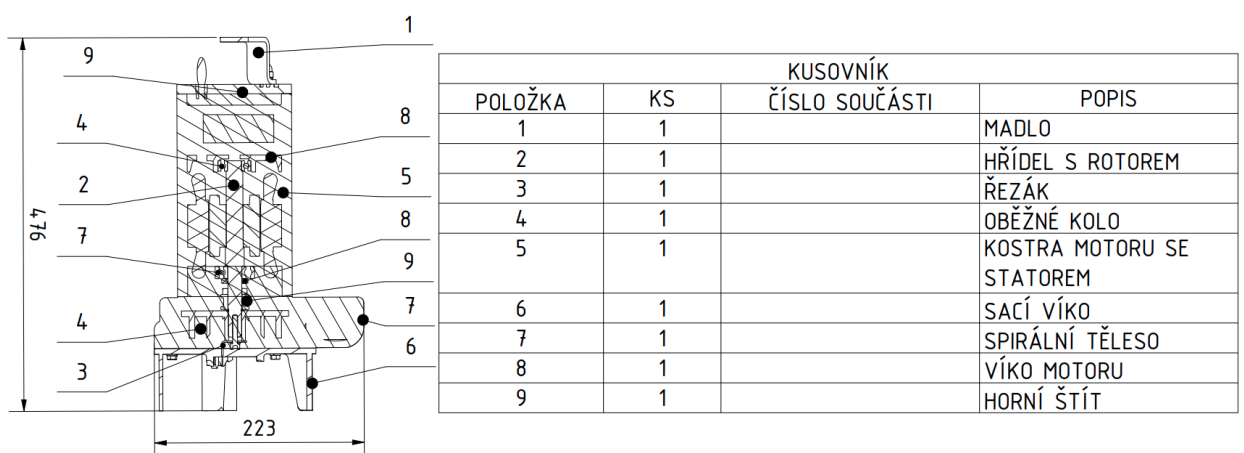
Čerpadlo MP1 má elektromotor o výkonu 0,7 kW. MP1 dosahuje objemový průtok až 3,7 l/s. Maximální dopravní výška je 10 metrů.

Čerpadlo je zobrazeno na obrázku č. 5.



Obrázek 5: Kalové čerpadlo MP1 (zdroj: vlastní zpracování)

Čerpadlo se skládá z dílů, které jsou popsány ve výkresu na obrázku č. 6. K čerpadlu patří ještě normalizované komponenty. Normalizované komponenty budu uvažovat jako celou sadu.



Obrázek 6: Výkres čerpadla MP1 s kusovníkem (zdroj: vlastní zpracování)

4.6 Postup výroby komponent

Čerpadlo se skládá z mnoha součástí. Většinu komponent společnost nakupuje už jako hotové díly a použije je až při montáži samotného čerpadla. Čerpadlo má ale hlavní komponenty vyráběné z odlitků. V rámci bakalářské práce se soustředím právě na obrábění těchto odlitků. Tyto odlitky jsou uvedeny v tabulce č. 1.

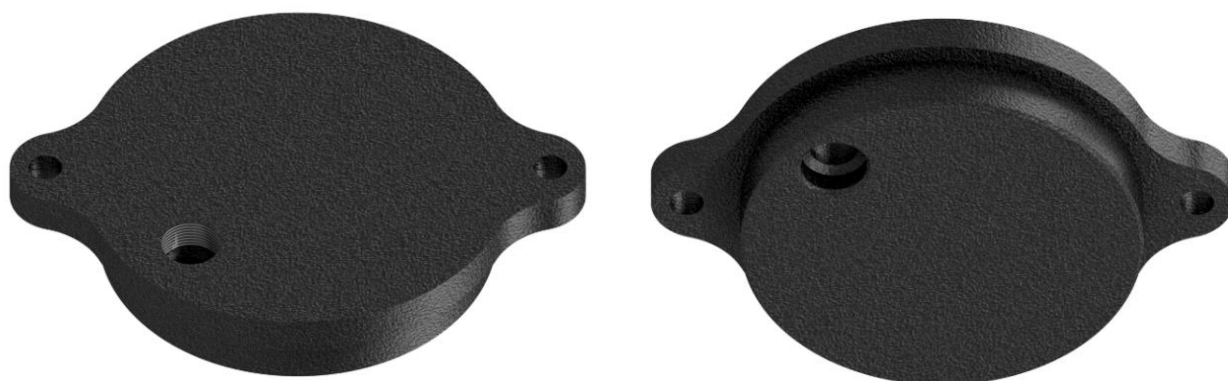
Tabulka 1: Odlitky kalového čerpadla MP1 (zdroj: vlastní zpracování)

komponenta	kooperace obrábění	kooperace komaxitování	vlastní výroba protahování	spotřeba na 1 ks
Horní štít	ano	ano	ne	1
Spirální těleso	ano	ano	ne	1
Sací víko	ano	ano	ne	1
Víko motoru	ano	ne	ne	1
Oběžné kolo	ano	ne	ano	1

Současné postupy výroby jsou uvedeny v tabulkách u jednotlivých komponent, které zahrnují jednak technologický postup, tak i kooperace. V tabulkách jsou uváděny doby čekání na uvolnění kapacit u dodavatelů. Tato doba byla stanovena odhadem majitele. Normativy pro obrábění a komaxitování v kooperaci obsahuje odhad podle vnitřní normy stanovené společností.

4.6.1 Horní štít

Horní štít je zobrazen na obrázku č. 7.



Obrázek 7: Horní štít (zdroj: vlastní zpracování)

Horní štít čerpadla je komponenta sloužící k utěsnění motoru a jeho ochraně proti čerpanému médiu z vrchní části kostry motoru. Na horním části štítu jsou po boku dvě „ouška“, která kopírují tvar madla čerpadla. Těsnění je v horním štítu zajištěno silikonovým těsněním po obvodu celého válce, který se lisuje do kostry motoru. Proti vytržení horního štítu z kostry slouží svorníky, které zároveň drží i madlo čerpadla. Nahoře jsou dva otvory se závity. Jeden z nich slouží pro napájecí kabel a druhý pro plovák.

Podrobný výrobní postup je popsán v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Flow process chart- Horní štít (zdroj: vlastní zpracování)

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace					VA/NVA
				O	⇨	□	D	▽	
									přidaná hodnota
1	Skladování	30	30					x	NVA
2	Objednání kooperace obrábění	30	0	x					ENVA
3	Transport na obrábění	60	10000		x				NVA
4	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	14270	0				x		NVA
5	Obrábění v kooperaci	7	0	x					VA
6	Transport zpět	60	10000		x				NVA
7	Skladování	30	30					x	NVA
8	Objednání kooperace komaxitování	30	0	x					ENVA
9	Transport na komaxitování	60	10000		x				NVA
10	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	28620	0				x		NVA
11	Komaxitování v kooperaci	120	0	x					VA
12	Transport zpět	60	10000		x				NVA
13	Skladování	30	30					x	NVA
		Celková vzdálenost	40090,00	4	4	0	2	3	
		Celkový čas	43407,00	39	17	0	0,5	35	
		počet operací dle druhů kroku:		4	4	0	2	2	
		celkový čas jednotlivých druhů kroku:		187	240	0	42890	90	
		celkem VA	2		celkem NVA	9		celkem ENVA	2
		VA čas	127	Minut	NVA čas	43220	Minut	ENVA čas	60
		Celková vzdálenost	40090	Minut	Celkový čas	43407	Minut	VA/C. ČAS	0,293%

4.6.2 Spirální těleso

Spirální těleso je zobrazeno na obrázku č. 8.



Obrázek 8: Spirální těleso (zdroj: vlastní zpracování)

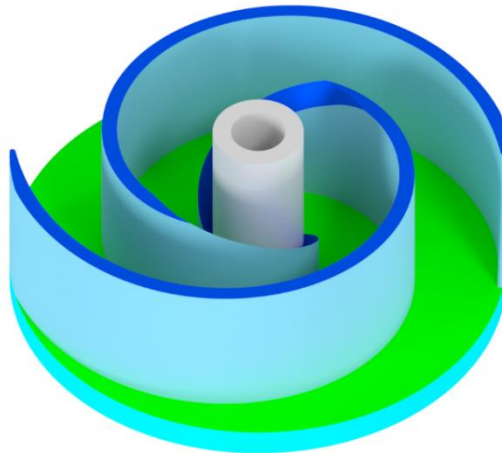
Spirální těleso je jedna z hlavních hydraulických částí kalového čerpadla. Z horní strany je největší přesně obrobený průměr, na který se nasazuje kostra motoru. Do dvou děr se závitem patří svorníky, které slouží jako pojistka proti povolení zalisování kostry motoru mezi horním štítem a spirálním tělesem čerpadla. Uprostřed je průchozí otvor, ve kterém se otáčí hřídel. Ze spodní strany je vybrání o průměru 148 mm. V něm se otáčí oběžné kolo, které je nasazené na hřídeli. Kroučící moment je přenášen přes pero. Ze spodní strany jsou 4 díry se závity, sloužící pro upevnění Sacího víka.

Celý výrobní proces zobrazuje Tabulka 1 tabulka č.3.

Tabulka 3: Flow process chart- Spirální těleso (zdroj: vlastní zpracování)

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace	Transport	Kontrola	Zpoždění	Skladování	VA/NVA	
				○	⇒	□	D	▽	přidaná hodnota	
1	Skladování	30	30					x	NVA	
2	Objednání kooperace obrábění	30	0	x					ENVA	
3	Transport na obrábění	60	10000		x				NVA	
4	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	14270	0				x		NVA	
5	Obrábění v kooperaci	8	0	x					VA	
6	Transport zpět	60	10000		x				NVA	
7	Skladování	30	30					x	NVA	
8	Objednání kooperace komaxitování	30	0	x					ENVA	
9	Transport na komaxitování	60	10000		x				NVA	
10	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	28620	0				x		NVA	
11	Komaxitování v kooperaci	120	0	x					VA	
12	Transport zpět	60	10000		x				NVA	
13	Skladování	30	30					x	NVA	
počet operací dle druhů kroku:				4	4	0	2	3		
celkový čas jednotlivých druhů kroku:				188	240	0	42890	90		
celkem VA				2	celkem NVA		9	celkem ENVA		2
VA čas				128	NVA čas		43220	ENVA čas		60
Celková vzdálenost				40090	Celkový čas		43408	VA/C. ČAS		0,295%

4.6.3 Oběžné kolo



Obrázek 9: Oběžné kolo (zdroj: vlastní zpracování)

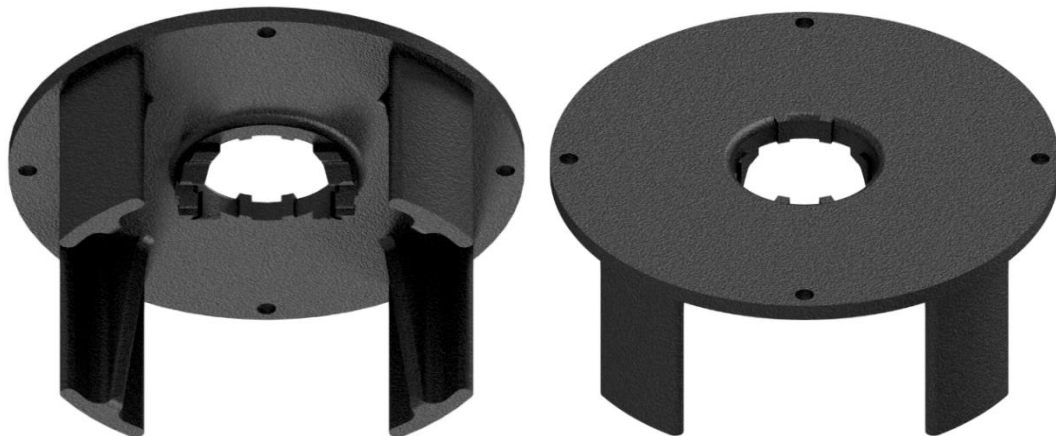
Oběžné kolo (viz. obr. č.9) je hlavní hydraulickou komponentou čerpadla. Motor čerpadla přenáší otáčky přímo na oběžné kolo přes hřídel a krouťící moment je přenášén pomocí pojistného pera. Lopatky oběžného kola při otáčení začnou vytvářet vír a nasávat vodu přes sací víko do spirálního tělesa. Zde voda rotuje a je tlačena dostředivou silou na vnější průměr spirálního tělesa. Čerpané médium následně pokračuje přes jediný otvor, kudy se může dostat ven „Výtlač sacího tělesa“.

