České vysoké učení technické v Praze

Masarykův ústav vyšších studií

a

Vysoká škola ekonomická v Praze

Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu

Ing. David Cvešper

Ekonomická analýza zásadní změny výrobního procesu Francisovy turbíny

Diplomová práce

Praha 2016

Vedoucí diplomové práce: Ing. Dagmar Čámská, Ph.D.

Oponent diplomové práce:

Datum obhajoby:

Hodnocení:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Cvešper Jméno: David Osobní číslo: 362147000

Fakulta/ústav: Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)

Zadávající katedra/ústav: Katedra managementu

Studijní program: Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu

Studijní obor: Podnikání a management v průmyslu

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ekonomická analýza zásadní změny výrobního procesu Francisovy turbíny

Název diplomové práce anglicky:

Economic Analysis of Major Production Process Change of Francis Turbine

Pokyny pro vypracování:

Cíl práce: Provedení ekonomické analýzy vybraných dílů Francisovy turbíny, na kterých bude aplikována zásadní výrobní změna technologického charakteru.
Přínos práce: Práce poskytne společnosti podklady pro rozhodování, za jakých podmínek je navrhovanou změnu vhodné implementovat namísto dosavadního výrobního procesu.
Osnova: 1. Úvod, 2. Teoretická část - náklady, kalkulace, všeobecný kalkulační rozpočet, rozvrhování režijních nákladů, 3. Praktická část - aplikace kalkulačních metod na výrobní proces vybraných dílů turbíny, 4. Závěr - zhodnocení navrhovaného řešení

Seznam doporučené literatury:

SYNEK, M., KISLINGEROVÁ, E. a kol. Podniková ekonomika. 5. vydání, Praha : C.H. Beck, 2010.
MÁDL, J. a KVASNIČKA, I. Optimalizace obráběcího procesu. Praha : ČVUT, 1999.
KRÁL, B. a kol. Manažerské učetnictví. 3. vydání, Praha : Management Press, 2012.
FIBÍROVÁ, J., ŠOLJAKOVÁ, L., WAGNER, J. a PETERA, P. Manažerské učetnictví. 1. vydání, Praha : Wolters Kluwer, 2015.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Dagmar Čámská, Ph.D., Katedra managementu MÚVS ČVUT

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: 6.1.2015 Termín odevzdání diplomové práce: 8.5.2015

Platnost zadání diplomové práce: 3 po sobě jdoucí semestry

Podpis vedoucí(ho) práce | Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry | Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

24.8.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze, 29.8. 2016

……..
podpis diplomanta

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Dagmar Čámské, Ph.D., za odborné vedení práce, cenné připomínky a rady, které mi během psaní poskytla, a za její čas, který mi věnovala.

Současně děkuji panu Oldřichu Klimeši, který mě uvedl do problematiky výroby Francisovy turbíny, poskytl podklady pro vypracování a konzultoval jednotlivá výrobní řešení.

Identifikační záznam

Ing. David Cvešper. *Ekonomická analýza zásadní změny výroby Francisovy turbíny,* Praha, 2016. 85 stran. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií a Vysoká škola ekonomická v Praze, Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu. Ing. Dagmar Čámská, Ph.D.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou kalkulace nákladů Francisovy turbíny. Práce vznikla pro společnost MAVEL, a.s. Cílem práce bylo provést zhodnocení současného stavu výroby v porovnání s možnými změnami ve výrobním procesu. Praktická část se zabývá otázkou vlivu změny na design výrobku a současně nákladovou strukturou procesu výroby.

Zaměřil jsem se na rozbor procesu výroby z hlediska jednotlivých položek se zvýšeným detailem na interní procesy. Výpočty jednotlivých variant vycházejí z aktuálních finančních podkladů. Ke zpracování byly použity veřejně dostupné informace o společnosti MAVEL, a.s., interní dokumentace společnosti, odborná literatura a oficiální internetové zdroje třetích stran.

Z vypracování a vyhodnocení nákladových kalkulací vyplývá, která výrobní varianta je pro danou součást výhodnější z pohledu efektivity a současně hospodárnosti. Výsledkem je porovnání nákladů jednotlivých výrobních variant z hlediska klíčových nákladových položek. Navrhuji doporučení pro provedení detailního rozboru nebo upřesnění nákladové struktury.

Klíčová slova

Náklady, nákladová kalkulace, projektování, manažerské účetnictví, Francisova turbína

Abstract

. The thesis was created under the auspices of MAVEL, Inc. company, that manufactures water turbines. The Francis turbine was selected to be analyzed in the field of costs. It is one of the main products of company portfolio.

The aim of thesis was to compare current production process state together with potential production process changes. Analyzes were applied on three individuals Francis turbine components. The technical and economical aspects of each variant are mentioned.

Costs are selected for individual production process steps, that correlate sequence of tasks according to traveler sheets. It allows to be focused on specific step and its condition. It follows that it is possible to compare the entire production process before & after the change. This approach can be used in comparison of individual process steps that are technologically identical.

Based on results is possible to determined which cost are favorable in terms of effectivity and economy. Same procedure is applied on each of three Francis turbine components.

The public available sources, internal company data, professional literature and electronic resources were used.

Key words

Costs, costing, process-planning, managerial accounting, Francis turbine

Obsah

Strana

PŘEDMLUVA 9
TEORETICKÁ ČÁST 10
1 Úvod 10
2 Projektování 12
2.1 Projektování výrobních procesů 12
2.1.1 Navrhování výrobních procesů a systémů 13
2.1.2 Technický rozbor výrobních procesů a systémů 15
3 Podnikové řízení 17
3.1 Strategické řízení 18
3.2 Taktické řízení 18
3.3 Operativní řízení 19
4 Podnikové plánování 20
4.1 Plánování nákupu 20
4.2 Plánování výroby 21
4.3 Plánování údržby a obnovy majetku 21
4.4 Plánování lidských zdrojů 22
5 Manažerské účetnictví 23
5.1 Kalkulace nákladů 25
5.2 Controlling 26
PRAKTICKÁ ČÁST 28
6 Ekonomická analýza změny výrobního procesu 28
6.1 Společnost Mavel, a.s. 28
6.2 Francisova turbína 29
6.2.1 Projekt Francisovy turbíny 30
6.3 Rozváděcí lopata - RL 32
6.3.1 Rozváděcí lopata – současný stav výroby 33

6.3.2 Rozváděcí lopata – kalkulace současného stavu 36
6.3.3 Rozváděcí lopata – změna výrobního proces 39
6.3.4 Rozváděcí lopata – kalkulace změna výrobního procesu 42
6.3.5 Rozváděcí lopata - dílčí závěr 45
6.4 Lopatkový kruh & Přední víko 46
6.4.1 Přední víko & Lopatkový kruh – varianta č. 1 48
6.4.2 Přední víko & Lopatkový kruh – varianta č. 2 56
6.4.3 Přední víko & Lopatkový kruh – varianta č. 3 61
6.4.4 Přední víko & Lopatkový kruh – varianta č. 4 66
6.4.5 Přední víko & Lopatkový kruh – dílčí závěr 70
6.5 Obrábění – interní proces 72
7 Závěr 75
Seznam použitých symbolů a zkratek 78
Seznam použité literatury 79
Seznam obrázků 81
Seznam tabulek 82
Seznam příloh 84
Evidence výpůjček 85

PŘEDMLUVA

Jako téma diplomové práce jsem si vybral problematiku ekonomické analýzy změny výrobního procesu. Důvodem byl hlavně osobní zájem o danou problematiku a spojení ekonomického a technologického směru. Diplomová práce byla realizována ve spolupráci se společností MAVEL, a.s., která poskytla reálné podklady pro vytvoření této analýzy. Společnost se zabývá výrobou vodních turbín, jejich repasemi a také servisem.

Výrobní změny byly zvoleny, protože mají velmi významný vliv na samotný výrobní proces, tak i jeho okolí. Je nezbytné řídit jak technickou, tak i ekonomickou stránku celé změny. Proto se domnívám, že je toto téma pro výrobní podnik velmi důležité a současně aktuální. Na základě dohody obou stran bylo téma zvoleno s ohledem na studijní obor Podnikání a komerční inženýrství v průmyslu.

Z důvodu potenciálních nových zakázek, zmapování současného stavu a srovnání různých variant vyvstala příčina k vytvoření této práce. Dílo předkládá výsledky navržených variant, v jejichž návrhu byl kladen patřičný důraz na pokrytí potřeb společnosti. Současně jsou vyvozovány další dílčí závěry vyplývající ze spolupráce. Práce je významná i pro účely managementu. Zpracování tohoto rozboru mi umožnilo realizovat „malý“ technicko-ekonomický projekt a získat zajímavé poznatky a informace.

Diplomová práce se zaměřuje na ekonomickou analýzou vybraných komponent Francisovy turbíny. Rozbor nákladů je proveden jak pro současný stav výroby, tak i pro potenciální výrobní změny rozpracované v příslušných variantách. Souhrn dat je možné uplatnit v reálné podnikohospodářské praxi, jako základní podklad pro realizaci projektu.

Uplatněné teoretické znalosti vychází především z předmětů podniková ekonomika, management a jsou doplněny odbornými znalostmi z oboru strojírenské technologie a materiály, jež jsem studoval. Informace byly čerpány ze zdrojů zabývajících se podnikovou ekonomikou, manažerským účetnictvím, controllingovým řízením a příslušnými výrobními technologiemi.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá technickým, ekonomickým a provozním náhledem na problematiku výroby Francisovy turbíny, což zahrnuje získání rámcového přehledu nad celým projektem a jeho managementem. Práce se zaměřuje na propojení technické roviny s ekonomickou a s tím související reakcí na výrobní prostředí. Nelze jednoznačně stanovit, zda se lze orientovat jen podle cen jednotlivých výrobků, dodávek nebo celých zakázek, a tudíž se domnívám, že je zapotřebí do celého procesu zařadit celou řadu faktorů, a to jak externích, tak i interních.

Za interní faktory lze považovat vstupy ze všech oddělení společnosti mající dopad na daný projekt (návrh, technologie, materiály, finance, výroba a montáž). To s sebou nese také komplexní vyhodnocení celé problematiky. Z těchto důvodů byla navázána spolupráce se společností MAVEL, a.s., která umožnila spolupráci v dané oblasti a poskytla potřebná data pro tvorbu diplomové práce.

V realizaci tohoto tématu spatřuji nutnost velkého důrazu na pečlivost a detailní selekci informací, která ve finále přinese jednodušší členění jednotlivých kapitol a také samostatných procesů.

Zabývám se problematikou návrhu výroby jednotlivých komponent Francisovy turbíny s důrazem na detailní specifikaci požadavků společnosti. V dalším kroku zajišťuji nabídky jednotlivých kooperačních společností pro konkrétní výrobní stupně. Změna technologie není totiž vždy nutně spojená se zřízením nového pracoviště, které by se jevilo jak ekonomicky, tak technicky příznivě, že by z něj společnost jednoznačně profitovala v budoucích letech.

Specializace strojírenské výroby umožňuje vytvořit vhodné podmínky pro vznik pracovišť zaměřujících se na různé druhy jedinečných technologií (procesů a výrobních celků). Realizace těchto pracovišť se potýká s nejdůležitějším faktorem, a to schopností využití takového pracoviště. To vybízí k rozboru daných procesů a jejich řízení. V případě, že společnost nedosahuje dostatečné poptávky a množství, je odkázána na subdodavatele. Zavedení speciálních procesů je tudíž nerentabilní a potřebný proces se vyplatí zajistit externě. Zavedením kooperace přesouváme speciální výrobní procesy na

subdodavatele, což nám umožňuje soustředit se na nová koncepční řešení a správu vlastních výrobních procesů. Optimální úroveň specializace a kooperace lze odvodit z ukazatelů efektivnosti výroby.

Společnost MAVEL, a.s. neplánuje investovat a vybudovat nové pracoviště, jelikož vodní turbíny nepatří mezi běžné spotřební zboží a jejich poptávka je limitovaná. Výrobu těchto turbín lze zařadit do zakázkové výroby z důvodu nejen malého vyráběného množství, ale i odbornosti. Současný trh pro vodní elektrárny je již značně nasycen, jelikož na mnoha vodních tocích jsou turbíny nainstalovány. Proto přichází na řadu projekty, při kterých jsou vodní elektrárny modernizovány, ať už v celém rozsahu nebo dochází jen k výměně vlastní turbíny. V zahraničí se lze setkat s projekty výstavby vodních nádrží, které jsou kromě zásobárny vody také velkým potenciálem pro využití vodní energie, a tím rozšíření ekonomického potenciálu těchto staveb.

2 PROJEKTOVÁNÍ

Změna technologie výroby je velice komplexní a náročný proces, který vyžaduje detailní zacílení do jednotlivých vývojových stádií projektu. Je zapotřebí zvolit úspěšnou cestu, na základě zvážení kladů a záporů jednotlivých návrhů a směřovat je k předpokládaným cílům.

V případě změny technologie výroby je nezbytné vytvořit projekt, o který se celý výrobní proces bude opírat, tzn., na jehož základě bude realizován. Projekt je zapotřebí naplánovat, určit zodpovědné osoby, kontrolní body a v pravidelných intervalech dohlížet na jeho průběh.

Kapitolu projektování shledávám jako velmi důležitou, jelikož se změny výrobního procesu mohou promítnout jakkoli. V některých případech je nutné definovat nové parametry a požadavky na vyráběnou součást a do hry se tak dostává i oddělení technické přípravy výroby, které celou problematiku definuje.

2.1 PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

Projektování změny výrobního procesu obnáší jednak posouzení současného stavu výroby, a to ve vztahu k životnosti a spolehlivosti dané součásti. Dále přihlíží k budoucím očekáváním a vývoji trhů, které nabízí nejen nové zákazníky, ale také potenciální dodavatele služeb a technologií. Na základě těchto poznatků je důležité definovat cíle, které v rovině projektování budou závislé na technologických a ekonomických aspektech. Projektování však neobnáší pouze návrh nového řešení výroby nebo změny. Může se jednat o velice zásadní rozhodnutí, jejichž důsledkem může být kompletní změna organice výroby, která vygeneruje nové dílčí projekty nutné pro vyřešení hlavního problému.

Návrh technického řešení obnáší rozbor problematiky a sestavení činností technickoorganizačního charakteru, které se zabývají konstrukční, technologickou a projektovou dokumentací[1]. Zvažuje se i materiální vybavení jednotlivých výrobních procesů. Cílem je vytvořit komplexní dokumentaci nezbytnou pro realizaci dílčích aktivit na základě požadavků jednotlivých oddělení – technologie, nákup materiálů, logistiky,

1 ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2. s. 10

managementu apod. Požadavky na vypracování takové dokumentace zahrnují především návrh úkolů, postupů a opatření, které zajistí efektivní výrobní procesy z hlediska materiálu, energií, pracovních sil, výrobních časů apod. Tento přístup by však měl být hlavně uplatňován i v samotném oddělení technické přípravy výroby, abychom dosahovali efektivnosti komplexně.

Výrobní procesy a činnosti zahrnují různorodé aktivity, pro jejichž racionální využití je zapotřebí odborná úroveň projektanta a také systémový a komplexní přístup. Neustálý rozvoj lidstva, a to nejen ve strojírenství, obnáší potřebu pozorně sledovat okolí a vzájemně s ním komunikovat. V případě technologických změn (inovací) je zapotřebí uplatňovat výše zmíněné přístupy pro realizaci procesu, jeho rozvoj a hospodaření.

Projektování ve strojírenství znamená zabývat se technickoekonomickou činností při zpracovávání projektů různého charakteru. Obecnou definici projektu vymezuje mezinárodní norma ISO 10 006: *Management jakosti – Směrnice jakosti v managementu projektu* [2].

Cílem je vytvořit technologickou dokumentaci (výrobní postupy, průvodky, kontrolní a montážní návody, aj.) a projektovou dokumentaci (seznam strojů a jejich dispozic, logistiku materiálu, aj.), která bude sloužit jako manuál pro realizaci celého procesu. Jedná se o řešení komplexního charakteru, kde je zapotřebí zkoordinovat více útvarů a činností pro zajištění požadovaných výstupů. Z důvodu racionalizace výroby je vhodné tyto přístupy aplikovat jak na současné, tak i na budoucí procesy.

2.1.1 NAVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ A SYSTÉMŮ

Výrobní procesy, které definují sled jednotlivých činností, je zapotřebí detailně navrhnout z pohledu technologických, manipulačních a řídících činností tak, abychom zajistili požadovanou přeměnu vstupního materiálu/polotovaru na daný výrobek. To vše při dodržení všech nezbytně nutných podmínek. Výrobní procesy jsou běžně předepisovány pomocí výrobních postupů (výrobních návodek), které popisují sled jednotlivých činností/operací. Dílčí činnosti výrobních postupů jsou zpravidla blíže specifikovány, detailně popsány. Vždy záleží na konkrétních operacích a jejich individuálních potřebách. Obecně lze výrobní operace rozdělit na technologické, při které

[2] ISO 10 006: *Management jakosti – Směrnice jakosti v managementu projektu*. Praha. Český normalizační institut, 2004.

se definují charakteristiky použité technologie (obrábění, svařování, čištění, tepelné zpracování, aj.) nebo pracovní operace (montáž, kontrola, kooperace, aj.), které definují pouze konkrétní činnost pracovníka. Velice často se oba typy operací kombinují do jednoho výrobního postupu. Dle použité technologie a stupně výroby lze výrobní postupy členit na operace, operační úseky, operační úkony, pracovní pohyby, aj. Tímto členěním zajistíme detailní, jednoduché a přehledné rozdělení jednotlivých fází výroby. Aby výrobní postup správně fungoval, je zapotřebí, aby byl úplný, tj. obsahoval všechny nezbytné náležitosti. Při psaní a plánování všech operací je důležité dodržet návaznost, která nesmí porušit funkční a technologické výrobní vazby.

Technická příprava výroby (TPV) zajišťuje veškeré činnosti pro zpracování konstrukční, technologické, kontrolní a projektové dokumentace, která tvoří základ pro realizaci výrobních plánů. Klade se důraz na efektivnost výrobních procesů, dosahování úspor materiálu a energií, využití pracovních sil, optimalizaci výrobních časů apod. Zmíněná část požadavků, jak na procesy, tak i samotnou technologii přípravy výroby v praxi znamená úzkou spolupráci a návaznost při zpracovávání dokumentace. Technologická dokumentace zaujímá až 70 %, specifikuje procesy a zajišťuje materiální podklady z hlediska použitého materiálu, nářadí a přípravků [3]. Jedná se o dokumentaci, na jejímž základě lze plánovat a řídit navržený výrobní proces. Vypovídá o vstupních polotovarech, použitých technologiích, časových normách, počtech kusů, kontrolách, atp. Popisuje celý výrobní proces z hlediska strojů, jejich kapacit, lidských sil, spotřebě materiálu a mnoha dalších. Tyto technicko-ekonomické „ukazatele“ umožňují provádět výpočty a plánování ať už z hlediska výrobních kapacit, nákladů, spotřeby materiálů, časů, aj.

Jejich vhodnou interpretací lze směřovat k racionalizaci výrobních procesů a efektivnímu hospodaření (využití optimálního množství zdrojů). Technologickou přípravu výroby je nezbytné koordinovat souběžně s projektovou přípravou výroby, která se zaměřuje na časové a prostorové nároky a možnosti výrobního systému daného projektu a jejich vztahu k požadovanému cíli.

Současný technický pokrok umožňuje podstatnou část výrobní dokumentace realizovat pomocí počítačové podpory. Z technologického hlediska umožňuje operativně

[3] ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0. s. 7-8

měnit technickou dokumentaci, na jejímž základě lze okamžitě provádět návrhy a simulace nově navržených řešení. Trendem je propojení všech organizačních celků nejlépe jedním systémem, který bude schopen podporovat maximum výrobních potřeb. Jedná se o tzv. počítačově integrovanou výrobu (CIM – computer integrated manufacturing), která propojuje útvary a činnosti v podniku.[4]

Předností této filozofie je propojení plánovacích a realizačních činností a získání optimálních výrobků. Současné softwarové vybavení, kterými disponují jednotlivé podnikové útvary umožňuje zpracovávat data v různých softwarových modulech dle jejich použití (CAD – computer added design, CAM – computer added manufacturing, aj.). Tato data následně využíváme v nadstavbových softwarech, které využíváme pro technické výpočty, simulace a modelování na úrovních technické přípravy výroby. Například využitím softwaru CAM získáme představu o rozložení výrobních časů na obrábění součásti, to vše za předpokladu definice podmínek procesu. Také lze odvodit využití stroje, pracovníků a plány údržeb.[5]

Využití softwarového vybavení má výhody v simulaci a řízení výrobního procesu, šetří čas, poukazuje na potencionální chyby, umožnuje tvorbu výrobních strategií pro reálné procesy a také umožňuje generovat výstupy (časového a množstevního charakteru pro daný výrobní proces). Pro využití těchto softwarů je zapotřebí kapitál na nákup, provoz, školení, servis a také kvalifikovaný personál. V neposlední řadě připravené podklady pro realizaci „simulací“ a čas pro finální zhodnocení navrhovaných řešení. Odměnou jsou výstupy založené na reálných datech, na jejichž základě lze začít přesněji plánovat.

2.1.2 TECHNICKÝ ROZBOR VÝROBNÍCH PROCESŮ A SYSTÉMŮ

Požadavky na realistické návrhy útvarů TPV jsou vždy založeny na detailním rozboru externích, respektive interních procesů a systémů. Cílem rozborů je vytvořit databázi informací a jejich vazeb, ze kterých TPV provede návrh. Databáze obsahuje komplexní informace pro zajištění konkrétní výroby. Odpovídá na otázky typu CO? a JAK? budeme vyrábět a za jakých podmínek. Definuje data výrobního

[4] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2. s. 30 - 32
[5] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2. s. 36 - 37

programu – sériovost a opakovatelnost výroby, rozměry součástí, tvar součástí, materiál součástí, identifikátory (názvy, atesty, výrobní čísla, aj.), vyráběné nebo nakupované součásti, stupeň kooperace a mnoho jiných. Spektrum databáze závisí na rozsahu výroby a způsobu její realizace. Z toho plyne, že každý proces a systém je ojedinělý a bude k němu potřeba přistupovat individuálně.

V neposlední řadě je nutné se zabývat spotřebou času ve výrobním procesu. Dobrá organizace práce je cílem k dosahování efektivní výroby a její hospodárnosti. Z tohoto důvodu se věnuje velká pozornost spotřebě času, která se s technickým pokrokem neustále mění a tvoří jeden z nejdůležitějších pracovních ukazatelů. Jejím vhodným nastavením dosáhneme pozitivních výstupů. Spotřeba času se týká pracovních sil (pracovník, operátor), výrobních prostředků (strojů) a také pracovních předmětů (tok materiálu, logistika). Rozbor spotřeby času na časy nutné (normované) a zbytečné (ztráty) je důležitý z hlediska účelného dosahování výkonů. Pracovní dobu, respektive hlavní výrobní časy lze pomocí časových norem rozdělit na:[6]

- Ta – čas jednotkové práce
- Tb – čas dávkové práce
- Tc – čas směnové práce

Tyto časy jsou vždy doplňovány o časy nutných a podmínečně nutných přestávek. Časy ztrát představují rezervy v pracovním čase. To znamená, že čas pracovníka nebo stroje není adekvátně využit.

Informace týkající se spotřeby času jsou považovány za důvěrné interní informace společnosti, které mohou poskytovat konkurenční výhodu. Proto je metodika spotřeby času často interním tajemstvím. Existují však obecné zásady a přístupy, s pomocí kterých lze daná data stanovit, nicméně výsledky se zpravidla budou lišit v porovnání s podnikovými[7].