Celý výrobní proces zobrazuje Tabulka 1 tabulka č.4.

Tabulka 4: Flow process chart- Oběžné kolo (zdroj: vlastní zpracování)

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace					VA/NVA přidaná hodnota	
				O	⇒	□	D	▽		
1	Skladování	30	30						x	NVA
2	Objednání kooperace obrábění	30	0	x						ENVA
3	Transport na obrábění	60	10000		x					NVA
4	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	14270	0				x			NVA
5	Obrábění v kooperaci	3	0	x						VA
6	Transport zpět	60	10000		x					NVA
7	Skladování	30	30						x	NVA
8	Přesun na pracoviště "Protahovačka"	3	12		x					NVA
9	Protahování drážky pro pero	2	0	x						VA
10	Skladování	10	12						x	NVA
počet operací dle druhů kroku:				3	3	0	1	3		
celkový čas jednotlivých druhů kroku:				35	123	0	14270	70		
celkem VA		2				celkem NVA	7	celkem ENVA	1	
VA čas		5		Minut		NVA čas	14463	ENVA čas	30	Minut
Celková vzdálenost		20084		Minut		Celkový čas	14498	VA/C. ČAS	0,034%	Minut

4.6.4 Sací víko



Obrázek 10: Sací víko (zdroj: vlastní zpracování)

Sací víko (viz. obr. č.10) je komponenta, která plní několik funkcí. První funkce je uzavření hydraulického prostoru ve spirálním tělese. Další funkci plní otvor uprostřed sacího víka, přes který je nasávána voda do čerpadla. Další funkce je řezání pevných částí před nasátím do čerpadla. Řezání probíhá díky další komponentě, kterou je Řezací nůž. Médium je třeba nařezat, nebo nadrtit, protože pokud by se dostaly do hydraulické části tělesa jako jsou kameny nebo větve, došlo by postupem času ke znehodnocení čerpadla, nebo by kameny mohly vylámat lopatky oběžného kola a čerpadlo by přestalo plnit svou funkci. Celý výrobní proces zobrazuje Tabulka 1 tabulka č.5.

Tabulka 5: Flow process chart- Sací víko (zdroj: vlastní zpracování)

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace					VA/NVA přidaná hodnota	
				○	⇒	□	D	▽		
1	Skladování	30	30						x	NVA
2	Objednání kooperace obrábění	30	0	x						ENVA
3	Transport na obrábění	60	10000		x					NVA
4	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	14270	0				x			NVA
5	Obrábění v kooperaci	3	0	x						VA
6	Transport zpět	60	10000		x					NVA
7	Skladování	30	30						x	NVA
8	Objednání kooperace komaxitování	30	0	x						ENVA
9	Transport na komaxitování	60	10000		x					NVA
10	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	28620	0				x			NVA
11	Komaxitování v kooperaci	120	0	x						VA
12	Transport zpět	60	10000		x					NVA
13	Skladování	30	30						x	NVA
počet operací dle druhů kroku:				4	4	0	2	3		
celkový čas jednotlivých druhů kroku:				183	240	0	42890	90		
celkem VA		2				celkem NVA	9		celkem ENVA	2
VA čas		123	Minut			NVA čas	43220	Minut	ENVA čas	60
Celková vzdálenost		40090	Minut			Celkový čas	43403	Minut	VA/C. ČAS	0,283%

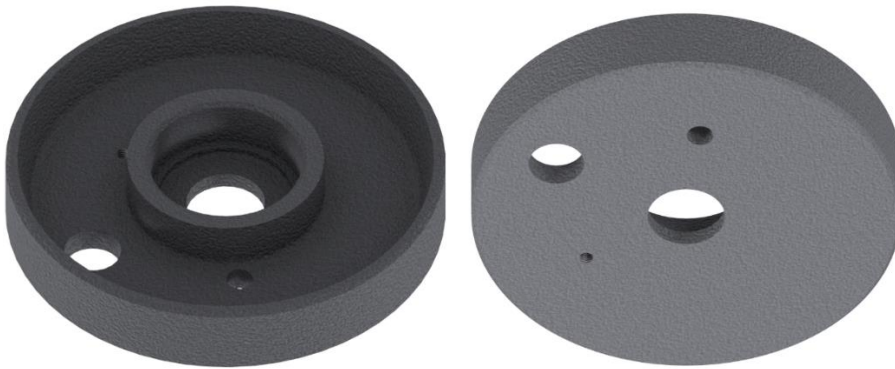
4.6.5 Svorník



Obrázek 11: Svorník (zdroj: vlastní zpracování)

Na čerpadle se nachází 2 svorníky (viz. obr. č.11). Funkce svorníků jsem popsal v popisu předchozích komponent. Nakupuje se jako hotová komponenta.

4.6.6 Víko motoru



Obrázek 12: Víko motoru (zdroj: vlastní zpracování)

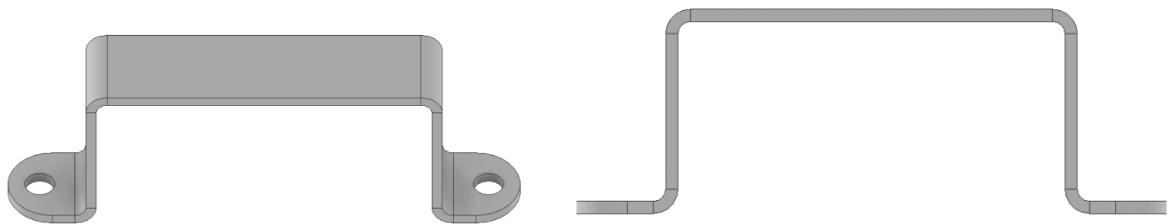
Víko motoru (viz. obr. č.12) odděluje elektronické komponenty umístěné pod horním štítem od části motoru, kde probíhá přeměna elektrické energie na mechanickou energii (stator a rotor). Dále je v něm nalisováno jedno ze dvou ložisek, které drží hřídel a všechny komponenty nasazené na ní.

Celý výrobní proces zobrazuje Tabulka 1 tabulka č.6.

Tabulka 6: Flow process chart- Víko motoru (zdroj: vlastní zpracování)

Krok	Popis aktivity	Čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace	Transport	Kontrola	Zpoždění	Skladování	VA/NVA přidaná hodnota
				○	⇒	□	D	▽	
1	Skladování	30	30					x	NVA
2	Objednání kooperace obrábění	30	0	x					ENVA
3	Transport na obrábění	60	10000		x				NVA
4	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	14270	0				x		NVA
5	Obrábění v kooperaci	10	0	x					VA
6	Transport zpět	60	10000		x				NVA
7	Skladování	30	30					x	NVA
počet operací dle druhů kroků:				2	2	0	1	2	
celkový čas jednotlivých druhů kroků:				40	120	0	14270	60	
celkem VA				1	celkem NVA	5	celkem ENVA	1	
VA čas				10	NVA čas	14450	ENVA čas	30	
Celková vzdálenost				20060	Celkový čas	14490	VA/C. ČAS	0,069%	

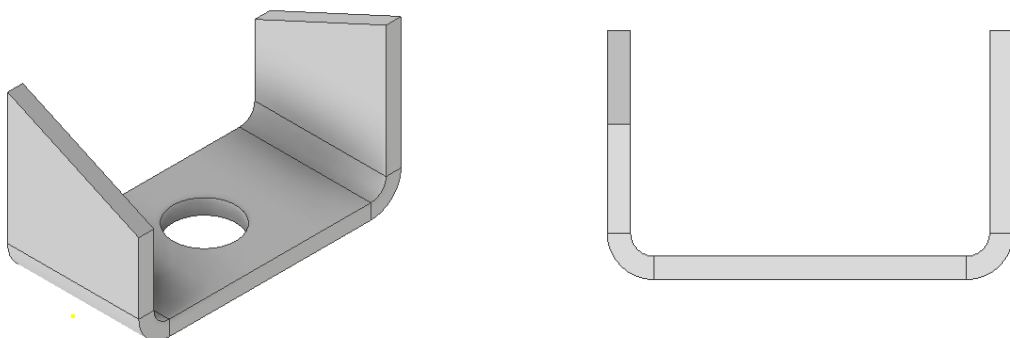
4.6.7 Madlo



Obrázek 13: Madlo (zdroj: vlastní zpracování)

Madlo (viz. obr. č.13) slouží pro přenos a manipulaci s čerpadlem. Je vyrobené z ohýbaného plechu, který se následně omílá. Je dodáváno jednou z kooperujících společností.

4.6.8 Řezák

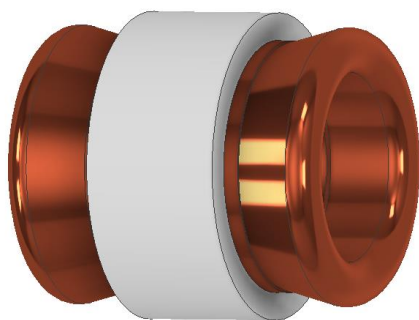


Obrázek 14: Řezák (zdroj: vlastní zpracování)

Řezák (viz. obr. č.14) je nerezový plech řezaný na laseru do finálního tvaru, který se následně ohýbá. Někdy se zkosená hrana brousí do tvaru břitu, aby měl řezák lépe řezal měkkí tělesa v čerpaném médiu.

4.6.9 Stator motoru s kostrou motoru

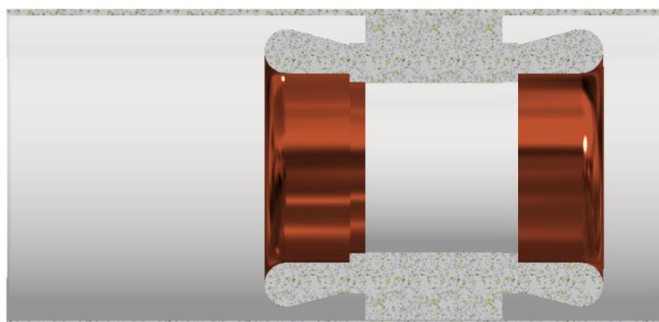
Stator motoru (viz. obr. č.15) je jedna ze dvou hlavních komponent motoru čerpadla. Je to měděné vinutí motoru ve statorovém svazku, vlisované do kostry motoru. Dále jsou po bocích statorového svazku plechové sponky, které drží celý svazek pohromadě. Přesné rozměry zajišťují přenos elektrické energie přes velmi malou vzduchovou mezeru mezi vnitřním průměrem statoru a vnějším průměrem rotoru.



Obrázek 15: Stator motoru (zdroj: vlastní zpracování)

Kostra motoru je přesně obrobená nerezová trubka. Stator motoru je třeba nalisovat dovnitř Kostry motoru do přesné hloubky. Pokud se tak nestane, nebude motor správně fungovat.

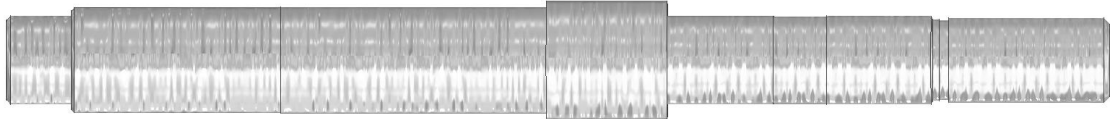
Obě tyto komponenty jsou vyráběny v kooperaci u jednoho z obchodních partnerů a jsou dodávány jako už složený celek. Vzhled finální komponenty v řezu je zobrazena NA obrázku č. 16.



Obrázek 16: Stator nalisovaný v kostře motoru (zdroj: vlastní zpracování)

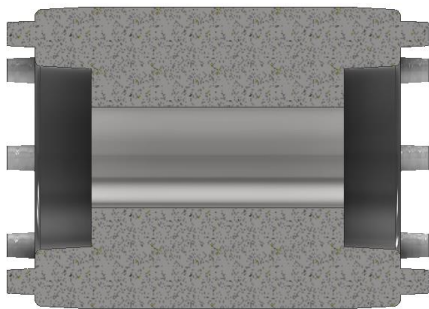
4.6.10 Hřídel s nalisovaným statorem motoru

Hřídel motoru je vyrobena z nerezové kulatiny na soustruhu. Protože jsou na hřídeli uloženy veškeré rotující komponenty čerpadla, jde o součást s velkým množstvím geometrických tolerancí a velký důraz se klade na dodržení a přesnost všech rozměrů. Vyrábí se na tři etapy. První etapou je obrobení hřídele s ponechanými přídávky na určitých průměrech. Vzhled hřídele v této fázi výroby je zobrazen na obrázku č. 17.



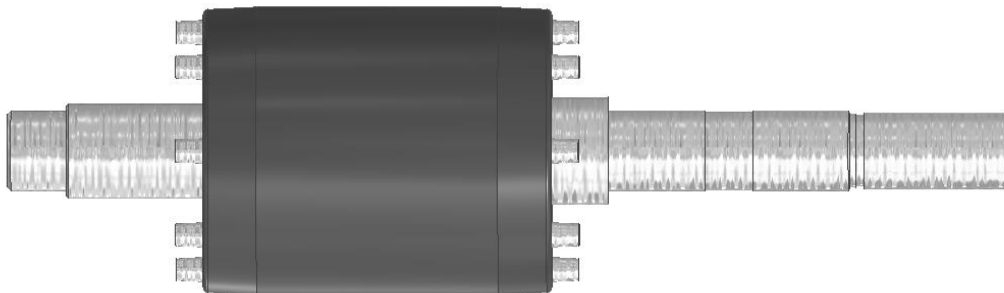
Obrázek 17: Hřídel (zdroj: vlastní zpracování)

Druhá etapa je nalisování statoru motoru (viz. obr. č.18) na hřídel. Třetí etapa je broušení průměrů na hřídeli a statoru, kde byly původně ponechány přídávky.



Obrázek 18: Stator motoru (zdroj: vlastní zpracování)

Obě tyto komponenty jsou logicky dodávány opět jako celek. Jejich finální vzhled zobrazuje obrázek č. 19.



Obrázek 19: Hřídel s nalisovaným statorem motoru (zdroj: vlastní zpracování)

4.6.11 Ostatní nakupované komponenty

Jde o komponenty jako: ložiska, gufera, šrouby, podložky, nálepky, kabel, atd.

4.7 Kalkulace nákladů kalového čerpadla

Všechny kalkulace byly počítány podle stávajícího kalkulačního vzorce společnosti. Ten zahrnuje přímé náklady, tj. materiálové, mzdové a nepřímé náklady zahrnující výrobní režii a dopravu. Pro účely kalkulace byly jednotlivé položky zkráceny.

4.7.1 Přímý materiál

Vzhledem k tomu, že společnost neprovádí na komponentách žádné úpravy se dá cena za materiál stanovit jako součet ceny odlitků a ceny všech kooperací vedoucích k finální komponentě.

Přímý materiál = celková cena všech komponent * Q

Přímý materiál = Horní štít + Spirální těleso + Oběžné kolo + Sací víko + 2x Svorník + Víko motoru + Madlo + Řezák + Stator s kostrou motoru + Hřídel s nalisovaným statorem + nakupované komponenty

Přímý materiál = 185 + 436 + 160 + 147 + 24 * 2 + 167 + 35 + 21 + 544 + 352 + 712 = 2807 Kč

Podrobně rozepsané náklady za jednotlivé složky materiálových nákladů jsou rozepsány v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Přímý materiál (zdroj: vlastní zpracování)

číslo	název součásti	cena polotovaru	cena povrchové úpravy	cena obrábění	celková cena součásti	ks
1	Horní štít	85	20	80	185	1
2	Spirální těleso	265	25	146	436	1
3	Oběžné kolo	82	0	78	160	1
4	Sací víko	95	25	27	147	1
5	Svorník	6	0	18	24	2
6	Víko motoru	42	0	125	167	1
7	Madlo	3	5	27	35	1
8	Řezák	1,5	0	19,5	21	1
9	Stator +kostra	0	0	0	544	1
10	Hřídel +stator	0	0	0	352	1
11	Nakupované k.	0	0	0	712	1
					celková cena	2807

4.7.2 Přímé mzdy

Jelikož společnost ABC funguje pouze jako montovna, tak jediné mzdové náklady jsou za montáž výrobků a skladování výrobků. Hrubou mzdu zaměstnanců budu uvažovat jednotnou pro všechny zaměstnance a to 200Kč/h.

Podrobně rozepsané náklady za jednotlivé složky osobních nákladů zaměstnanců jsou rozepsány v tabulce č. 8.

Tabulka 8: Mzdové náklady (zdroj: vlastní zpracování)

Přímé náklady		
A3 - osobní náklady		309,48
Mzdové náklady - pracovní úvazky		200,00
z toho: a) zaměstnanci - v rámci pracovního úvazku (tarif, osobní ohodnocení,...)		200,00
b) DPP a DPČ - zaměstnanci s odvodem zákonného pojištění		0,00
c) DPP - zaměstnanci bez odvodů zákonného pojištění		0,00
Odměny		0,00
"rezerva" na náhrady za dovolenou	14,00%	28,00
Zákonné odvody		78,48
z toho: a) zdravotní pojištění		9,00% 20,52
b) sociální pojištění		25,00% 57,00
c) zákonné pojištění zaměstnanců		0,42% 0,96
Sociální fond	1,50%	3,00
A4 - ostatní náklady		0,00
ostatní		0,00

Mzdovým nákladům na transport a skladování se budu věnovat v další části BP.

Montáž jednoho čerpadla trvá 30 minut.

Hrubá mzda montéra= 200 Kč/h

Náklady na hodinu práce= 309,48 Kč/h

Montérů souběžně pracujících na jednom čerpadle= 1

Celkové mzdové náklady= 157,74 Kč/h

4.7.3 Náklady na dopravu

Společnost nemá logistické oddělení. Vlastní jednu dodávku a využívá služeb externích dopravců. Obchodní partneři si také často vyzvedávají své objednávky sami přímo ve společnosti. Dodávku využívá při převozu větších nákladů (odlitky a celé série výrobků na kooperace). Dodávkou pro výrobky jezdí jeden ze zaměstnanců výroby. V rámci BP

se soustředím na dopravu odlitků ze slévárny dodávkou a na transport dodávkou na kooperaci obrábění a kooperaci komaxitování.

4.7.3.1 Interní podmínky dopravy odlitků

Ve společnosti ABC byl stanoven minimální stav skladových zásob. Tím je myšlena přesně určená minimální hranice kolik kusů od každého polotovaru musí být na skladě. Při dosažení tohoto stavu se objednávají další odlitky podle potřeby. Tento normativ byl stanoven na 100 kusů od každého odlitku a je neustále upravován. Firma vyrábí 1000 kusů čerpadel ročně, tím pádem objednává 5000 kusů různých odlitků ročně. Odlitky objednává ve frekvenci cca 3 bedny 17x ročně. Objemy objednávek jsou nekonzistentní a jsou závislé na ročním období a dalších aspektech trhu, proto se někdy může stát, že firma je nucena objednat větší množství z důvodu velké objednávky, nebo je naopak nucena vyrábět na sklad, protože má málo objednávek. Slévárna se nachází cca 70 km od firmy. Cena na jeden kilometr provozu dodávky je 16 Kč/km. Náklady na jednu cestu jsou 2240 Kč. Dodávka je schopna uvést cca 3 kovové palety.

4.7.3.2 Externí podmínky dopravy odlitků

Protože si slévárna účtuje nominální poplatek za kg materiálu, firma není nucena a nemůže využívat množstevní slevy. Poplatky firmy jsou proto především vstupní poplatky za modelová zařízení (Uvažujeme, že tyto náklady už firma vynaložila a nebudeme s nimi počítat.) a poplatky za dobu výroby, které se nemění a jsou zahrnuty do ceny za kilogram odlitého materiálu. Dalšími náklady je doba přenastavení pracoviště na nový typ odlitku. Přenastavit formu trvá cca 30 minut. Výrobce si účtuje za hodinu práce cca 500 korun, což vychází na 250 Kč za každou změnu typu odlitku. Pokud je jedna série výroby odlitků delší, potom se náklady rozpočítají do více výrobků a doba přenastavení se neprojeví tak markantně v nákladech. Pokud se ale pohybujeme nad stovkami kusů v jedné objednávce, potom navýšení přinese jen minimální úsporu. Tyto náklady započítává výrobce do režijních nákladů. Minimální odběr není stanoven, ale ABC se snaží maximálně šetřit, a proto se snaží naplnit kapacitu auta. To je 300 kusů odlitků. Další externí podmínkou je objem objednávek, který určuje kolik odlitků se bude doplňovat na sklad.

4.7.3.3 Celková kalkulace nákladů zásobování odlitky

V jedné dodávce může být převáženo 300 kusů odlitků.