[6] NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2016-06-25]. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
[7] NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2016-06-25]. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.

3 PODNIKOVÉ ŘÍZENÍ

Řízení podniku[8] je složitý proces, jehož výstupem je naplnění základních podnikových cílů. Podniky, jejichž cílem je budovat a rozvíjet společnost, mají jako jeden z hlavních cílů zvyšování hodnoty podniku, respektive dosahování zisku. To však přináší spoustu otázek, jak takovýchto cílů dosáhnout. Pro dosažení cílů je zapotřebí vytvořit řídící proces, který zajistí spolupráci mezi jednotlivými spolupracovníky a odděleními napříč podnikem. Je vyžadováno, aby vzájemná spolupráce byla koordinována, probíhala v jasně definovaných krocích, byla prováděna kontrola provedených výstupů a pracovníci byli motivováni. Na základě podnikového řízení musí docházet k propojení činností a synchronizaci. To znamená, že docílíme plynulého časového sledu mezi jednotlivými činnostmi. Dodržením těchto předpokladů by měl podnik úspěšně naplnit svoji funkci a přeměnit vstupy na výstupy, které následně nabídne svým zákazníkům.

Řízení podniku probíhá ve fázích: [9]

- plánování
- organizování
- personalistika
- vedení
- kontrola

Úkolem manažerů je účinně a efektivně řídit svá oddělení tak, aby nejen při přeměně vstupů na výstupy dosahovali produktivních výsledků. Důvodem pro takové chování je fakt, že samotný podnik působí v tržním prostředí, kde existuje konkurence, která se s rozšiřující globalizací neustále zvětšuje. Znamená to, že na podnik působí faktory vnějšího a vnitřního prostředí, které je zapotřebí propojit a kontrolovat, abychom dosáhli stanovených cílů. Celkové fungování podniku se odráží do jeho řízení na všech úrovních, tzn. vrcholný management, střední management a provozní řízení.

Pro všechny zmíněné typy řízení platí, že nemohou existovat samostatně, ale vzájemně se ovlivňují. Stejná vazba se přenáší i do dosahování cílů na jednotlivých

[8] Termín *„podnik“* není současným právním systémem definováno. Považuji jej za významově adekvátnější než současný právní název *„závod“* a proto jej také využívám ve své práci.
[9] SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3. s. 173

úrovních podnikového řízení. To znamená, že i rozhodnutí nebo záměry středního managementu pro samotnou změnu výroby se odrazí ve všech odděleních a úrovních podnikového řízení. Důsledkem toho dojde k vzájemné interakci, která vyústí k určitým změnám. Návrh pozitivních změn lze využít k lobby pro získání nových technologií, vybavení, resp. modernizaci stávajících pracovišť a investic. Představované změny současně přinesou vrcholnému managementu progres v dosaženém růstu, zvýšení potenciálu a možností, které zvýší konkurenceschopnost. Z hlediska provozního řízení a jeho vztahu k navržené změně může docházet ke změnám na výrobních pracovištích – změně výrobních procesů, jejich postupů, výrobních a pracovních kapacit, atp. V důsledku však tato změna může přinést změnu postoje k přijímání nových zakázek a jejich detailnějšímu plánování a rozhodování o nich samotných. [10]

3.1 STRATEGICKÉ ŘÍZENÍ

Značnou měrou se na fungování podniku podílí vrcholný management, který pomocí strategického řízení soustřeďuje síly podniku k daným záměrům, zajišťuje a upevňuje vazby pro jejich dosahování. Jedná se o klíčový prvek řízení plánů, projektů a činností realizovaných podnikem.

Významným prvkem strategického řízení je konkurenční výhoda, která posiluje vliv podniku na trzích, kde existuje konkurence[11].

Ačkoliv se strategické řízení orientuje především na aktivity budoucího vývoje a ne na detaily, je neustále v souběhu s taktickým a operativním řízením. Tyto dvě pod úrovně řízení zajišťují detailnější pohled na plánování a jeho dosahování.

3.2 TAKTICKÉ ŘÍZENÍ

Aktivity na úrovni taktického řízení jsou realizovány prostřednictvím středního managementu. Dochází ke konkretizaci strategických cílů a jejich dosahování ve střednědobém horizontu - měsíce až dva roky. Zpravidla jej zastupují manažeři odpovědní za podnikové útvary - manažer kvality, manažer financí a podobně.

Úkolem je řídit postupy a procesy tak, aby docházelo k efektivnímu naplňování operativních cílů, které jsou ve srovnání se strategickými, měřitelnější a jednodušeji

[10] SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3. s. 172
[11] SEDLÁČKOVÁ, H., *Strategická analýza*. Praha: C. H. Beck, 2000. ISBN 80-7179-422-8. s. 64

kvantifikovatelné. Zpravidla se jedná o úkoly, jejichž úroveň a obsah je náročnější a vyžadují patřičnou kvalifikovanost pro své vyřešení. K měření těchto cílů lze využít ukazatelů (objem prodeje, podíl na trhu, výše zisku, výnosnost kapitálu, atp.), na kterých se odrazí změny našeho řízení[12].

3.3 OPERATIVNÍ ŘÍZENÍ

Jedná se o nejnižší úroveň podnikového řízení, která se zabývá detaily konkrétních plánů vnitropodnikového řízení. Je základem fungování každého podniku. Tato forma řízení je aplikována v krátkodobém časovém horizontu, tedy v rámci týdnů, měsíců, čtvrtletí atp. Její roli zajišťují předáci, mistři, projektoví manažeři a manažeři s úzkým rozsahem odpovědnosti. Záměrem je co nejefektivněji a nejhospodárněji využívat vlastní zdroje, řídit procesy, řešit chyby, problémy a zajišťovat nutné zdroje. To vše na dennodenní úrovni. Nástrojem operativního řízení jsou normy, nákladové kalkulace, rozpočty středisek, aj., díky kterým je možné orientovat naši pozornost na hodnocení výnosů, nákladů ze zisku a plánování výrobní kapacity [13]. Velice úzký vztah tohoto typu řízení je s controlingem.

Důsledným operativním řízením lze předcházet poruchám, nehodám a všem ostatním projevů nehospodárnosti a neefektivnosti. Každodenní řešení různorodých požadavků umožňuje hledat slabá místa v procesech a neustále je zlepšovat, a tedy naplňovat smysl operativního řízení.

[12] HRADECKÝ, Mojmír, Jiří LANČA a Ladislav ŠIŠKA. *Manažerské účetnictví*. Praha: Grada, 2008. Účetnictví a daně (Grada). ISBN 978-80-247-2471-3. s- 36 - 40

[13] ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-1679-4. s- 69 - 70

4 PODNIKOVÉ PLÁNOVÁNÍ

Základním nástrojem pro dosažení budoucích cílů je plánování. Tento proces se odehrává na manažerské úrovni, kde dochází k rozhodování, jaké projekty budou realizovány. Výsledkem plánování je plán, jehož výstupem je soubor informací, které detailně rozpracovávají danou problematiku a navrhují scénář k jejich řešení. [14] Zabývají se problematikou využití disponibilních zdrojů a jejich kapacit ve vztahu k dosažení stanovených cílů. Primárně je plánování využíváno na úrovni taktického a operativního řízení, jejichž časový horizont je z hlediska předpovědi plánování procesů a zdrojů únosný a v případě náhlých změn lze rychle reagovat.

Všechny procesy a zdroje v podniku jsou vzájemně propojeny, tudíž pro zajištění racionálního přístupu k nim je plánujeme. Ve své podstatě se jedná o proces dělby práce jednoho celku, kdy každá jednotka provede svůj úkol, ze kterého ve finále vznikne definovaný cíl. Klíčovým prvkem je však dodržování plánu a všech jeho podmínek. Proces plánování rozvíjí podnik jako celek a promítá se do jednotlivých podnikových oddělení individuálně, tzn.: zabýváme se plánováním marketingu, investic, zásobování, výroby, výzkumu a vývoje, financí, lidských zdrojů, aj.

Pro potřeby své práce se omezím pouze na plánování podnikových oblastí, které s mým tématem nejblíže souvisí.

4.1 PLÁNOVÁNÍ NÁKUPU

Funkcí oddělení nákupu je zajistit vnitropodnikové potřeby, jejichž rozsah je značně široký. Musí zabezpečit zdroje pro výrobní i nevýrobní procesy podniku (suroviny, energie, podpůrné materiály, součástky, pomůcky, náhradní díly, nářadí, přípravky, režijní materiály, služby a mnoho jiných). Pro zajištění všech požadavků je zapotřebí znát potřeby a plány podniku, na jejichž základě lze realizovat komunikaci s vnějším prostředím. Z hlediska vyráběného sortimentu je vhodné realizovat dlouhodobé strategie, provádět průzkum trhu a neustále udržovat souběh s vnějším okolím. Získáme

14 WÖHE, Günter a Eva KISLINGEROVÁ. *Úvod do podnikového hospodářství.* 2., přeprac. a dopl. vyd. Přeložila Zuzana MAŇASOVÁ. V Praze: C. H. Beck, 2007. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-897-2. s. 565 - 568

přehled o trhu a potencionální spolupráci. Vše záleží na tom, v jaké oblasti nákupu se pohybujeme a jaká zde existuje konkurence[15] .

Vodní turbíny patří mezi zakázkovou výrobu, kde je nutné výrobu individuálně posuzovat pro každou zakázku. Požadavky na kvalitu zpracování, termín dodání a dodržení všech poptávaných podmínek jsou však stejně důležité jako v případě hromadné výroby. Výrobní změna z hlediska vstupního polotovaru přináší nové výzvy pro nákupní oddělení v podobě požadavků na velice rozměrné polotovary specifických materiálových jakostí. Trh pro nákup jednotlivých polotovarů je tedy limitován, respektive je užší, než v případě poptávky běžných polotovarů. Nákupní strategie se budou převážně orientovat na přímé výrobce námi specifikovaných požadavků. V některých případech bude možné realizovat nákupy na úrovni meziprodeje, jelikož se jedná o standardní rozměry, jejichž prodejem se výhradní výrobci nezabývají.

4.2 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY

Plánovat výrobní aktivity můžeme na základě plánovaných prodejů nebo v našem případě při realizaci jednotlivých zakázek. Vždy se bude jednat o totéž, tedy plán, jak co nejefektivněji nakládat s výrobními kapacitami, lidskými zdroji a surovinami.

Cílem je synchronizovat potenciál výrobních kapacit, lidských zdrojů a surovin tak, abychom zajistili jejich racionální využití. Plánování výroby se odvíjí od definovaných operativních plánů, které specifikují plány pro hlavní výrobní procesy a současně plánují aktivity podpůrné a pomocné, které podporují samotnou výrobu[16].

4.3 PLÁNOVÁNÍ ÚDRŽBY A OBNOVY MAJETKU

Znalost vlastního majetku a jeho stavu je důležitým prvkem v hospodaření, zajistíme-li plánovaný servis a údržbu výrobních zařízení, předejdeme tak nečekaným událostem, které mohou ohrozit pozici podniku na trhu. Samozřejmě ne vždy lze poruchám předcházet, ale i sebemenší snaha hraje významnou roli.

Pokud analýzy vypovídají o pozitivním vývoji podniku v oblasti finančních disponibilních zdrojů, tak i efektivním využívání výrobních kapacit, mohou přicházet

15 TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0. s. 217 - 234
16 TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0. s. 207 - 214

požadavky na obnovu nebo rozšíření výrobního majetku. To přináší komplexní posouzení plánovaných prodejů, propočtů návratnosti investic a také její rizikovosti.[17]

Z pohledu nových investic přichází na zvážení obnova strojového vybavení vzhledem k množství zakázek a budoucímu vývoji. Důležitým parametrem bude využitelnost stroje z hlediska návratnosti investice a další související náklady v podobě obsluhy, přípravy technické dokumentace a provozního vybavení.