Náklady za dopravu (dodávku) = $70 \cdot 16 \cdot 2 = 2240$ Kč

Doba dopravy odlitků do firmy = 4 h

Mzdové náklady za dopravu = $4 \cdot 309,48 = 1237,92$ Kč

Celkové náklady za jednu cestu = $2240 + 1237,92 = 3477,92$ Kč

Celkové náklady za dopravu/ks = $3477,92 / 300 = 11,59$ Kč

Mzda = 309,48 Kč/h

Doba naskladnění = 30 minut

Náklady na naskladnění = 154,74 Kč za bednu

Náklady na naskladnění/ks = $154,74 / 300 = 0,5158$ Kč

4.7.3.4 Interní podmínky dopravy na kooperaci obrábění

Firma vyrábí 1000 ks čerpadel ročně, tím pádem objednává kooperaci obrábění pro 5000 kusů různých odlitků ročně. Společnost se snaží navázat začátek kooperace na datum příchodu odlitků. Obrobna se nachází cca 10 km od firmy. Cena na jeden kilometr provozu dodávky je 16 Kč/km. Náklady na jednu cestu jsou 320 Kč. Dodávka je schopna uvést cca 3 kovové palety.

4.7.3.5 Externí podmínky dopravy na kooperaci obrábění

Protože si obrobna účtuje nominální cenu za minutu vytížení stroje, firma není nucena a nemůže využívat množstevní slevy. Cena za obrábění jsou poplatky za dobu výroby, která se liší pro každý druh výrobku. Dalšími náklady je doba přenastavení stroje na nový typ obrobku. Přenastavit stroj trvá cca 30 minut včetně výměny nástrojů atd. Výrobce si účtuje za hodinu práce 600 korun, což vychází na 300 Kč za každou změnu typu odlitku. Pokud je jedna série obrábění delší, potom se náklady rozpočítají do více výrobků a doba přenastavení se neprojeví tak markantně v nákladech. Pokud se ale pohybujeme nad stovkami kusů v jedné sérii, potom navýšení přinese jen minimální úsporu. Tyto náklady

započítává výrobce do režijních nákladů. Minimální odběr není stanoven, ale ABC se snaží maximálně šetřit, a proto se snaží naplnit kapacitu auta. To je 300 kusů odlitků.

Další externí podmínkou je objem přichozích odlitků, který je udává, kolik odlitků je třeba obrobit.

4.7.3.6 Celková kalkulace nákladů dopravy na kooperaci obrábění

V jedné dodávce může být převáženo 300 kusů odlitků.

Náklady za dopravu (automobil) = $10 \cdot 16 \cdot 2 = 320$ Kč

Doba dopravy = 2x 1 h

Mzdové náklady za dopravu = $2 \cdot 309,48 = 618,96$ Kč

Celkové náklady za jednu cestu = $320 + 618,96 = 938,96$ Kč

Celkové náklady za dopravu/ks = $938,96 / 300 = 3,13$ Kč

Mzda = 309,48 Kč/h

Doba naskladnění = 30 minut

Náklady na naskladnění = 154,74 Kč za bednu

Náklady na naskladnění/ks = $154,74 / 300 = 0,5158$ Kč

4.7.3.7 Interní podmínky dopravy na kooperaci komaxitování

Firma vyrábí 1000 kusů čerpadel ročně. Komaxitování je třeba použít pouze na 3 komponenty. Firma tím pádem objednává kooperace komaxitování pro 3000 kusů různých odlitků ročně v rámci výroby kalových čerpadel. Společnost se snaží navázat začátek kooperace na datum příchodu obrobků z obrobny. Lakovna se nachází cca 10 km od firmy. Cena na jeden kilometr provozu dodávky je 16 Kč/km. Náklady na jednu cestu jsou 320 Kč. Dodávka je schopna uvést cca 3 kovové palety.

4.7.3.8 Externí podmínky dopravy na kooperaci komaxitování

Protože si lakovna účtuje nominální cenu za minutu vytížení stroje, firma není nucena a nemůže využívat množstevní slevy. Cena za obrábění jsou poplatky za dobu výroby, která se liší pro každý druh výrobku. Minimální odběr není stanoven, ale ABC se snaží maximálně šetřit, a proto se snaží naplnit kapacitu auta. To je 300 kusů obrobků.

4.7.3.9 Celková kalkulace nákladů dopravy na kooperaci komaxitování

V jedné dodávce může být převáženo 300 kusů odlitků.

Náklady za dopravu (automobil) = $10 \cdot 16 \cdot 2 = 320$ Kč

Doba dopravy = 2×1 h

Mzdové náklady za dopravu = $2 \cdot 309,48 = 618,96$ Kč

Celkové náklady za jednu cestu = $320 + 618,96 = 938,96$ Kč

Celkové náklady za dopravu/ks = $938,96 / 300 = 3,13$ Kč

Mzda = 309,48 Kč/h

Doba naskladnění = 30 minut

Náklady na naskladnění = 154,74 Kč za bednu

Náklady na naskladnění/ks = $154,74 / 300 = 0,5158$ Kč

4.7.4 Celkové náklady na dopravu

Celková cena dopravy pro jeden kus čerpadla se počítá jako součet nákladů na skladování výrobků a náklady na dopravu na danou kooperaci. Všechny výrobky procházejí jednotlivými fázemi výroby. Poslední úpravou je lakování obrobků. Tato operace se provádí jen u třech z pěti odlitků.

Podrobně rozepsané náklady na dopravu jsou uvedeny v Tabulka 9: Celkové náklady dopravy odlitků tabulce č. 9.

Tabulka 9: Celkové náklady dopravy odlitků (zdroj: vlastní zpracování)

komponenta	kooperace obrábění	kooperace komaxitování	vlastní výroba protahování	spotřeba na 1 ks	cena dopravy celkem
Horní štít	ano	ano	ne	1	19,4774
Spirální těleso	ano	ano	ne	1	19,4774
Sací víko	ano	ano	ne	1	19,4774
Víko motoru	ano	ne	ne	1	15,5616
Oběžné kolo	ano	ne	ano	1	15,5616
				Celková cena dopravy=	89,5554 Kč/ks
cena dopravy					
slévárna	obrobna	lakovna			
11,13	3,14	3,14			

Celkové náklady na dopravu odlitků jsou 89,554 Kč za jedno čerpadlo.

4.7.5 Režijní náklady

Režijní náklady počítá výrobce jako 20 % z celkových přímých nákladů na výrobek. Je v ní započítané opotřebení strojů a nástrojů, spotřeba energií v celé budově, atd.

4.7.6 Celkové náklady

Celkové přímé náklady= přímý materiál+ přímé mzdy + náklady za transport

Celkové přímé náklady= 2807+157,74 +89,5554 = 3054,2954+ 3054,2954*0,2=
3054,2954 + 610,859= 3665,1544

Úplné vlastní náklady= Celkové přímé náklady + režijní náklady

Úplné vlastní náklady=3054,2954+ 3054,2954*0,2= 3054,2954 + 610,859= 3665,1544

Úplné vlastní náklady = 3665,1544 Kč

4.7.7 Zisk

Zisk požadovaný výrobcem je 20 %.

Zisk= Úplné vlastní náklady * požadovaný zisk

Zisk= 3665,1544 *0,2= 733 Kč

4.7.8 Cena

Cena= Úplné vlastní náklady + zisk

Cena= 3665,1544 + 733

Cena= 4398,15 Kč

5 Shrnutí analytické části

Z analýzy průběhu výroby vyplynulo, že průběžná doba výroby čerpadel je dlouhá. Hlavním důvodem je to, že výroba komponent z odlitků probíhá v kooperacích. To má za důsledek potřebu nastavení vysokého stavu skladových zásob. Ačkoliv má sklad pouze zanedbatelné náklady, hlavní cenou za velký normativ je vysoká vázanost kapitálu právě na skladových zásobách a nedokončené výrobě. Cena celé investice do odlitků je navíc s každou další provedenou kooperací vyšší a vyšší. Vzhledem k tomu, že společnost nezískává informace o stavu zakázek od svých dodavatelů, je velmi obtížné plánovat výrobu.

Společnost má sama o sobě velmi pružnou výrobu s velkou variabilitou obráběcích technologií. Společnost platí poměrně vysoké náklady za dopravu na kooperace a zpět. Průměrná doba provedení kooperací je dalším problémem tohoto systému výroby. Doba dodávek odlitků od objednání do příjmu odlitků ve společnosti je průměrně 20 dní. Průměrná průběžná doba zpracování v kooperacích je pro obrábění odlitků kalového čerpadla 10 dnů, pro komaxitování 20 dnů.

6 Návrhová část

Návrh je zaměřen na zkrácení průběžné doby výroby odlitků a z toho vyplývající snížení stavu zásob. Řešení zahrnuje odstranění velkých časových ztrát, které vznikají v kooperaci. Řešení se soustřeďuje přesun části výroby odlitků do společnosti, návrh pracovišť a organizace výroby. Součástí řešení je kalkulace čerpadla v nově navrženém systému řízení výroby.

6.1 Objem výroby

Kalové čerpadlo MP1 bylo vyvinuto jako nový výrobek a jeho výroba probíhá pomocí kooperací, jak bylo uvedeno v analytické části. Výrobce plánuje zvýšit objem výroby na 3000 ks/rok. Ostatní výroba zůstane beze změn.

6.2 Návrh přesunu výroby do společnosti

Jak vyplynulo z kapitoly v analytické části, největší objem času nepřidávající hodnotu tvoří ve výrobě odlitků kooperace, a to jak transport, tak zejména čekání na uvolnění výrobních kapacit dodavatele. V kooperaci jsou využity dvě technologie- obrábění a komaxitování pro některé z odlitků čerpadla. Při uplatnění principu Make or buy bylo posuzováno jaké technologie lze přesunout z kooperace do společnosti. Po zvážení a diskuzi s vedením společnosti bylo zamítnuto pořízení technologie pro komaxitování z důvodů nedostačujícího výkonu elektrické sítě uvnitř společnosti. Proto bylo přistoupeno pouze k přesunu obrábění z kooperace do společnosti.

6.3 Návrh nových postupů výroby odlitků

Pro odlitky analyzované v kapitole 4.6 Postup výroby komponent byly vytvořeny normativy pro obrábění ve společnosti. Tabulky pro stávající stav s využitím kooperace byly upraveny pro navržené normativy pro obrábění ve společnosti a byly znovu vyhodnoceny časy VA a NVA.

6.3.1 Horní štít

Horní štít je třeba obrábět oboustranně, proto bude obráběn na soustruhu JOHNFORD. Po přejímce odlitků ze slévárny ve firmě je výrobek uskladněn. Čas kontroly je 30 minut a čas uskladnění rovněž 30 minut. Jakmile přijde požadavek na navýšení skladových zásob, jsou odlitky přesunuty ze skladu ke stroji. Tento přesun trvá cca. 5 minut. Následně je odlitek upnut a obroben. Čas upínání je 0,5 minuty a čas obrábění 7 minut. Následuje kontrola rozměrů a následné uskladnění, kde polotovar čeká na odeslání na komaxitování. Kontrola trvá 2 minuty a uskladnění 5 minut. Další postup výroby je shodný s postupem popsáním v analytické části. Celý postup výroby zobrazuje obrázek č. 20 .