4.4 PLÁNOVÁNÍ LIDSKÝCH ZDROJŮ

Jedná se o složku plánování podniku, která odpovídá za úspěšný vývoj podniku. Jejím cílem je dosažení rovnováhy mezi potřebou pracovních sil a disponibilními zdroji. Oddělení lidských zdrojů identifikuje nové role, jejich profesní, kvalifikační, odpovědnostní a schopnostní požadavky na zaměstnance. Následně reaguje na vnitropodnikový plán, na jehož základě iniciuje patřičné kroky.

Oddělení plánuje zaplnění pracovních míst z vnitřních nebo vnějších zdrojů, vždy podle individuálních kritérií. Zabývá se uspokojením požadavků oddělení, tak i samotných zaměstnanců s cílem dosažení optima nákladů vynaložených na celý proces. Pro získání vhodného kandidáta je nutná vzájemná vnitropodniková spolupráce, díky které dojde k určení klíčových zaměstnanců pro danou pozici[18].

[17] SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3. s. 175

[18] MÁCHAL, Pavel, Martina KOPEČKOVÁ a Radmila PRESOVÁ. *Světové standardy projektového řízení: pro malé a střední firmy: IPMA, PMI, PRINCE2*. Praha: Grada, 2015. Manažer. ISBN 978-80-247-5321-8. s. 56 - 58

5 MANAŽERSKÉ ÚČETNICTVÍ

Manažerské účetnictví, dle anglosaské literatury „Managerial accounting“, se zabývá vnitropodnikovým účetnictvím. Tj. účetnictvím, které se řídí pravidly každého podniku a také požadavky řídících pracovníků, kteří s ním pracují. Jedná se o systém, který má vazby na finanční účetnictví, ale jeho účel je rozdílný. Cílem není jen získat souhrnné informace pro kontrolu skutečných nákladů, ale poskytnout veškerá možná data k realizaci manažerských rozhodnutí. To znamená poskytnout jednak běžná data z finančního účetnictví k danému předmětu zájmu, tak je doplnit o podrobná data získaná hlubším rozborem daných procesů, transakcí a jiných alternativ. Poskytuje informace jak z informačního systému podniku, tak i jeho okolí, abychom získali co nejširší škálu dat pro manažerské rozhodování[19].

Manažerské účetnictví využíváme například ke zjištění skutečně vynaložených nákladů. To spočívá v zjišťování odchylek při porovnání plánovaného stavu s již realizovaným stavem. Kalkulujeme náklady vynaložené na daný účel, ze kterého získáme výnos z prodeje nebo zvýšíme stav rozpracované výroby, potažmo zásob. Pro získání takovýchto informací je zapotřebí zabývat se náklady jednotlivých procesů, resp. aktivit, které nám následně umožní provádět manažerská rozhodnutí.

Manažerské účetnictví se od jiných forem účetnictví liší přístupem k nákladům. Klade vyšší nároky na množství informací vztahujících se k nákladům na všech úrovních podnikových procesů. Jedná se především o daleko širší škálu informací o nákladech, která je vyžadována pro řízení nákladů, o kterých již bylo rozhodnuto, a rozhodování o budoucím vývoji sledovaných procesů. Náklady jsou vyjadřovány jako hodnotově vyjádřené, účelně vynaložené ekonomické zdroje podniku, účelně související s ekonomickou činností[20]. Z tohoto důvodu je zapotřebí sledovat jejich racionální hospodárné používání, za jakým účelem a v jaký prospěch jsou využity. Ze vztahu k vynaloženým nákladům a prospěchu lze vyvodit důležitá kritéria manažerského účetnictví. Mezi nejdůležitější patří například: ekonomická efektivnost, ekonomická účinnost a hospodárnost. Z časového hlediska řízení nákladů a výdajů jsou k řízení

[19] KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-141-0. s.19 - 21
[20] KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-141-0., s.44

důležitá tato kritéria: solventnost, likvidita, cash-flow, struktura vlastního a cizího kapitálu.

Cílem je zhodnocení nákladů, zvýšení hodnoty majetku, v porovnání s původními vynaloženými náklady. Tradiční členění nákladů pro řízení se dělí na druhové a účelové. Z hlediska detailnějšího rozboru procesů na jednotlivé úkoly a jejich náklady zavádíme rozdělení na jednicové a režijní. Zabýváme-li se příčinnou vazbou, zda jsou přiřaditelné a souvisí s daným úkolem, volíme rozdělení na přímé a nepřímé. Z hlediska budoucího vývoje a poskytování podkladů pro variabilní řešení je vhodné rozdělovat náklady v závislosti na objemu výkonů, respektive kapacitě. Z pohledu dlouhodobější predikce odhadovaných nákladů zvažovaných variant je zapotřebí brát v úvahu relevantnost/irelevantnost poskytovaných dat.

Zavádění složitějších procesů se neprojevuje jen ve složitosti jeho řízení, ale také v nutnosti jeho informačního zajištění. Požadavky manažerů vzrůstají a výrazně se odlišují od požadavků na účetní subsystém. Rostou nároky na obsah, strukturu a orientaci manažerského účetnictví, tak i vazby na finanční a daňové účetnictví. Interpretace vzájemných vztahů náklady-výkony pro potřeby manažerského účetnictví lze vyložit dvěma směry: [21]

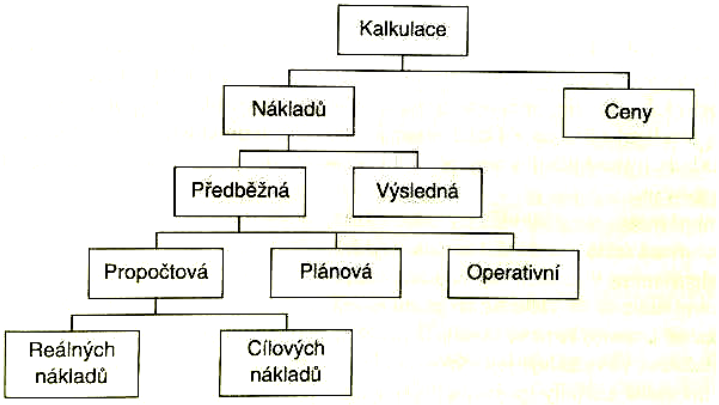
a) Výkonové zpravidla se využívá ke zjištění primárních nákladů. Sleduje skutečnou výši nákladů ve vztahu k výnosům a primárně tedy k místu jejich vynaložení.
b) Odpovědnostní zpravidla se využívá ke zjištění sekundárních nákladů. Sleduje přínos jednotlivých vnitropodnikových útvarů ve vztahu, který útvar má odpovědnost za vznik daného nákladu.

Zpracovávání manažerského a finančního účetnictví je možné souběžně, a to ve zpracování jednookruhovém, respektive dvouokruhovém účetnictví. Jednookruhové účetnictví spočívá ve vedení analytické evidence, jak pro finanční, tak pro manažerské účetnictví. Naopak dvouokruhové účetnictví spravuje požadavky obou účetnictví odděleně v separátním okruhu.

[21] HRADECKÝ, Mojmír, Jiří LANČA a Ladislav ŠIŠKA. *Manažerské účetnictví*. Praha: Grada, 2008. Účetnictví a daně (Grada). ISBN 978-80-247-2471-3, s. 123

5.1 KALKULACE NÁKLADŮ

Kalkulace, jakožto informační nástroj manažerského účetnictví, má širokou škálu využití. Jsou to nejčastěji kalkulace nákladů, výkonů, polotovarů, činností, aktivit nebo dílčích operací. Například je lze využít jako nástroj pro rozhodování o daných výkonech, nástroj k řízení hospodárnosti, nástroj ocenění polotovarů a mnoho jiných. Neexistuje však jedna kalkulace pro všechny úlohy, ale několik různých typů dle účelu využití. Obrázek 5.1-1 „kalkulační systém a jeho členění“ uvádí rozdělení kalkulací dle jejich využití v časovém horizontu.



Obrázek 5.1-1 Kalkulační systém jeho členění

Zdroj: Kniha manažerské účetnictví[22]

Ve své praktické části se zabývám částí propočtové kalkulace, jejímž obecným cílem však zůstává posoudit efektivnost daného procesu. Dílčí částí proto, že sleduji pouze vybrané nákladové položky a nesestavuji komplexní propočtovou kalkulaci obsahující cenu výrobku, marži, nákladové položky, zisk a další hodnotící kritéria.

Propočtovou kalkulaci uplatňujeme při změně nebo zavádění technických změn a jejich modifikací. Zpravidla nejsou k dispozici výkonové normy. Kalkulaci sestavujeme na základě interních a externích informací – vlastních a cizích technickoekonomických parametrech, cenách a jiných. Cílem je zachytit nákladovou náročnost daného procesu, která odpovídá schopnostem podniku. Získáme podklady pro sestavení „cenové nabídky“ za proces. Růst globalizace a tedy konkurenčního prostředí posouvá propočtovou kalkulaci ke kalkulaci cílových nákladů (Target costing). Snahou je zobrazit cílové

[22] KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-141-0. s.19 - 187

podmínky (náklady), kterých bychom měli dosáhnout, abychom byli na trhu úspěšní v prodejích.

Cílem kalkulace je řídit hospodárnost vynakládaných zdrojů a z globálního hlediska dosahovat ekonomické efektivnosti. Kalkulace řeší propočet nákladů, marže, zisku, ceny a jiných veličin ve vztahu k určitému výrobku, úkolu, procesu nebo službě. Vypovídací hodnota kalkulací je důležitá pro všechny oddělení v ní zainteresovaná, tudíž by se měla podílet jak na jejím sestavení, tak i na vyhodnocení. Kalkulace vyjadřuje výstup, který stanoví náklady daného výkonu za předpokladu definice počátečních podmínek (předmětu kalkulace a kalkulovaného množství) a přiřazení nákladů ke kalkulovanému předmětu. Přiřazení nákladů k předmětu kalkulace rozhoduje o její vypovídací hodnotě. Snahou je docílit co nejúčinnějšího dělení nákladů, a tedy jejich detailního rozboru. Z tohoto důvodu není dostačující rozdělení nákladů jen na přímé a nepřímé, jelikož výrobní procesy jsou složité a jejich náklady lze více rozdělit. Zpravidla pro daný proces definujeme kalkulaci, kterou vymezujeme kalkulované množství a druh úkolu, výrobku, apod., pro který definujeme přímé náklady, které jsou jak ve variabilní, tak i fixní vazbě na daný proces. Z hlediska nepřímých nákladů je část vynakládána ve prospěch variabilní složky a zbylá část na zajištění provozních kapacit[23].

5.2 CONTROLLING

Počátky controllingu jako metody řízení, spadají do první poloviny 20. století. Vyvíjí se z pozice, kdy fungoval jako nástroj řízení na bázi podávání informací, který zpravidla doplňoval informace z účetních výkazů. Sběr a zpracování těchto informací prováděl tzv. controller[24], který spolupracoval s daným podnikovým útvarem a jeho vedoucím pracovníkem. Získával jednak finanční, tak ex-post informace daného útvaru, ze kterých prováděl analýzy vůči plánům, rozpočtům aj., Následně vyvozoval otázky na vedoucí pracovníky, např.: Proč došlo k analyzovaným změnám?. Tento model však vedl ke vzniku duplicitních informací a sporům vzniklých na základě práce s těmito informacemi ve vztahu k podnikovému řízení. Negativa vedla ke snaze rozšířit koncept o informace týkající se budoucího směřování podniku z pohledu cílů a hodnot, a zapojení řízení podniku jako celku. Odlišnosti v řízení každého podniku přispěly k rozvoji

[23] KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-141-0. s.19 - 123

[24] LAZAR, Jaromír. *Manažerské účetnictví a controlling*. Praha: Grada, 2012. Účetnictví a daně (Grada). ISBN 978-80-247-4133-8. s 244

prvotního konceptu controllingu. Hlavní autoři v oblasti controllingu vymezují sedm pilířů controllingu, sumarizujících jeho současné principy, kterými jsou[25]:

- Cílovost
- Integrace
- Plánování
- Vyhodnocování
- Výběr a aplikace metod a ostatních nástrojů
- Formalizace a standardizace postupů
- Učení se

Controlling tedy představuje koncept, kdy Controller poskytuje schopnosti, poznatky, know-how, aj., které využívá ke koordinaci a poskytování informací od úkolů až po strategické cíle. Podílí se na rozhodování a jeho aktivity se zacilují k podniku jako celku.