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdáleno st (metr)	Operace					VA/NVA přidaná hodnota	
				○	⇒	□	D	▽		
1	Přejímka+náhodná kontrola	30	30							ENVA
2	Skladování	30	30							NVA
3	Přesun k CNC soustruhu	5	20							NVA
4	Upnutí polotovaru	0,5	0	x						ENVA
5	Obrobení polotovaru	7	0	x						VA
6	Kontrola rozměrů	2	0							ENVA
7	Skladování	5	20							NVA
8	Objednání kooperace komaxitování	30	0	x						ENVA
9	Transport na komaxitování	60	10000							NVA
10	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	28800	0							NVA
11	Komaxitování v kooperaci	120	0	x						VA
12	Transport zpět	60	10000							NVA
13	Skladování	10	30							NVA
počet operací dle druhů kroku:				4	3	2	1	3		
celkový čas jednotlivých druhů kroku:				155	62	60,5	10	28807		
celkem VA				2	celkem NVA	7	celkem ENVA	4		
VA čas				127	NVA čas	28970	ENVA čas	62,5	Minut	
Celková vzdálenost				20130	Celkový čas	29160	VA/C. ČAS	0,436%	Minut	

Obrázek 20: Flow process chart- Horní štít (zdroj: vlastní zpracování)

6.3.2 Spirální těleso

Spirální těleso je třeba obrábět oboustranně, proto bude obráběno na soustruhu JOHNFORD.

Po přejímce odlitků ze slévárny ve firmě je výrobek uskladněn. Čas kontroly je 30 minut a čas uskladnění rovněž 30 minut. Jakmile přijde požadavek na navýšení skladových zásob, jsou odlitky přesunuty ze skladu ke stroji. Tento přesun trvá cca. 5 minut. Následně je odlitek upnut a obroben. Čas upínání je 0,5 minuty a čas obrábění 8 minut. Následuje kontrola rozměrů a následné uskladnění, kde polotovar čeká na odeslání na komaxitování.

Kontrola trvá 2 minuty a uskladnění 5 minut. Další postup výroby je shodný s postupem popsaným v analytické části. Celý postup výroby zobrazuje obrázek č. 21.

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace					VA/NVA
				○	⇒	□	D	▽	
									přidaná hodnota
1	Přejímka+náhodná kontrola	30	30			x			ENVA
2	Skladování	30	30					x	NVA
3	Přesun k CNC soustruhu	5	20		x				NVA
4	Upnutí polotovaru	0,5	0	x					ENVA
5	Obrobení polotovaru	8	0	x					VA
6	Náhodná kontrola rozměrů	2	0			x			ENVA
7	Skladování	5	20					x	NVA
8	Objednání kooperace komaxitování	30	0	x					ENVA
9	Transport na komaxitování	60	10000		x				NVA
10	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	28545	0				x		NVA
11	Komaxitování v kooperaci	120	0	x					VA
12	Transport zpět	60	10000		x				NVA
13	Skladování	10	30					x	NVA
počet operací dle druhů kroku:				4	3	2	1	3	
celkový čas jednotlivých druhů kroku:				159	125	32	28545	45	
celkem VA				2					celkem ENVA 4
VA čas				128					ENVA čas 62,5
Celková vzdálenost				20130					VA/C. ČAS 0,443%
				Minut	celkem NVA 7		Minut	Minut	Minut
					NVA čas 28715				
				Minut	Celkový čas 28906		Minut		

Obrázek 21: Flow process chart- Spirální těleso (zdroj: vlastní zpracování)

6.3.3 Oběžné kolo

Oběžné kolo je třeba obrábět jednostranně, proto bude obráběno na soustruhu Doosan. Po přejímce odlitků ze slévárny ve firmě je výrobek uskladněn. Čas kontroly je 30 minut a čas uskladnění rovněž 30 minut. Jakmile přijde požadavek na navýšení skladových zásob, jsou odlitky přesunuty ze skladu ke stroji. Tento přesun trvá cca. 5 minut. Následně je odlitek upnut a obroben. Čas upínání je 0,5 minuty a čas obrábění 3 minuty. Následuje kontrola rozměrů. Kontrola trvá průměrně 2 minuty. Dále je výrobek přesunut na pracoviště protahovačka. Přesun trvá 5 minut. Oběžné kolo se upne do protahovačky a v náboji ve sřebnu kola se protáhne drážka protahovacím trnem. Celý proces protahování trvá 2 minuty. Celý postup výroby zobrazuje obrázek č. 22.

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace	Transport	Kontrola	Zpoždění	Skladování	VA/NVA
				○	⇒	□	D	▽	přidaná hodnota
1	Přejímka+náhodná kontrola	30	30			x			ENVA
2	Skladování	30	30					x	NVA
3	Přesun k CNC soustruhu	5	20		x				NVA
4	Upnutí polotovaru	0,5	0	x					ENVA
5	Obrobení polotovaru	3	0	x					VA
6	Náhodná kontrola rozměrů	2	0			x			ENVA
7	Přesun na pracoviště protahovačka	5	15		x				NVA
8	Protahování drážky pro pero	2	0	x					ENVA
9	Skladování	10	12					x	NVA
počet operací dle druhů kroku:				3	2	2	0	2	
celkový čas jednotlivých druhů kroku:				5,5	10	32	0	40	
celkem VA				1		celkem NVA	4	celkem ENVA	4
VA čas				3	Minut	NVA čas	50	ENVA čas	34,5
Celková vzdálenost				107	Minut	Celkový čas	88	VA/C. ČAS	3,429%

Obrázek 22: Flow process chart- Oběžné kolo (zdroj: vlastní zpracování)

6.3.4 Sací víko

Sací víko je třeba obrábět jednostranně, proto bude obráběno na soustruhu Doosan. Po přejímce odlitků ze slévárny ve firmě je výrobek uskladněn. Čas kontroly je 30 minut a čas uskladnění rovněž 30 minut. Jakmile přijde požadavek na navýšení skladových zásob, jsou odlitky přesunuty ze skladu ke stroji. Tento přesun trvá cca. 5 minut. Následně je odlitek upnut a obroben. Čas upínání je 0,5 minuty a čas obrábění 3 minuty. Následuje kontrola rozměrů a následné uskladnění, kde polotovar čeká na odeslání na komaxitování. Kontrola trvá 2 minuty a uskladnění 5 minut. Další postup výroby je shodný s postupem popsaným v analytické části.

Celý postup výroby zobrazuje obrázek č. 23.

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace					VA/NVA
				O	⇒	□	D	▽	
1	Přejímka+náhodná kontrola	30	30			x			ENVA
2	Skladování	30	30					x	NVA
3	Přesun k CNC soustruhu	5	20		x				NVA
4	Upnutí polotovaru	0,5	0	x					ENVA
5	Obrobení polotovaru	3	0	x					VA
6	Náhodná kontrola rozměrů	2	0			x			ENVA
7	Skladování	5	20					x	NVA
8	Objednání kooperace komaxitování	30	0	x					ENVA
9	Transport na komaxitování	60	10000		x				NVA
10	Čekání na uvolnění výrobních kapacit	28545	0				x		NVA
11	Komaxitování v kooperaci	120	0	x					VA
12	Transport zpět	60	10000		x				NVA
13	Skladování	10	30					x	NVA
počet operací dle druhů kroku:		4	3	2	1	3			
celkový čas jednotlivých druhů kroku:		154	125	32	28545	45			
celkem VA		2		celkem NVA	7	celkem ENVA	4		
VA čas		123	Minut	NVA čas	28715	Minut	ENVA čas	62,5	Minut
Celková vzdálenost		20130	Minut	Celkový čas	28901	Minut	VA/C. ČAS	0,426%	Minut

Obrázek 23: Flow process chart- Sací víko (zdroj: vlastní zpracování)

6.3.5 Víko motoru

Víko motoru je třeba obrábět oboustranně, proto bude obráběno na soustruhu JOHNFORD.

Po přejímce odlitků ze slévárny ve firmě je výrobek uskladněn. Čas kontroly je 30 minut a čas uskladnění rovněž 30 minut. Jakmile přijde požadavek na navýšení skladových zásob, jsou odlitky přesunuty ze skladu ke stroji. Tento přesun trvá cca. 5 minut. Následně je odlitek upnut a obroben. Čas upínání je 0,5 minuty a čas obrábění 8 minut. Následuje kontrola rozměrů a následné uskladnění, kde polotovar čeká na odeslání na komaxitování. Kontrola trvá 2 minuty a uskladnění 5 minut. Další postup výroby je shodný s postupem popsaným v analytické části.

Celý postup výroby zobrazuje obrázek č. 24.

Krok	Popis aktivity	čas (minuta)	vzdálenost (metr)	Operace					VA/NVA
				○	⇒	□	D	▽	
1	Přejímka+náhodná kontrola	30	30			x			ENVA
2	Skladování	30	30					x	NVA
3	Přesun k CNC soustruhu	5	20		x				NVA
4	Upnutí polotovaru	0,5	0	x					ENVA
5	Obrobení polotovaru	10	0	x					VA
6	Náhodná kontrola rozměrů	2	0			x			ENVA
9	Skladování	10	12					x	NVA
počet operací dle druhů kroků:				2	1	2	0	2	
celkový čas jednotlivých druhů kroků:				10,5	5	32	0	40	
celkem VA		1				3		3	
VA čas		10		Minut		celkem NVA	3		
Celková vzdálenost		92		Minut		NVA čas	45	Minut	ENVA čas
						Celkový čas	88	Minut	VA/C. ČAS
									11,429%

Obrázek 24: Flow process chart- Víko motoru (zdroj: vlastní zpracování)

6.4 Výrobní kapacity pracovišť

Podnik pracuje v jednosměnném provozu v pětidenním pracovním týdnu. Délka směny je 8 h. Pracoviště s plným vytížením výrobních kapacit je montážní pracoviště, CNC soustruh, CNC kotoučová pila a svařovna. Ostatní pracoviště se využívá podle potřeby. Vzhledem k tomu, že kalová čerpadla mají naprosto odlišné potřebné nástroje pro montáž, bylo pro montáž kalových čerpadel vytvořeno nové pracoviště. Pokud se při přesunu části výroby z kooperace do společnosti, způsobí to vyšší vytíženost výrobních kapacit pracovišť.

Maximální roční výrobní kapacita pracovišť = počet pracovních dnů * pracovní dny * čas směny * počet měsíců v kalendářním roce

Maximální roční výrobní kapacita pracovišť = 5 * 4 * 8 * 12 = 1920 hodin pro každé pracoviště

CNC soustruh se uklízí jednou týdně a to až po pracovní době, protože je soustruh opatřen pásovým dopravníkem pod pracovním prostorem, který odvádí třísky do kontejneru na kovový odpad vedle soustruhu. Ostatní nečistoty obsluha soustruhu většinou odstraní pomocí ofukovací pistole na stlačený vzduch napojenou na pneumatický okruh uvnitř výrobního sektoru společnosti při výměně obrobené komponenty za neobrobenou. Musí

si totiž dát pozor, aby nezůstala tříška ve sklícidlech soustruhu. Samotný úklid probíhá až po pracovní době.

6.4.1 Časový efektivní fond

Obsluha stroje je velmi dobře zaškolená a umí pracovat se strojem na vysoké úrovni. Stroj je téměř bezporuchový a poruchy na něm vznikají většinou kvůli chybě ze strany obsluhy. Proto všechny operace výměny nástrojů atd. probíhají velmi rychle. Koeficient „Z“ proto volím na nejvyšší možné hranici (0,95).

Týdenní časový efektivní fond

$$F_{ef} = d \cdot h \cdot \sigma \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right)$$

$$F_{ef} = 5 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{0,95}{100}\right)$$

$$F_{ef} = 39,62 \text{ hodin}$$

$$\text{Měsíční časový efektivní fond} = 39,62 \cdot 4 = 158,48 \text{ hodin}$$

$$\text{Roční časový efektivní fond} = 158,48 \cdot 12 = 1901,76 \text{ hodin}$$

Tento časový fond je ale již plně zatížen současným výrobním procesem probíhajícím ve společnosti.

6.4.2 Potřebný časový fond

V současné době se ve společnosti dané výrobky neobrábí. Proto všechny výrobky, které je firma schopna obrábět jsou v následující tabulce včetně strojních časů. Strojní časy jsem získal přímo z firmy a byly získány při zkoušce obrábění součástí. Všechny komponenty budou obráběné na CNC soustruhu a ostatní pracoviště (kromě montáže) nebudou vytěžovat. Strojní časy jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tabulka 10: Strojní časy obrábění odlitků (zdroj: vlastní zpracování)

Název komponenty	Ta	Tb	T celkem	Pracoviště
Horní štít	7	0,5	7,5	CNC soustruh
Spirální těleso	8	0,5	8,5	CNC soustruh
Oběžné kolo	3	0,5	4,5	CNC soustruh
Sací víko	3	0,5	3,5	CNC soustruh
Víko motoru	10	0,5	10,5	CNC soustruh

Celkový strojní čas výroby komponent pro jedno kalové čerpadlo dostanu sečtením celkových strojních časů všech komponent.

Celkový strojní čas = $7,5 + 8,5 + 3,5 + 3,5 + 10,5 = 33,5$ minut = 0,558 hodin

Výrobce plánuje vyrábět 3000 kusů těchto čerpadel ročně.

Celková potřebná kapacita pracoviště CNC soustruhu = $34,5 * 3000 = 103\,500$ minut

103 500 minut = 1725 hodin

Na takový objem nemá společnost dostatečné výrobní kapacity, jelikož současné vytížení soustruhu je stoprocentní. V současné době společnost ABC navíc platí za kooperace technologie soustružení 1 090 800 Kč. Při ceně 600 Kč za hodinu obrábění to činí 1818 hodin za rok.

Chybějící roční kapacita CNC soustruhu je tedy 3543 hodin.

6.5 Návrh na zvýšení kapacity

Výše zmíněná skutečnost znamená pro společnost nutnost buďto zvýšit své výrobní kapacity nebo skoro zdvojnásobit objem kooperovaných výrobků v externích obrobkách. V současné době využívá k obrábění všech rotačních komponent soustruh, kterému se budu věnovat v následující kapitole.

6.5.1 CNC obrábění centrum JOHNFORD SL-50-2S s proti-vřetenem a automatickým podavačem

Soustruh je zobrazen na obrázku č. 25. V současné době se využívá 1 CNC soustruh, který pracuje v jednosměnném provozu. Je obsluhován jedním pracovníkem, který zároveň provádí seřízení. Na soustruhu se vyrábí i ostatní výrobky a v současné době je vytížen na 100 %. Nejvytíženějším pracovištěm a slabým místem ve firmě je CNC soustruh. CNC soustruh navíc plně zaměstnává jednoho pracovníka. Vzhledem k velikosti součástí a faktu, že se dají do stroje upínat pouze po jednom má za důsledek malé časy čekání obsluhy CNC soustruhu mezi začátkem obrábění a jeho koncem. Proto tento pracovník nemůže současně vykonávat jinou činnost a osobní náklady jsou proto velmi vysoké. Ve společnosti se obrábí i polotovary, které umožní automatizovaný chod stroje, protože vkládání polotovaru do stroje neprovádí obsluha, ale automatický podavač. Tato technologie lze ale použít pouze u polotovarů s kruhovým průřezem a větší délkou.

Svorník by byl takovým typickým polotovarem, pro který by šla tato technologie použít, protože polotovarem je tyč o průměru 7 mm a délce 2 m. Bohužel závity svorníku nejsou řezány, ale válcovány a tuto technologii soustruh nepodporuje a společnost nevlastní stroj, který ano.



Obrázek 25: JOHNFORD SL-50-2S [7]

6.5.1.1 Parametry stroje

Cena: 3 500 000 Kč

Rozměry stroje: 3933x1670x1750 mm

Váha stroje: 5000 kg

Výkon pohonů X/Z: 1,6/1,6 kW

Pojezd os X/Y/Z: 250/+40/500

Oběžný průměr nad ložem: 580 mm

Počet nástrojů v revolverové hlavě: 12

Počet vřeten: 2

Maximální průchodnost vřetena: Ø280 mm

Maximální průměr obrobku: Ø400 mm

Otáčky vřetena: 4500 ot/min

Otáčky protivřetena: 6000 ot/min

Výkon vřetena: 9/11 kW

Výkon protivřetena: 5,5/7,5 kW

chlazení/chladicí médium: ANO/minerální olej, chladicí kapalina

Speciální příslušenství: [7]

Automatický podavač

Automatický podavač umožňuje automatický chod stroje. Do podavače se uloží materiál a stroj si pomocí podavače sám bere polotovary a provádí obrábění. Obsluha musí provádět průběžnou kontrolu rozměrů obrotu, protože pokud by se například ztupil nůž, tak by stroj začal vyrábět zmetky a bylo by je potom nutné obrábět všechny znovu po jednom kuse a úspora která vzniká díky používání podavače je minimálně ztracena.

Protivřeteno

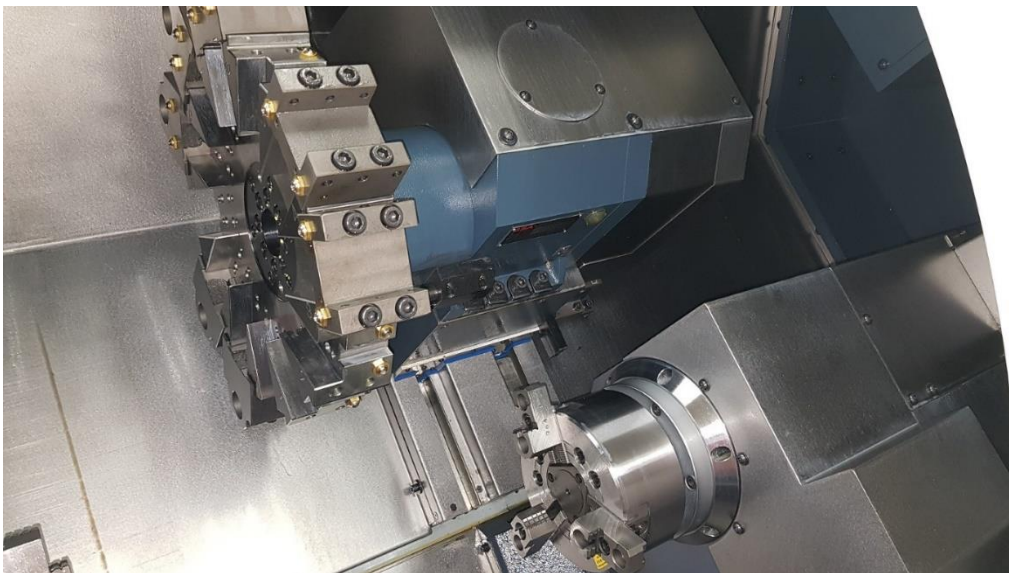
Protivřeteno umožňuje stroji obrábět obě části obrobku na jedno upnutí. Tím je získána vyšší přesnost obrobků, protože s každým novým upínáním obrobku mohou vzniknout úchytky, a navíc protivřeteno opět šetří čas, který by jinak obsluha ztrácela úkony, které tento stroj dělá automaticky. Princip protivřetena zobrazuje obrázek č. 26. Tato technologie je ještě efektivnější díky automatickému podavači a stroj se tak perfektně hodí pro sériovou výrobu. Kombinace protivřetena umožňuje společnosti ABC využití jednoho pracovníka na dvou pracovištích, kde koná úkony, které není problém přerušit a jít obsluhovat stroj a velmi to zlepšuje dynamičnost celé výroby. Vřeteno je také zobrazeno na obrázku č. 26.



Obrázek 26: Princip funkce protivřetena (zdroj: vlastní zpracování)

Revolverová hlava s poháněnými nástroji

Revolverová hlava (viz. obr. č. 27) slouží pro rychlou výměnu nástrojů. Tato technologie se dříve používala u takzvaných Revolverových soustruhů, což byly většinou jednoúčelové stroje vyvinuty pro sériovou výrobu s malou variabilitou výrobků a mnohem menšími nároky na obsluhu, protože soustruh má nastavené dorazy a rychloupínací sklíčidlo. tedy logicky velmi těžké, aby proškolená obsluha dělala výrobní chyby. V současné době se tato technologie používá právě u horizontálních soustruhů. Vertikální soustruhy neboli karusely používají podavač nástrojů téměř identický, jaký je používaný u CNC frézek. Současné revolverové hlavy jsou v dnešní době obohaceny o poháněné nástroje, což jsou nástroje, které se umí otáčet kolem své osy díky speciálnímu nástrojovému držáku. Tato technologie umožňuje soustruhu provádět operace jako je vrtání, vystružování, frézování, řezání nebo tváření závitů atd.



Obrázek 27: Revolverová hlava soustruhu (7)

6.6 Navýšení výrobních kapacit

Chybějící kapacita v oblastech obrábění je možné řešit několika způsoby, proto návrh obsahuje tři varianty možného řešení.

- Zvýšení směnnosti stávajícího CNC soustruhu
- Navýšení výrobních kapacit nákupem nového stroje
- Kombinace nákupu a zvýšení směnnosti obou strojů

6.6.1 Zvýšení směnnosti CNC soustruhu

Pokud by společnost zvýšila směnnost CNC soustruhu z jednosměnného na dvousměnný provoz, získala by tím 1901,76 hodin výrobní kapacity ročně, pouze pokud by byl nový zaměstnanec stejně výkonný jako současný obráběč. To vyžaduje přijetí nového zaměstnance. To je ale pořád méně než požadovaných 3543 hodin.

Společnost tedy má další možnost. Díky tomu, že společnost dlouhodobě prosperuje, má společnost dostatečné množství volných finančních prostředků. To jí dává možnost investovat do nového výrobního zařízení (CNC soustruh).

6.6.2 Investice do nového CNC soustruhu

Investicí do CNC soustruhu by společnost získala stejné množství výrobních kapacit, pokud by soustruh byl stejně výkonný jako současný CNC soustruh. Společnost by ale tímto řešením získala nesčítelně výhod. Velkou výhodou je, že snadnou úpravou rozmístění několika strojů naproti CNC soustruhu vznikne dostatek místa pro nový CNC soustruh bez podavače. Tímto by společnost dostala možnost využívat obsluhu CNC soustruhu využít současně na obou pracovištích. Tím by se snížily osobní náklady na obou CNC pracovištích na polovinu. Dále by ale kvůli BOZP bylo třeba mít dalšího zaměstnance pracujícího ve stejné hale jako obsluha CNC strojů. Ve výrobní hale, ve které se CNC stroje nacházejí nejsou další výrobní zařízení, které by byly využité pro kalová čerpadla. Proto by tento další zaměstnanec neměl přímý vliv na výrobní kapacity v rámci výrobní řady kalových čerpadel.