[25] KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-141-0. s.31

PRAKTICKÁ ČÁST

6 EKONOMICKÁ ANALÝZA ZMĚNY VÝROBNÍHO PROCESU

Praktická část diplomové práce se zabývá problematikou ekonomické analýzy aplikované na změnu výrobního procesu Francisovy turbíny. Práce vznikla ve spolupráci se společností MAVEL, a.s., která patří mezi přední české výrobce zařízení pro vodní elektrárny.

Z důvodu rostoucích požadavků směřujících k realizaci speciálních dodávek „na míru“ se zvyšují nároky na společnost k aktivnímu přístupu a hledání nových řešení, která přinesou vyšší přidanou hodnotu z budoucích zakázek. Hledají se přístupy, kterými docílíme co nejhospodárnějšího a nejefektivnějšího způsobu realizace celé zakázky, kdy maximalizujeme zisk při zachování optima nákladů.

Byl vybrán projekt vodní elektrárny, ve kterém společnost vyráběla na zakázku Francisovu turbínu. Ta se patří mezi jeden z hlavních produktů výrobního portfolia. Pro potřeby diplomové práce byly vytipovány tři součásti Francisovy turbíny, které jsou pro daný produkt klíčové a z pohledu společnosti umožňují prostor k potenciálním změnám a sestavení ekonomické analýzy. Jedná se o Rozváděcí lopaty, Přední víko a Lopatkový kruh.

Cílem práce je analyzovat současný stav výroby vytipovaných součástí Francisovy turbíny, rozebrat navrhovaná řešení a provést ekonomické zhodnocení. Důvodem volby těchto součástí je jejich konstrukční, technologický a výrobní aspekt, který se promítá do výrobních nákladů součástí a je z pohledu ekonomiky výroby pro společnost klíčový.

6.1 SPOLEČNOST MAVEL, a.s.

Společnost MAVEL, a.s., je akciová společnost, jejímž hlavní výrobním programem je výroba vodních turbín a zařízení pro vodní elektrárny. Společnost je také schopna zajistit kompletní realizaci vodní elektrárny a souvisejících technologií. Byla založena v Praze roku 1990, kdy navázala na tehdejší tržní potenciál. V roce 2010 založila dceřinou společnost Mavel Americans, Inc., Boston, USA[26].

[26] *MAVEL TURBINES FOR HYDROELECTRIC POWER* [online]. 2015 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: http://www.mavel.cz/

Portfolio společnosti zaujímá široké spektrum vodních turbín typu Kaplan, Francis, Pelton a Micro, čímž je schopna vyhovět požadavkům zákazníků po celém světě. Pro všechny vyráběné typy turbín uplatňuje vlastní design. Instalované výkony vyrobených vodních děl jsou v rozmezí 30 kW – 30 MW, což dle klasifikace vodních elektráren, dle ČSN 75 0128 Vodní hospodářství, která rozděluje vodní elektrárny dle velikosti instalovaného výkonu, řadí společnost do výroby malých a středních vodních elektráren.

Rozdělení vodních elektráren dle instalovaného výkonu, dle ČSN 75 0128 *Vodní hospodářství* [27]

- malé vodní elektrárny (instalovaný výkon do 10 MW)
- střední vodní elektrárny (instalovaný výkon do 200 MW)
- velké vodní elektrárny (instalovaný výkon nad 200 MW)

Vyjma hlavních výrobních produktů, vodních turbín, společnost vyrábí další prvky elektráren, jako jsou česle, ocelové jezy, savky a další doprovodná technická zařízení nezbytná pro provoz. Společnost nabízí zajištění servisní činnosti a oprav, což má bezesporu řadu výhod. Tato činnost přináší nejen znalosti v podobě informací o stavu elektráren v průběhu jejich životního cyklu, ale také rozvoj v oblasti zajištění vhodných oprav. Z toho plynou zkušenosti pro navrhování vhodných technologických řešení a v neposlední řadě finanční příjmy a kontakt se zákazníkem (provozovatelem elektrárny).

6.2 FRANCISOVA TURBÍNA

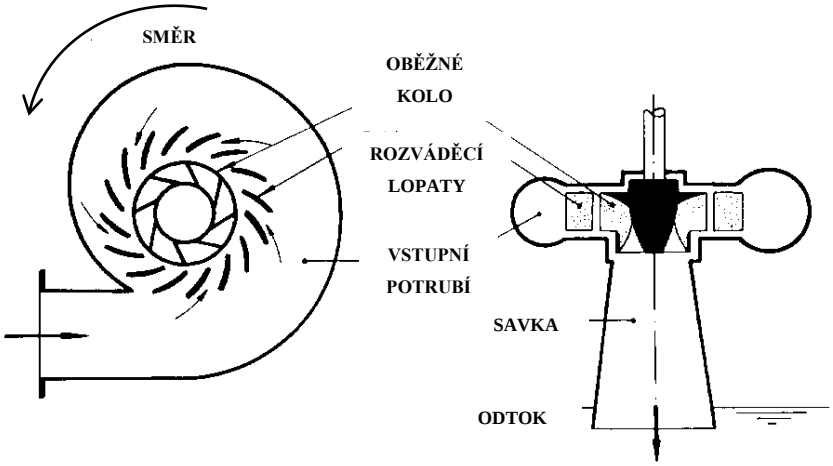
Práce se zabývá právě Francisovou turbínou, jakožto jedním z hlavních produktů společnosti MAVEL, a.s. Jedná se o nejdůležitější prvek vodní elektrárny, který zajišťuje přenos energie vody na mechanickou práci. Ta je následně přeměněna generátorem na elektrickou energii.

Francisova turbína patří mezi přetlakové turbíny a pracuje na principu přeměny polohové energie vody na kinetickou energii. K tomuto procesu dochází jak v kanálech

[27] *Malé vodní elektrárny*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 8088905451. s. 23

rozváděcího kola, tak i na oběžném kole. Postupně dochází ke snižování hydrostatického tlaku při průchodu vody turbínou a vzniká přetlak[28].

Zabývám se radiálně axiální konstrukcí Francisovy turbíny, jejíž hlavní komponenty jsou spirála (kašna), rozváděcí kolo, oběžné kolo a savka. Diplomová práce se zaměřuje na rozváděcí kolo, které je konstruováno pomocí sady Rozváděcích lopat uložených mezi Lopatkový kruhem na straně jedné a Předním víkem na straně druhé, viz schéma Francisovy turbíny, obrázek 6.2-1.



Obrázek 6.2-1 Schéma Francisovy turbíny

Zdroj obrázku: vlastní tvorba na základě: Chapallaz, J-M., Eichenberger, P., Fischer, G., (1992)[29]

6.2.1 PROJEKT FRANCISOVY TURBÍNY

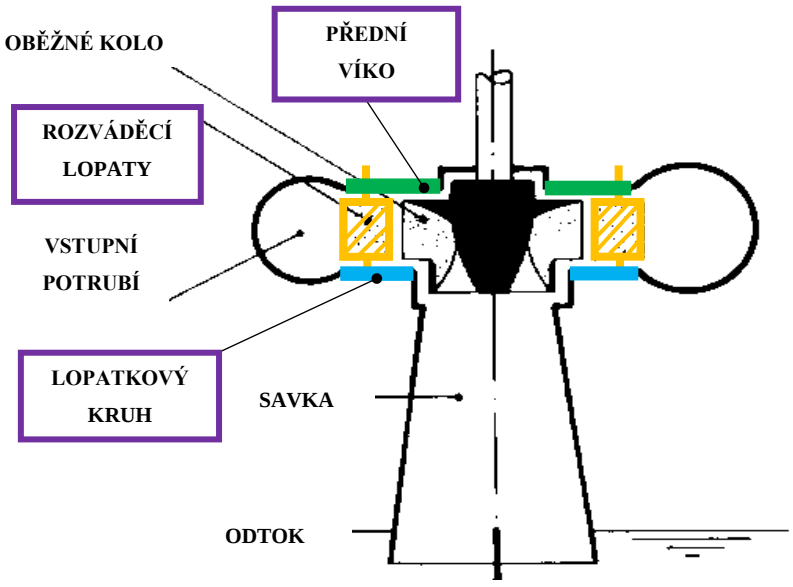
Pro potřeby diplomové práce byla umožněna spolupráce na projektu Francisovy turbíny číslo 0263. Tento projekt zahrnuje výrobu a instalaci dvou kusů Francisových turbín. Bližší informace o projektu, jeho lokaci a souvisejí pozadí zůstanou nezveřejněny.

[28] MELICHAR, Jan, Jaroslav BLÁHA a Jan VOJTEK. *Malé vodní turbíny: konstrukce a provoz*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1998. s. 50 - 60

[29] Jean-Marc Chapallaz, Peter Eichenberger, Gerhard Fischer. *Manual on Pumps Used as Turbines*. Vydavatelství: Informatica International, Incorporated, Rok 1992, ISBN 3528020695, 9783528020699, Dostupné z: http://www.nzdl.org/gsdlmod?a=p&p=about&c=hdl

Jelikož se každý projekt liší parametry lokace, je nutné jej řešit individuálně jak z hlediska návrhu, tak i v některých aspektech výroby. Z pohledu managementu zůstává problematika zachována. Projekty těchto typů jsou komplikované zakázky, vyžadující řadu komplexních řešení pro úspěšnou realizaci a prevenci problémů.

Vstup do projektu je iniciován úspěšným absolvováním výběrového řízení, kde je nejdůležitějším prvkem rozsah požadovaných prací. Z hlediska výběrového řízení jsou rozhodujícími parametry jak, termín dodání, konečná cena, kvalita zpracování a zajištění servisu. Jednotlivá kritéria jsou spolu svázána, a tak je důležité znát své výrobní a technologické možnosti, které nám umožní se snadněji rozhodnout, zda do daného výběrového řízení vstoupit či nikoli. Samotný termín dodání je limitujícím faktorem, který je ve vzájemné vazbě na kvalitu a cenu. To vše se odráží ve výrobních možnostech a potenciálu. V některých případech může být výhodnější zvolit dražší technologie, díky kterým budeme schopni výsledný produkt dodat v kratším časovém intervalu a současně dosahovat zisku. Dobrou znalostí vlastních možností a limitů získáváme konkurenční výhodu a výhodnější pozici na trhu. Samotné rozhodnutí a návrhy daných technologických a výrobních řešení spotřebovávají čas nutný ke zpracování projektu. Včasnou přípravou však můžeme pružně reagovat na potenciální výběrová řízení a poskytovat nabídky se střízlivějším odhadem marže.



Obrázek 6.2.1-1 Součásti Francisovy turbíny určené pro analýzu
Zdroj: vlastní tvorba dle: Chapallaz, J-M., Eichenberger, P., Fischer, G., (1992)[30]

[30] Jean-Marc Chapallaz, Peter Eichenberger, Gerhard Fischer. *Manual on Pumps Used as Turbines*. Vydavatelství: Informatica International, Incorporated, Rok 1992, ISBN 3528020695, 9783528020699, Dostupné z: http://www.nzdl.org/gsdlmod?a=p&p=about&c=hdl

Ve své práci se vymezím vůči celému projektu zástavby dvou Francisových turbín, a budu se zabývat pouze vytipovanými součástmi zachycenými na obrázku 6.2.1-1, jejichž vyráběné množství dokumentuje tabulka 6.2.1-1. Výběr součástí je záměrný s ohledem na jejich výjimečnost vztahující se k rozměrům, tvaru a možnostem použití různých výrobních technologií.