Představení navrženého výrobního stroje

Navržený stroj ve výrobě je od společnosti Doosan Machine Tools. Konkrétně se jedná o model Doosan PUMA GT 2100 (viz. obr. č. 28). Je to velmi výkonný CNC soustruh. Navržený výrobní stroj je vhodný pro obrábění odlitků kalových čerpadel. Soustruh Doosan má totiž oproti soustruhu JOHNFORD mnohem menší průchodnost vřetene. Soustruh by stačilo koupit bez základního vybavení. Soustruh nemá protivřeteno a tím pádem obrobky, které vyžadují obrábění z obou stran je třeba vytáhnout ze sklíčidel soustruhu a znovu upnout z druhé strany obrobku. Každé přeupínání snižuje přesnost obrobku. Tuhle nevýhodu ale Doosan vyvažuje vyšším výkonem vřetene a rychlostí samotného procesu obrábění. Soustruh Doosan se tedy ideálně hodí na obrábění

komponent, které vyžadují obrábění pouze z jedné strany. Díky tomu soustruh Doosan umožní převést výrobu takových dílů ze soustruhu JOHNFORD a uvolní se část jeho výrobních kapacit. Tím umožní rozhodovat se o tom, na jakém z těchto dvou strojů se bude jaká komponenta obrábět. Po uvážení jaké komponenty, které se obrábějí na soustruhu JOHNFORD se mohou obrábět na soustruhu Doosan a soustruhu JOHNFORD se uvolní příslušné výrobní kapacity. Tyto kapacity navrhuji využít pro obrábění složitějších dílů, které vyžadují obrábění na více upnutích. Dále navrhuji na soustruhu JOHNFORD obrábět díly, které jsou vyráběny z materiálu s normou a umožňují využít automatický podavač. Soustruh Doosan je navíc levnější skoro o 1 500 000 a proto bude obrábění na něm levnější než na soustruhu JOHNFORD, kvůli nižším technologickým režimům. Tím podnik zvýší svou variabilitu výroby i možnost zlevnění příchozích kooperací a vlastní výroby.



Obrázek 28: CNC soustruh Doosan PUMA GT 2100 [8]

Parametry stroje

Cena: 2 000 000 Kč

rozměry stroje: 2941x1626x1702 mm

váha stroje: 3583 kg

výkon pohonů X/Z: 1,6/1,6 kW

Pojezd os X/Z: 230/580

Oběžný průměr nad ložem: 600 mm

počet nástrojů v revolverové hlavě: 12

počet vřeten: 1

maximální průchodnost vřetena: Ø65 mm

maximální průměr obrobku: Ø390 mm

otáčky vřetena: 4500 ot/min

výkon motoru vřetena: 18,5/15 kW

chlazení/chladicí médium: ANO/minerální olej, chladící kapalina

6.6.3 Investice do CNC soustruhu a zvýšení směnnosti obou CNC soustruhů

Pokud by společnost investovala do nového CNC soustruhu a zároveň by zvýšila směnnost obou CNC pracovišť, současná výrobní kapacita pracoviště CNC soustruhů by se teoreticky zvýšila na 400 % současné výrobní kapacity. Zároveň by se snížila životnost stroje na polovinu a bylo by třeba častěji na nich provádět údržbu. Další výhodou by bylo rychlejší navrácení investice do nového CNC soustruhu a nebylo by nadále třeba kooperovat technologii soustružení u jiných společností. Vzhledem k podle mě enormní době 10 dní průměrného čekání na vrácení se odlitků z obrobny, tím společnost získá mnohem menší průměrnou dobu výroby kalových čerpadel a výroby jako takové.

7 Zhodnocení návrhu

7.1 Přímý materiál

Přímý materiál spočítám jako součet ceny odlitků a ceny za komacitování. Ceny odlitků se neliší oproti analytické části. Cena přímého materiálu je zobrazena v tabulce č. 11.

Tabulka 11: Přímý materiál navrhovaného řešení (zdroj: vlastní zpracování)

číslo	název součásti	cena polotovaru	cena povrchové úpravy	celková cena materiálu	ks
1	Horní štít	85	20	105	1
2	Spirální těleso	265	25	290	1
3	Oběžné kolo	82	0	82	1
4	Sací víko	95	25	120	1
5	Víko motoru	42	0	167	1

Celkový přímý materiál je 764 Kč.

7.1.1 Komponenty zůstávající vyráběné v kooperaci nebo nakupovány

Výrobky, které by zůstávaly vyráběny v kooperacích nebo by byly nakupovány, jsou uvedeny v tabulce č. 12. Jejich ceny se nijak neliší oproti cenám uvedeným v analytické části.

Tabulka 12: Cena nakupovaných komponent (zdroj: vlastní zpracování)

Název komponenty	Cena [Kč]
Svorník	24
Madlo	35
Řezák	21
Stator motoru s kostrou	544
Hřídel s rotorem	352
Normalizované součásti	712

Celková cena nakupovaných součástí je 1688 Kč.

7.1.2 Celkový přímý materiál

Celkový přímý materiál = cena odlitků + cena nakupovaných komponent

Celkový přímý materiál = 764 + 1688 = 2452 Kč

Celkový přímý materiál je 2452 Kč.

7.2 Strojní časy

Strojní časy obrábění odlitků jsem se zabýval v části 6.4.2 Potřebný časový fond. Každý z odlitků by byl obráběn na jednom z CNC soustruhů. Strojní časy obrábění jsou uvedeny v tabulce č. 13.

Tabulka 13 Strojní časy obrábění odlitků (zdroj: vlastní zpracování)

Název komponenty	Ta	Tb	T celkem
Horní štít	7	0,5	7,5
Spirální těleso	8	0,5	8,5
Oběžné kolo	3	0,5	3,5
Sací víko	3	0,5	3,5
Víko motoru	10	0,5	10,5

Celkový strojní čas je 33,5 minut.

7.3 Přímé mzdy

Pokud společnost koupí CNC soustruh, bude to mít dopad na výsledné přímé mzdy. Výše mzdových nákladů je stejná jako v kapitole 4.7.2 Přímé mzdy v analytické části

Mzdové náklady na hodinu práce montáže = 309,48 Kč

Společnost ale platí navíc mzdové náklady na provoz CNC soustruhů.

Mzdové náklady na provoz CNC soustruhů budou poloviční pro každý soustruh, protože oba stroje budou souběžně obsluhovány jedním pracovníkem.

Mzdové náklady na hodinu práce CNC pracoviště = $309,48/2 = 154,74$ Kč/h

Celkové mzdové náklady = celkový strojní čas * mzdové náklady CNC pracoviště

Celkové mzdové náklady = $33,5 * 154,74 / 60 = 86,3965$

Celkové mzdové náklady = 86,3965 Kč

7.4 Režijní náklady

Režijní náklady by se různily podle typu používaného stroje k obrábění odlitků. Odlitky, které je třeba obrábět z obou stran je výhodnější obrábět na soustruhu

JOHNFORD a na odlitky obráběné bez přeupínání je vhodnější CNC soustruh Doosan. Výsledky tohoto výběru jsou zapsány v tabulce č. 14 včetně strojních časů.

Tabulka 14: Výběr obráběcího stroje (zdroj: vlastní zpracování)

Název komponenty	Ta	Tb	T celkem	Pracoviště
Horní štít	7	0,5	7,5	JOHNFORD
Spirální těleso	8	0,5	8,5	Doosan
Oběžné kolo	3	0,5	3,5	Doosan
Sací víko	3	0,5	3,5	Doosan
Víko motoru	10	0,5	10,5	JOHNFORD

Na CNC soustruhu Doosan se budou obrábět komponenty Spirální těleso, Oběžné kolo a Sací víko. Celkový součet strojních časů obrábění těchto odlitků je 15,5 minut.

Na CNC soustruhu JOHNFORD se budou obrábět komponenty Horní štít a Víko motoru. Celkový součet strojních časů obrábění těchto odlitků je 18 minut.

Režijní náklady budou různé pro každý odlitek. Jsou složeny z amortizace stroje a ceny energií. Pro zjištění amortizace stroje je třeba určit předpokládanou životnost strojů.

7.4.1 Předpokládaná životnost stroje

Předpokládaná životnost obou strojů je 10 let v jednosměnném provozu stroje. Pokud soustruhy budou pracovat na dvě směny, potom se jejich předpokládaná životnost zkrátí na padesát procent. Nová předpokládaná životnost strojů je 5 let. Předpokládáme nepřetržité zatížení strojů během pracovní doby mimo mimořádné odstávky kvůli servisu atp. Podle návrhu se ve firmě bude pracovat na dvě směny. Jeden měsíc má 20 pracovních dní. Jeden pracovní den má při dvousměnném provozu 16 hodin. Životnost stroje je třeba převést na hodiny, aby bylo možné určit hodinovou režii.

$$\text{Předpokládaná životnost} = 5 * 12 * 20 * 16 = 19200 \text{ h}$$

7.4.2 Režijní náklady na provoz CNC soustruhu JOHNFORD

Režijní náklady pro provoz stroje vypočítáme sečtením amortizace stroje a nákladů za energie.

$$\text{Amortizace stroje} = \text{pořizovací cena} / \text{předpokládaná životnost [h]}$$

$$\text{Amortizace stroje} = 3500000 / 19200 = 182,29 \text{ Kč/h}$$

Spotřebovaná energie za hodinu provozu = 48 kWh

1 kWh = 5 Kč

Cena energií provozu soustruhu = 240 Kč/h

Režijní náklady = Amortizace stroje + Spotřebovaná energie/h

Režijní náklady = 182,29 + 240 = 422,29 Kč/h

Na CNC soustruhu JOHNFORD se budou obrábět komponenty Horní štít a Víko motoru.

Celkový součet strojních časů obrábění těchto odlitků je 18 minut.

Režijní náklady na daný úkon = Režijní náklady stroje * strojní čas / 60

Režijní náklady na daný úkon = 422,29 * 18 / 60 = 126,687 Kč

7.4.3 Režijní náklady na provoz CNC soustruhu Doosan

Režijní náklady pro provoz stroje vypočítáme sečtením amortizace stroje a nákladů za energie.

Amortizace stroje = pořizovací cena / předpokládaná životnost [h]

Amortizace stroje = 2000000/19200 = 104,17 Kč/h

Spotřebovaná energie za hodinu provozu = 32 kWh

1 kWh = 5 Kč

Cena energií provozu soustruhu = 160 Kč/h

Režijní náklady = Amortizace stroje + Spotřebovaná energie/h

Režijní náklady = 104,17 + 160 = 264,17 Kč/h

7.4.4 Režijní náklady na obrobení daných komponent

Na CNC soustruhu Doosan se budou obrábět komponenty Spirální těleso, Oběžné kolo a Sací víko. Celkový součet strojních časů obrábění těchto odlitků je 15,5 minut.

Režijní náklady na daný úkon = Režijní náklady stroje * strojní čas / 60

Režijní náklady na daný úkon = 264,17 * 15,5 / 60 = 68,24 Kč

7.4.5 Náklady na dopravu navrhovaného řešení

Náklady na dopravu se stanoví sečtením nákladů na dopravu odlitků do firmy, kterou jsem se zabýval v kapitole 4.7.3 Náklady na dopravu. Všechny náklady jsou počítány na

jeden kus od každého odlitku. Tabulka č. 15 obsahuje náklady na dopravu odlitků na kooperaci komaxitování a dopravu ze slévárny.