Tabulka 6.2.1-1 Analyzované součásti

Analyzované součásti	Počet ks / 2 turbíny	Výkresová dokumentace
Rozváděcí lopata	32	Příloha č.1 – Výkres Rozváděcí lopaty
Lopatkový kruh	2	Příloha č.2 – Výkres Lopatkového kruh
Přední víko	2	Příloha č.3 – Výkres Předního víka

Zdroj: Vlastní tvorba na základě interních dat společnosti MAVEL, a.s.

6.3 ROZVÁDĚCÍ LOPATA - RL

Obrázek 6.3-1 Rozváděcí lopata v rozpracovaném stavu, ilustrativní

Zdroj: Archiv společnosti MAVEL, a.s.

Rozváděcí lopata je důležitým prvkem vodní turbíny zajišťující regulaci vodního toku turbínou. Z těchto důvodů jsou na tuto součást kladeny vysoké nároky na její funkčnost, životnost a také spolehlivost. Je vystavena nejrůznějším provozním podmínkám závislých na zástavbové lokaci, jako jsou například: korozní, erozivní, popřípadě kavitační účinky proudícího média, široký rozsah zatížení způsobený změnami napěťových stavů proudícího média vlivem jejich regulační funkce.

Tyto okolnosti a mnohé další přispívají k prevenci, a tedy i kvalitnímu technickému zpracování na prvopočátku realizace projektu a předejití odstávkám a následným provozním zásahům a. Z těchto důvodů jsou současné Rozváděcí lopaty vyráběny z korozivzdorných materiálů, které vynikají svými fyzikálně-chemickými a

mechanickými vlastnostmi. Pro tento projekt byla navržena Rozváděcí lopata z oceli, jak udává tabulka 6.3-1.

Tabulka 6.3-1 Materiálová jakost Rozváděcí lopaty

Součást	Materiál	
Rozváděcí lopata	GX4CrNi13-4+QT	Korozivzdorná ocel na odlitky

Zdroj: Vlastní zpracování

Rozdíl mezi současným stavem výroby a změnou výrobního postupu spočívá v nahrazení druhu polotovaru. To znamená, že odlitky Rozváděcích lopat se nahradí výpalky z tlustých plechů. Tím nastává změna vstupních parametrů, které mají vliv na úvodní operace obrábění. Další změny souvisí s kvalitou polotovaru, termíny dodávky a cenou. Jedná se o nepřímou změnu výroby z pohledu společnosti, která nastane v kooperaci.

6.3.1 ROZVÁDĚCÍ LOPATA – SOUČASNÝ STAV VÝROBY

Výroba Rozváděcích lopat je realizována technologií slévání, z důvodu jejich tvarové složitosti, výrazných zakřivení a objemových změn v různých řezech.

Technologie slévání dovoluje vyrobit tvarově složité Rozváděcí lopaty v požadovaných jakostech. Proces výroby je však významně zatížen nákladovou a časovou náročností na výrobu modelu a také z hlediska spotřeby energií. Zpravidla se využívá pro velkosériovou výrobu, kde je možno dosáhnout významných úspor z rozsahu. Existují však případy, kdy nelze vzít v úvahu jinou technologie, ať už z důvodu rozměrového, tvarového, termínového nebo například množstevního. Kooperující slévárna odlévá kov konvenčním způsobem do pískových forem. Výhody a nevýhody této technologie jsou zmíněny níže:

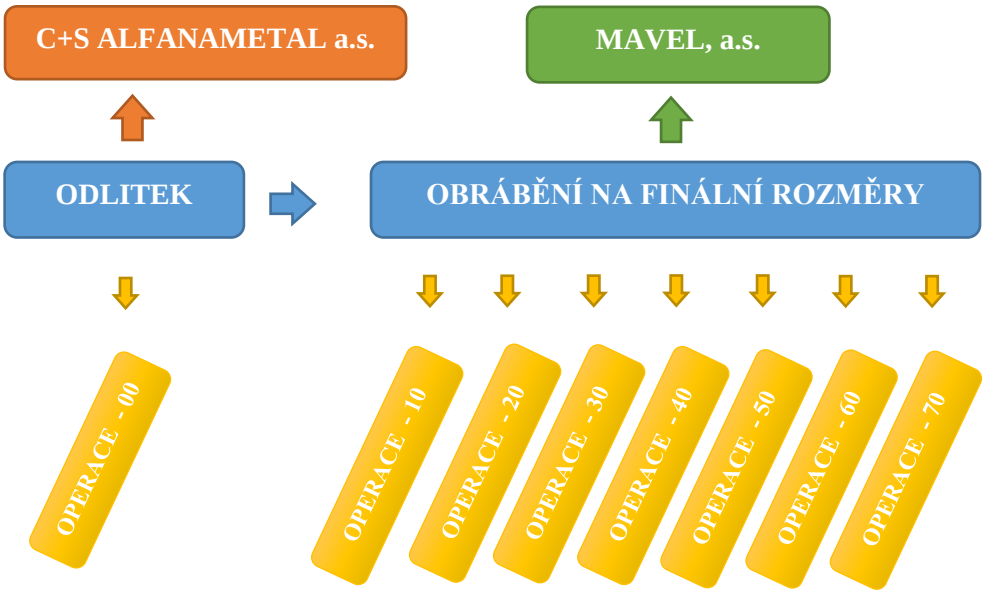
Výhody konvenční technologie slévání:

- přímé zpracování suroviny na polotovar
- široká škála hmotností polotovaru
- dosažení geometrické a tvarové složitosti, i s dutinami

Nevýhody konvenční technologie slévání:

- nerovnoměrnost tuhnutí a chladnutí při různých tloušťkách => změny ve struktuře a vlastnostech materiálu
- silné odlitky vyžadují tepelné zpracování pro odstranění nevhodné struktury
- nebezpečí vzniku vad (porozita, staženiny, bubliny)
- vyšší pracnost při přípravě odlitků => vyšší přesnost a jakost odlitků
- náročnější nedestruktivní kontrola odlitků (ultrazvuková, magnetická, rentgenem)

Dalším krokem je převoz odlitků do společnosti a zpracování na finální produkt. Následují operace číslo 10 až operace číslo 70, které jsou zajišťovány interními procesy obrábění. Vazby mezi společností, subdodavatelem a souhrn procesů zobrazuje obrázek 6.3.1-1. Výrobu polotovaru zajišťuje společnost CS ALFANAMETAL, a.s.



Obrázek 6.3.1-1 Výrobní vazby se subdodavatelem Rozváděcích lopat a sled interních výrobních operací

Zdroj: Vlastní zpracování

Interní procesy výroby Rozváděcích lopat (operace 10 až 70) jsou zajišťovány vlastními zdroji. Převážně se jedná o operace obrábění doplněné o kontroly kvality dodávek a vlastních procesů (rozměrová kontrola, magnetická kontrola, kontrola tloušťky

nástřiku). Detailní popis jednotlivých operací je uveden v tabulce 6.3.1-1, která obsahuje nezbytné informace pro daný výkon na konkrétním pracovišti.

Tabulka 6.3.1-1 Popis výrobních operací Rozváděcí lopaty

ROZVÁDĚCÍ LOPATA (Příloha č. 1)		
OPERACE ČÍSLO	**POPIS OPERACE**	**PRACOVIŠTĚ**
00	Výroba odlitku	KOOPERACE
10	Kontrolovat jakost polotovaru dle QS – protokoly o zkouškách, dodané atesty	OŘJ
20	Upínat, rozdělit přídavky odlitku, zarovnat čela čepů, navrtat středící důlky, předhrubovat boky listu s přídavkem + X mm, vyrazit pořadové číslo lopaty	Frézka FSQ 100 CNC
30	Upínat, kontrolovat házivost, předhrubovat průměry čepů s přídavkem +X mm	Soustruh MT 550 CNC
40	Upínat v přípravku, s přepnutím v CNC režimu předhrubovat profil lopaty, následně dokončit načisto s přídavkem + X mm na plochu na doleštění, provést vybrání čepu na míry X dle pohledu P	Frézka FSQ 100 CNC
50	Upínat, podepřít lunetou, zarovnat lopatu na délku X mm, vrtat a závitovat M10, osadit zahloubení a náběhy v čelech, soustružit v CNC režimu průměry hotově dle výkresu, vč. sražení a přechodů, povrchy doleštit, boky listu zarovnat oboustranně	Soustruh MT 550 CNC
60	Kontrolovat rozměry lopaty dle výkresu, vč. úchylek tvaru a házivosti. Provést magnetickou (kapilární) zkoušku vypracovat protokol	OŘJ
70	Vybrousit plynulý přechod mezi listem a čepem, doleštit plochu listu, upravit ostré hrany, očistit	Zámečník

Zdroj: Vlastní zpracování na základě podkladů společnosti

6.3.2 ROZVÁDĚCÍ LOPATA – KALKULACE SOUČASNÉHO STAVU

Kapitola rozšiřuje předchozí poznatky o propočet nákladů současného stavu, kdy kooperační společnost dodá požadovaný počet odlitků Rozváděcích lopat, které budou následně dokončeny za pomoci vlastních zdrojů, tj. interními procesy obrábění.

Nákladové a časové podmínky pro výrobu Rozváděcích lopat konvenčním způsobem odlévání zachycuje tabulka 6.3.2-1. Jedná se o výtah z nabídky, který vymezuje základní informace vztahující se právě na Rozváděcí lopaty pro dvě Francisovy turbíny. Tabulka popisuje hlavní nákladové položky – model, odlitky, atesty a dodací termíny. Je patrné, že samotná výroba odlitků je značně finančně a časově nákladný proces, což má výrazný vliv na celý projekt. Kooperující slévárna zajistí dodání třiceti dvou kusů odlitků Rozváděcích lopat v ceně 457 260 Kč, s termínem dodání 12 – 15 týdnů.

Tabulka 6.3.2 -1 Rozbor nabídky slévárny

POČET TURBÍN	2	ks
MODEL	**83 260**	**Kč/2ks**
ODLITEK	11 625	Kč/ks
POČET ODLITKŮ	32	ks
CELKEM ODLITKY	**372 000**	**Kč**
ZKOUŠKY	2 000	Kč/tavba
POČET TAVEB	1	ks
CELKEM TAVEB	**2 000**	**Kč**
CELKEM	**457 260**	**Kč**
DODACÍ TERMÍNY		
MODEL	4 – 5	týdnů
ODLITKY	8 – 10	týdnů

Zdroj: Vlastní zpracování nabídky slévárny

Náklady na vlastní dopravu na trase Tršice – Benešov zachycuje tabulka 6.3.2-2. Výpočet vychází ze sazby na jeden ujetý kilometr, kde vzdálenost činí 300 km tam a zpět a celkové náklady 4 050 Kč.

Tabulka 6.3.2 -2 Doprava mezi slévárnou a podnikem.

TRŠICE – BENEŠOV	300	km
SAZBA	13,5	Kč/km
CELKEM	**4 050**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Nákladové a časové zatížení vlastního výrobního procesu, které je rozděleno na dílčí výrobní operace, popisuje tabulka 6.3.2-3. Interní výrobní procesy jsou rozděleny do sedmi výrobních operací, mezi které řadíme procesy obrábění a kontroly kvality.

Tabulka 6.3.2 -3 Rozložení nákladů na výrobní dávku při zpracování interními procesy

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**FRÉZA FSQ 100 CNC**				
	Tb	90	min	1,5	Hod.	Počet dávek	1	1 350	Kč
	Ta	180	min	3	Hod.	Ks / Dávka	8	21 600	Kč
	HNS	900	Kč/Hod.				SUMA	22 950	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**SOUSTRUH MT 550 CNC**				
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	750	Kč
	Ta	300	min	5	Hod.	Ks / Dávka	8	30 000	Kč
	HNS	750	Kč/Hod.				SUMA	30 750	Kč
ČÍSLO OPERACE 40	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**FRÉZA FSQ 100 CNC**				
	Tb	90	min	1,5	Hod.	Počet dávek	1	1 350	Kč
	Ta	240	min	4	Hod.	Ks / Dávka	8	28 800	Kč
	HNS	900	Kč/Hod.				SUMA	30 150	Kč
ČÍSLO OPERACE 50	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**SOUSTRUH MT 550 CNC**				
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	750	Kč
	Ta	90	min	1,5	Hod.	Ks / Dávka	8	9 000	Kč
	HNS	750	Kč/Hod.				SUMA	9 750	Kč
ČÍSLO OPERACE 60	**KONTROLA ROZMĚROVÁ A MAGNETICKÁ**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 70	**BROUŠENÍ**								
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	600	Kč
	Ta	120	min	2	Hod.	Ks / Dávka	8	9 600	Kč
	HNS	600	Kč/Hod.				SUMA	10 200	Kč
	CELKOVÉ NÁKLADY NA VÝROBNÍ DÁVKU							**103 800**	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Interní proces začíná vstupní kontrolou, při které dochází k naskladnění polotovarů a jejich kontrole. Proces naskladnění, stejně tak jako provedení kontroly je režijním nákladem, který je hrazen příspěvkem na úhradu střediska. Proces je zařazen do režijních nákladů z důvodu složitosti jeho rozboru, a to jak z pohledu časové spotřeby, tak i nákladů. Do této kategorie spadají všechny procesy prováděné oddělením řízení jakosti, zkratka OŘJ.

Následují procesy obrábění, při kterých je součást obrobena na finální rozměry. Výroba Rozváděcích lopat probíhá ve čtyřech výrobních dávkách, z nichž každá bude obsahovat osm kusů Rozváděcích lopat. Za tímto účelem je navržena časová spotřeba v dávce – čas dávkový (Tb), tak i pro jednotlivé kusové položky – jednotkový čas (Ta). Dávkový čas popisuje časovou spotřebu na jednu výrobní dávku osmi kusů Rozváděcích lopat, což například pro proces jeden z procesů obrábění znamená zajištění: manipulace součásti na pracovišti, seřízení stroje a odladění CNC programu, zajištění nástrojů, přípravků a pomůcek, aj. Jednotkový čas popisuje dobu nutnou k obrobení jedné lopaty. Na základě těchto informací a znalosti hodinové nákladové sazby pracoviště stanovuji náklady jednotlivých výrobních operací.

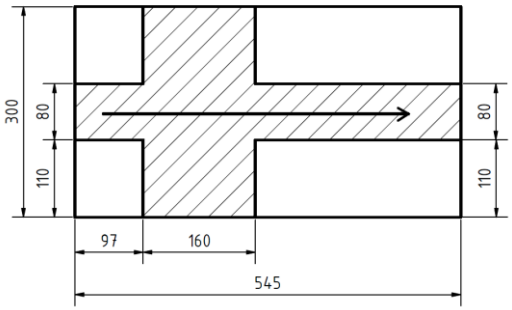
Tabulka 6.3.2-3 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku, tj. osmi kusů Rozváděcích lopat. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění na jednu výrobní dávku, které činí 103 800 Kč. Suma nákladů na výrobu všech Rozváděcích lopat interními procesy obrábění (čtyř výrobních dávek) je dána čtyřnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 415 200 Kč. Náklady na celý proces zahrnující náklady na polotovary, dopravu a vlastní procesy činí 876 510 Kč, souhrn je uveden v tabulce 6.3.2-4.

Tabulka 6.3.2-4 Souhrn nákladových položek Rozváděcí lopaty

Položka	**Náklad**
Slévárna	457 260 Kč
Doprava	4 050 Kč
Interní procesy	415 200 Kč
Suma nákladů	**876 510 Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3.3 ROZVÁDĚCÍ LOPATA – ZMĚNA VÝROBNÍHO PROCES



Obrázek 6.3.3-1 Schéma polotovaru Rozváděcí lopaty

Zdroj: Archiv společnosti MAVEL, a.s.

Změna výrobního procesu v případě Rozváděcí lopaty spočívá v nahrazení vstupního polotovaru odlitku za válcovaný tlustý plech. Jedná se o změnu kooperace, která redistribuuje nákladové položky. Polotovar je možné nakoupit v podobě válcovaných tlustých plechů, které se standardně vyrábějí v tloušťce 80 mm, což přímo odpovídá potřebám společnosti.

Změna druhu polotovaru má dopad na vlastnosti výrobku, proto je zapotřebí dodržet směr válcování tabule plechu s podélnou osou výpalku Rozváděcí lopaty, jak ilustruje obrázek 6.3.3-1. Tím získáme požadované vlastnosti součásti v nejkritičtějších místech. Současně je diskutována problematika vlivu na design a výrobní proces součásti, viz níže sumarizované výhody a nevýhody řešené změny, které lze srovnat se současným výrobním procesem.

Výhody využití tlustých plechů

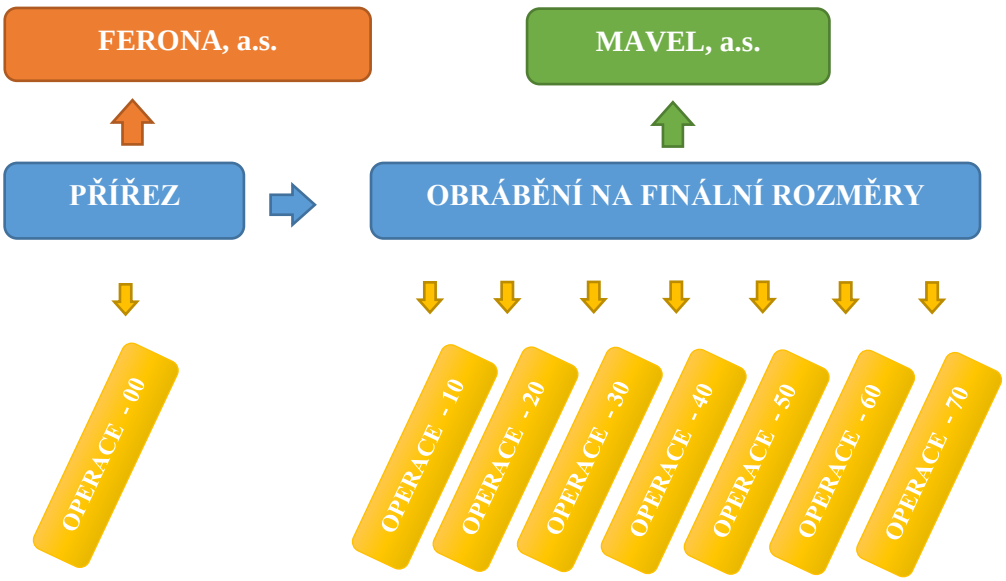
- homogennost polotovaru v celém průřezu
- lepší mechanické a fyzikálně-chemický vlastnosti
- eliminace zmetků, případně nákladné oprav jako u odlitků
- součást vypálena ve směru vláken materiálu (vyšší průhybová odolnost)
- časově výhodnější termín zajištění polotovaru

Nevýhody využití tlustých plechů

- dle typu Rozváděcí lopaty se zvyšuje množství přídavků na obrábění a tedy i časová náročnost obrábění (větší odpad materiálu)

Jelikož poptávka přímo koresponduje s nabídkou trhu na tlusté plechy z požadované materiálové jakosti, lze je nakoupit bez problémů u distributora. Ve své práci

zohledňuji nabídku od společnosti FERONA, a.s., která je předním reprezentantem prodeje širokého sortimentu ocelových polotovarů na českém trhu. Společnost zajistí dodávku v požadované materiálové jakosti a hlavně dodá přesný výpalek kopírující tvar polotovaru Rozváděcí lopaty, včetně čepů, viz obrázek 6.3.3-1. Kvalita a rychlost dodání výpalku jsou jedny z nezbytných podmínek. Společnost by si mohla nakoupit tlusté plechy a vypálit sama, nicméně další náklady spojené s vypálením daného tvaru a zpracování odpadu by jistě zvýšily náklady. Takto tlusté plechy lze efektivně dělit pouze kyslíko-acetylenovým plamenem v kombinaci s řízeným posuvem hořáku, což je běžné technologické vybavení zpracovatele hutního materiálu a tedy i důvod kooperace tohoto procesu. Tato technologie nejenže změní dodavatele polotovarů a sounáležitosti této kooperace, ale také významně ovlivní celý proces výroby. Vazby mezi dodavatelem a interními procesy zachycuje obrázek 6.3.3-2. Významným přínosem je dosažení kvalitativně srovnatelných polotovarů za kratší časové období. Jak je již zmíněno v nevýhodách, bude nutné odebrat větší množství materiálu při obrábění, což částečně prodlouží časy obrábění.



Obrázek 6.3.3-2 Výrobní vazby se subdodavatelem tlustých plechů a sled výrobních operací

Zdroj: Vlastní zpracování

Sled interních operací zůstává zachován, stejně jako v případě zpracování odlitků. Popis výrobních operací vyžaduje pouze minoritní změny, jelikož jsou si polotovary tvarově velice blízké. Hlavní změny se projeví až v oblasti výrobních časů procesu obrábění. Úkoly interních procesů popisuje tabulka 6.3.3-1.

Tabulka 6.3.3-1 Popis výrobních operací pro výpalek tlustého plechu

ROZVÁDĚCÍ LOPATA (Příloha č. 1)		
OPERACE ČÍSLO	**POPIS OPERACE**	**PRACOVIŠTĚ**
00	Dodání výpalku tlustého plechu	KOOPERACE
10	Kontrolovat jakost polotovaru: 9013.331 dle QS – protokoly o zkouškách, dodané atesty	OŘJ
20	Upínat, rozdělit přídavky odlitku, zarovnat čela čepů, navrtat středící důlky, předhrubovat boky listu s přídavkem + X mm, vyrazit pořadové číslo lopaty	Frézka FSQ 100 CNC
30	Upínat, kontrolovat házivost, předhrubovat průměry čepů s přídavkem +X mm	Soustruh MT 550 CNC
40	Upínat v přípravku, s přepnutím v CNC režimu předhrubovat profil lopaty, následně dokončit načisto s přídavkem + X mm na plochu na doleštění, provést vybrání čepu na míry X dle pohledu P	Frézka FSQ 100 CNC
50	Upínat, podepřít lunetou, zarovnat lopatu na délku X mm, vrtat a závitovat M10, osadit zahloubení a náběhy v čelech, soustružit v CNC režimu průměry hotově dle výkresu, vč. sražení a přechodů, povrchy doleštit, boky listu zarovnat oboustranně	Soustruh MT 550 CNC
60	Kontrolovat rozměry lopaty dle výkresu, vč. úchylek tvaru a házivosti. Provést magnetickou (kapilární) zkoušku vypracovat protokol	OŘJ
70	Vybrousit plynulý přechod mezi listem a čepem, doleštit plochu listu, upravit ostré hrany, očistit	Zámečník

Zdroj: Vlastní zpracování na základě výrobní průvodky

6.3.4 ROZVÁDĚCÍ LOPATA – KALKULACE ZMĚNA VÝROBNÍHO PROCESU

Dodávka polotovarů z tlustých plechů bude realizovaná subdodavatelem, který zajistí dodání požadovaného množství v dané jakosti. Jedná se o 32 kusů polotovarů tloušťky 80 mm, které budou naděleny plamenem dle schématu, viz obrázek 6.3.4-1. Kompletní cenová nabídka dodavatele zahrnující též veškeré certifikáty a požadavky je shrnuta v tabulce č. 6.3.4-1. Výpalek jednoho kusu Rozváděcí lopaty stojí 9 480 Kč, což je o 33 % méně pří úvaze rozpočítání celkových nákladů na odlití jednoho kusu Rozváděcí lopaty. Celkové náklady na dodávku všech výpalků jsou 303 360 Kč.

Tabulka 6.3.4-1 Cena polotovarů výpalků tlustých plechů

VÝPALEK 80MM	9 480	Kč/ks
VÝPALKY CELKEM	**303 360**	**Kč/32ks**

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším nákladem je doprava polotovarů do sídla společnosti. Opět realizovaného vlastními zdroji, viz tabulka 6.3.4-2. Výpočet vychází ze sazby na jeden ujetý kilometr, kde vzdálenost činí 100 km a celkové náklady 1 350 Kč.