Tabulka 15: Náklady na dopravu navrhovaného řešení (zdroj: vlastní zpracování)

komponenta	kooperace	spotřeba na 1 ks	cena dopravy celkem
	komaxitování		
Horní štít	ano	1	15,7616
Spirální těleso	ano	1	15,7616
Sací víko	ano	1	15,7616
Víko motoru	ne	1	12,1058
Oběžné kolo	ne	1	12,1058

cena dopravy	
slévárna	lakovna
11,59	3,14

Celkové náklady na dopravu odlitků jsou 71,5 Kč.

7.5 Celkové náklady na výrobu kalového čerpadla

7.5.1 Režijní náklady

Režijní náklady počítá výrobce jako 20 % z celkových přímých nákladů na výrobek. Je v ní započítané opotřebení strojů a nástrojů, spotřeba energií v celé budově, atd.

7.5.2 Celkové přímé náklady

Celkové přímé náklady = přímý materiál + přímé mzdy + náklady za transport + náklady na provoz CNC pracoviště

Celkové přímé náklady = 2452 + 86,3965 + 71,5 + 126,687 + 68,24 = 2804,824

7.5.3 Ostatní nepřímé náklady

Ostatní nepřímé náklady počítá výrobce jako 20 % z celkových přímých nákladů na výrobek. Je v ní započítané opotřebení nástrojů, spotřeba energií v celé budově, a veškeré další náklady spojené s chodem podniku.

Ostatní režijní náklady = 2804,82 * 0,2 = 560,964 Kč

7.5.4 Celkové náklady

Celkové náklady = celkové přímé náklady + ostatní nepřímé náklady

$$\text{Celkové náklady} = 2804,82 + 560,964 = 3\,365,784 \text{ Kč}$$

7.5.5 Zisk

Zisk požadovaný výrobcem je 20 %.

Zisk = Úplné vlastní náklady * požadovaný zisk

$$\text{Zisk} = 3\,365,784 * 0,2 = 673,16 \text{ Kč}$$

7.5.6 Cena

Cena = Úplné vlastní náklady + zisk

$$\text{Cena} = 3\,365,784 + 673,16$$

$$\text{Cena} = 4038,944 \text{ Kč}$$

7.6 Výpočet nové výrobní kapacity

Společnost by pracovala v rámci CNC pracoviště 5 dní v týdnu na dvě směny. Počet hodin jedné směny by byl 8 hodin.

$$\text{Maximální roční výrobní kapacita CNC soustruhu} = 5 * 4 * 8 * 2 * 12 = 3\,840 \text{ hodin}$$

Počet vzájemně zaměnitelných pracovišť se zvýší na dvě.

$$\text{Maximální výrobní kapacita pracoviště CNC soustruhů} = 3840 * 2 = 7680 \text{ hodin}$$

7.7 Nový časový efektivní fond

Vzhledem k tomu, že obsluha CNC stroje nebude mít už odpovědnost pouze 1 CNC stroj, předpokládám snížení výkonnosti daného pracovníka v rámci jednoho pracoviště. Tím pádem k faktorům, které působí neefektivnost výroby se přidá ještě tento faktor. Tím pádem se sníží koeficient k na 0,9.

Nový týdenní časový efektivní fond

$$F_{ef} = d. h. \sigma. g. \left(1 - \frac{z}{100}\right)$$

$$F_{ef} = 5.8.2.2. \left(1 - \frac{0,9}{100}\right)$$

$$F_{ef} = 158.56 \text{ hodin}$$

$$\text{Roční efektivní časový fond} = 158,56 * 12 = 7610,88 \text{ hodin}$$

8 Závěr

Ve své práci jsem se zaměřil na optimalizaci výrobního procesu. V analytické části jsem provedl podrobnou analýzu průběhu celého procesu prodeje a procesu výroby. Následně jsem zaznamenal všechny po sobě jdoucí kroky i s dobou jejich trvání. Dále jsem se zaměřil na reprezentanta výroby. Určil jsem komponenty, jejichž výrobu by bylo možné přesunout do firmy. Další částí byla kalkulace současného řešení výrobního procesu. V kalkulaci jsem neprve stanovil přímý materiál, následně jsem vypočítal přímé mzdy a náklady za převoz odlitků na kooperace. Výsledná cena výrobku byla 4398,15 Kč. Dále jsem určil dobu trvání každého procesu probíhajícího v rámci výroby každé komponenty, určil jestli daný proces vytváří hodnotu pro koncového zákazníka a o jaký druh procesu se jedná a všechny tyto informace jsem, zaznamenal do Flow process chart. V rámci Flow process chart jsem vypočítal průběžnou dobu výroby každé komponenty a určil kolik procent času, po který je výrobek v procesu výroby, je vytvářena přidaná hodnota.

Cílem bylo najít slabá místa podniku. Slabé místo jsem našel v obrábění odlitků v kooperacích. Další slabinou podniku bylo neprovádění systematické vstupní kontroly příchozího materiálu a polotovarů. V analytické části jsem vycházel z informací poskytovaných podnikem, ve kterém byla bakalářská práce psána. Pro kalkulaci ceny výrobků jsem použil kalkulační vzorec, který firma používá pro výpočet všech kalkulací.

Po analýze slabých míst jsem v návrhové části navrhnul řešení daných problémů. Nejprve jsem za pomoci dat ze společnosti stanovil průměrné časy obrábění. Následně jsem vypočítal požadované kapacity pro realizaci výroby více kusů čerpadel. Řešení jsem shledal v nákupu nového stroje a zvýšení směnnosti tohoto pracoviště. Dále jsem vytvořil nový postup procesu výroby odlitků a data pro každý odlitek jsem opět zaznamenal do data flow chart pro porovnání.

V části zhodnocení návrhové části jsem vytvořil novou kalkulaci za podmínek definovaných v návrhové části. Výsledná cena výrobku byla 4038,944 Kč. To je v porovnání se současným řešením výroby o 359,206 korun nižší cena.

Dalším problémem byla nedostatečná kapacita pracoviště CNC soustruhu. V analyzovaném řešení nedostačovala kapacita 1818 hodin. Pokud společnost koupí navrhovaný CNC soustruh a zvýší směnnost tohoto pracoviště, potom získá čtyřnásobek

přidání kapacity tohoto pracoviště. To nejen pokryje velký objem kooperovaných výrobků v obrobě, ale ušetří náklady na dopravě. Další nevýhodou analyzovaného řešení byla vysoká průběžná doba výroby. V mnou navrženém řešení se průběžná doba výroby zkrátila o 10 dní na každý výrobek, pokud pominu téměř zanedbatelné časy přesunů ze skladu k CNC pracovišti.

9 Seznam použitých zdrojů

- [1] HRADECKÝ, M. a M. KONEČNÝ. Kalkulace pro podnikatele. V nakl. Prospektrum 1. vyd. Praha: Prospektrum, 2003, 153 s. ISBN 80-7175-119-7.
- [2] JUROVÁ, M. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [3] KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- [4] Zdeňka Videcká. Studijní opora - Management výroby. Nevydáno, 38s. ISBN bez normy
- [5] TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby. Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [6] BANKS, J. Discrete-event system simulation. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2005, xvi, 608 s. ISBN 0-13-144679-7.
- [7] SL-50-2S. JOHNFORD [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <http://www.johnford.com.tw/products/super-lathes/sl-50-2s>
- [8] SL-50-2S. Doosanmachinetools [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <https://www.doosanmachinetools.us/turning-centers/two-axis-horizontal/puma-gt>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Progresivní model organizace řízení [5]	19
Obrázek 2: Typový kalkulační vzorec [1]	28
Obrázek 3: Organizační diagram (zdroj: vlastní zpracování)	32
Obrázek 4 Průběh zakázky (zdroj: vlastní zpracování)	35
Obrázek 5: Kalové čerpadlo MP1 (zdroj: vlastní zpracování)	40
Obrázek 6: Výkres čerpadla MP1 s kusovníkem (zdroj: vlastní zpracování).....	40
Obrázek 7: Horní štít	41
Obrázek 8: Spirální těleso.....	43
Obrázek 9: Oběžné kolo (zdroj: vlastní zpracování)	44
Obrázek 10: Sací víko (zdroj: vlastní zpracování).....	45
Obrázek 11: Svorník (zdroj: vlastní zpracování).....	46
Obrázek 12: Víko motoru	46
Obrázek 13: Madlo (zdroj: vlastní zpracování)	47
Obrázek 14: Řezák (zdroj: vlastní zpracování).....	47
Obrázek 15: Stator motoru (zdroj: vlastní zpracování)	48
Obrázek 16: Stator nalisovaný v kostře motoru (zdroj: vlastní zpracování)	48
Obrázek 17: Hřídel (zdroj: vlastní zpracování)	49
Obrázek 18: Stator motoru (zdroj: vlastní zpracování)	49
Obrázek 19: Hřídel s nalisovaným statorem motoru (zdroj: vlastní zpracování).....	49
Obrázek 20: Flow process chart- Horní štít (zdroj: vlastní zpracování).....	59
Obrázek 21: Flow process chart- Spirální těleso (zdroj: vlastní zpracování).....	60
Obrázek 22: Flow process chart- Oběžné kolo (zdroj: vlastní zpracování).....	61
Obrázek 23: Flow process chart- Sací víko (zdroj: vlastní zpracování).....	62
Obrázek 24: Flow process chart- Víko motoru (zdroj: vlastní zpracování)	63
Obrázek 25: JOHNFORD SL-50-2S (zdroj: vlastní zpracování)	66
Obrázek 26: Princip funkce protivřetena (zdroj: vlastní zpracování).....	67
Obrázek 27: Revolverová hlava soustruhu (zdroj vlastní zpracování).....	68
Obrázek 28: CNC soustruh Doosan PUMA GT 2100 [10]	70

Seznam tabulek

Tabulka 1: Odlitky kalového čerpadla MP1 (zdroj: vlastní zpracování).....	41
Tabulka 2: Flow process chart- Horní štít (zdroj: vlastní zpracování)	42
Tabulka 3: Flow process chart- Spirální těleso (zdroj: vlastní zpracování)	43
Tabulka 4: Flow process chart- Oběžné kolo (zdroj: vlastní zpracování)	44
Tabulka 5: Flow process chart- Sací víko (zdroj: vlastní zpracování)	45
Tabulka 6:Flow process chart- Víko motoru (zdroj: vlastní zpracování).....	47
Tabulka 7: Přímý materiál (zdroj: vlastní zpracování)	50
Tabulka 8: Mzdové náklady (zdroj: vlastní zpracování)	51
Tabulka 9: Celkové náklady dopravy odlitků (zdroj: vlastní zpracování).....	55
Tabulka 10: Strojní časy obrábění odlitků (zdroj: vlastní zpracování).....	64
Tabulka 11: Přímý materiál navrhovaného řešení (zdroj: vlastní zpracování).....	72
Tabulka 12: Cena nakupovaných komponent (zdroj: vlastní zpracování)	72
Tabulka 13 Strojní časy obrábění odlitků (zdroj: vlastní zpracování).....	73
Tabulka 14: Výběr obráběcího stroje (zdroj: vlastní zpracování)	74
Tabulka 15: Náklady na dopravu navrhovaného řešení (zdroj: vlastní zpracování)	76

Seznam příloh

Příloha 1

Příloha 2

Příloha 2 (vlastní zpracování)