Tabulka 6.3.4-2 Doprava mezi dodavatelem a podnikem

PRAHA – BENEŠOV	100	km
SAZBA	13,5	Kč/km
CELKEM	**1 350**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro analyzovanou součást by plně dostačoval tlustý plech tloušťky 75 mm, který je také k dostání v požadovaných materiálových jakostech. Důvod, pro který není zohledněn v kalkulaci, je jeho cena, která pro jeho netypický „mezirozměr“ převyšuje cenu tlustšího 80 mm plechu o 51 %. Vyšší cena je dána nižší poptávkou po této tloušťce tabulí plechu.

Náklady jedné výrobní dávky jsou kalkulovány pro 8 kusů Rozváděcích lopat. Jejich rozložení je patrné z tabulky 6.3.4-3. Interní výrobní procesy jsou rozděleny do sedmi výrobních operací, mezi které řadíme procesy obrábění a kontroly kvality. Interní proces začíná vstupní kontrolou, při které dochází k naskladnění polotovarů a jejich kontrole. Proces naskladnění, stejně tak provedení kontroly jsou režijním nákladem, který je hrazen příspěvkem na úhradu střediska. Proces je zařazen do režijních nákladů z důvodu složitosti jeho rozboru, jak z pohledu časové spotřeby, tak i ocenění nákladů. Do této kategorie spadají všechny procesy prováděné např. odděleními řízení jakosti, pracovníky skladu, úklidovou četou.

Následují procesy obrábění, při kterých je součást obrobena na finální rozměry. Výroba Rozváděcích lopat probíhá ve čtyřech výrobních dávkách. Za tímto účelem je navržena časová spotřeba v dávce – čas dávkový (Tb), tak i pro jednotlivé kusové položky – jednotkový čas (Ta). Dávkový čas popisuje časovou spotřebu na jednu výrobní dávku osmi kusů Rozváděcích lopat, což například pro proces jeden z procesů obrábění znamená zajištění: manipulace součásti na pracovišti, seřízení stroje a odladění CNC programu, zajištění nástrojů, přípravků a pomůcek, aj. Jednotkový čas popisuje čas nutný k obrobení jedné lopaty. Na základě těchto informací a znalosti hodinové nákladové sazby pracoviště stanovuji náklady jednotlivých výrobních operací.

Tabulka 6.3.4-3 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku, tj. osmi kusů Rozváděcích lopat. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění na jednu výrobní dávku, které činí 127 950 Kč. Suma nákladů na výrobu všech Rozváděcích lopat interními procesy obrábění (čtyř výrobních dávek) je dána čtyřnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 511 800 Kč.

Náklady na celý proces zahrnující náklady na polotovary výpalků, dopravu a vlastní procesy činí 816 510 Kč, souhrn je uveden v tabulce 6.3.4-4.

Tabulka 6.3.4-3 Rozložení nákladů na výrobní dávku výpalků Rozváděcích lopaty

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**FRÉZA FSQ 100 CNC**				
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	900	Kč
	Ta	90	min	1,5	Hod.	Ks / Dávka	8	10 800	Kč
	HNS	900	Kč/Hod.				SUMA	11 700	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**SOUSTRUH MT 550 CNC**				
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	750	Kč
	Ta	420	min	7	Hod.	Ks / Dávka	8	42 000	Kč
	HNS	750	Kč/Hod.				SUMA	42 750	Kč
ČÍSLO OPERACE 40	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**FRÉZA FSQ 100 CNC**				
	Tb	90	min	1,5	Hod.	Počet dávek	1	1 350	Kč
	Ta	360	min	6	Hod.	Ks / Dávka	8	43 200	Kč
	HNS	900	Kč/Hod.				SUMA	44 550	Kč
ČÍSLO OPERACE 50	**OBRÁBĚNÍ**								
	STROJ:				**SOUSTRUH MT 550 CNC**				
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	750	Kč
	Ta	180	min	3	Hod.	Ks / Dávka	8	18 000	Kč
	HNS	750	Kč/Hod.				SUMA	18 750	Kč
ČÍSLO OPERACE 60	**KONTROLA ROZMĚROVÁ A MAGNETICKÁ**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 70	**BROUŠENÍ**								
	Tb	60	min	1	Hod.	Počet dávek	1	600	Kč
	Ta	120	min	2	Hod.	Ks / Dávka	8	9 600	Kč
	HNS	600	Kč/Hod.				SUMA	10 200	Kč
	CELKOVÉ NÁKLADY NA VÝROBNÍ DÁVKU							**127 950**	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 6.3.4-4 Souhrn nákladových položek pro Rozváděcí lopatu

Položka	**Náklad**
Výpalky	303 360 Kč
Doprava	1 350 Kč
Interní procesy	511 800 Kč
Suma nákladů	**816 510 Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3.5 ROZVÁDĚCÍ LOPATA - DÍLČÍ ZÁVĚR

Výroba Rozváděcích lopat popsaná v kapitole 6.3.1 až 6.3.4 charakterizuje aspekty výroby současnými výrobními procesy v porovnání se zamýšlenou změnou. Zásadní změna, připadá na změnu dodavatele vstupního polotovaru a ovlivňuje i jeho samotný návrh. Nákladový rozbor jednotlivých variant je dokumentován v příslušných kapitolách (6.3.2 a 6.3.4).

Tabulka 6.3.5-1 Srovnání nákladů klíčových výrobních operací

Současný stav		**Změnová varianta**		Rozdíl
Položka	Náklad	Položka	Náklad	
Slévárna	457 260 Kč	Výpalky	303 360 Kč	- 153 900 Kč
Doprava	4 050 Kč	Doprava	1 350 Kč	- 2 700 Kč
Interní procesy	415 200 Kč	Interní procesy	511 800 Kč	+ 96 600 Kč
Suma nákladů	**876 510 Kč**	**Suma nákladů**	**816 510 Kč**	**- 60 000 Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové srovnání nákladových položek pro nejdůležitější výrobní úseky Rozváděcích lopat je uvedeno v tabulce 6.3.5-1. Z výsledků je patrné, že změnou výroby docílíme snížení nákladů přibližně o 60 000 Kč (v součtu). To je téměř 7% úspora. Významným přínosem je zkrácení termínu dodávky o 7 - 8 týdnů, jelikož odpadají náklady spojené s výrobou modelu a procesem lití odlitků. Volba polotovaru ve formě tlustých plechů také přispěje k homogennosti struktury lopaty, lepším fyzikálním a mechanickým vlastnostem, což příznivě ovlivní životnost a spolehlivost součásti. Nevýhodu lze spatřit v navýšení času obrábění, který zvýší náklady, které však v konečném důsledku nepřesáhnou náklady současného stavu výroby. Zvýšení činí 96 600 Kč, a představuje cca 23 %. Propočtené stavy se zabývají pouze klíčovými výrobními operacemi, které mají významný vliv z hlediska nákladů na celý výrobní proces. Z tohoto důvodu není uvažována kontrola vstupních polotovarů, kontrola rozměrů, apod., jelikož bude hrazena z příspěvku na úhradu. Je nutné podotknout, že zmíněné procesy hrazené příspěvkem na úhradu (krytým z marže) jsou zachovány pro oba kalkulované stavy, tudíž zde nelze předpokládat výraznou změnu v rozložení nákladů těchto položek.

6.4 LOPATKOVÝ KRUH & PŘEDNÍ VÍKO

Hlavní funkcí Lopatkového kruhu a Předního víka je zajistit stabilní uložení Rozváděcích lopat a usměrnění proudu kapaliny na Rozváděcí kolo. Součásti jsou vystaveny proudu procházejícího média, a tudíž je pro některé lokality nezbytné brát v úvahu jejich životnost a spolehlivost. V provozu jsou vystaveny působení koroze, eroze, kavitaci a dalším vlivům vnějšího prostředí, které výrazně snižují jejich funkci, účinnost a životnost. Proto je vhodné alespoň funkční plochy součástí navrhovat z ušlechtilých materiálů, jejichž mechanické a fyzikální vlastnosti mají zvýšenou odolnost vůči výše zmíněným vlivům.

Součásti jsou specifické svými rozměry, složitostí, přesností, a proto také komplikovanější výrobou. Současný stav výroby, společně s potenciálními výrobními změnami zachycuje tabulka 6.4-1.

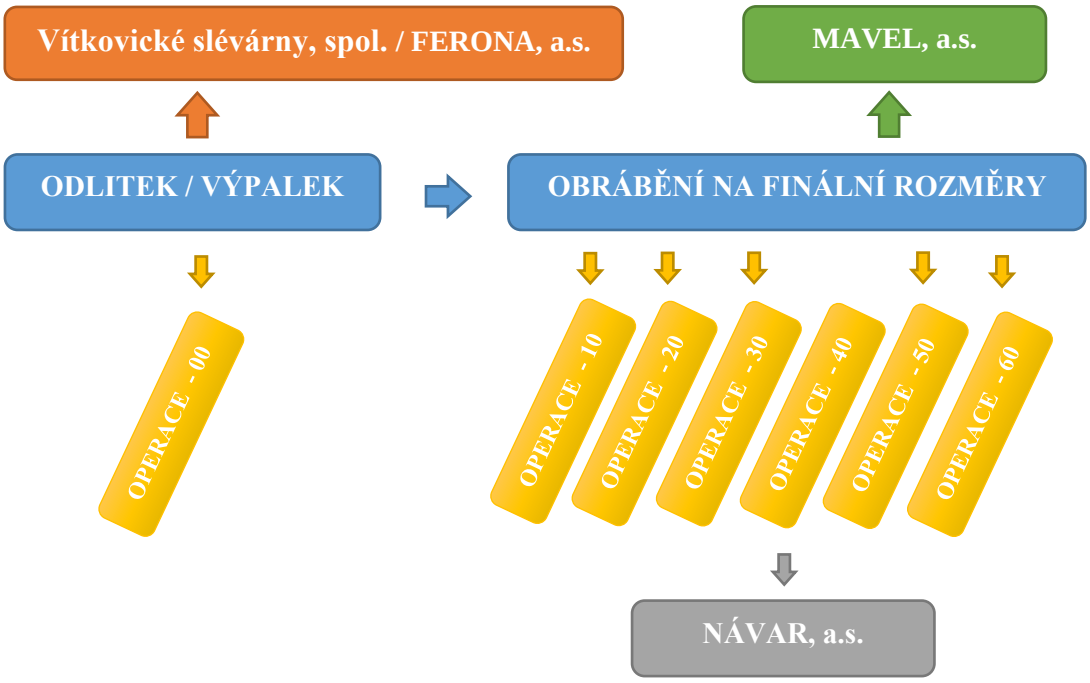
Tabulka 6.4-1 Přehled možných variant výroby Lopatkového kruhu a Předního víka

Varianta číslo	**Výrobní varianty**	**Lopatkový kruh & Přední víko**	
		kapitola	**status**
1	odlitek z oceli na odlitky + korozivzdorný návar	6.4.1	současný stav výroby
2	výpalek z konstrukční oceli + korozivzdorný návar	6.4.2	navržená změna
3	výkovek z korozivzdorné oceli	6.4.3	navržená změna
4	odlitek z korozivzdorné oceli	6.4.4	navržená změna

Zdroj: Vlastní zpracování

Rozbor varianty číslo 1 je koncipován za použití odlitku z oceli na odlitky, které jsou dodány slévárnou. Společnost Mavel, a.s., provede hrubování součástí, jako přípravu pro následující proces zajišťující navaření korozivzdorného návaru na funkční plochy součástí. Jedná se o kompromis, jak snížit náklady na vstupní materiál a návarem zajistit patřičnou ochranu před vnějšími vlivy. Zbylá část součásti nechráněná návarem je povrchově upravena lakováním. Rozbor varianty číslo jedna dokumentuje kapitola 6.4.1.

Jedná se však pouze o jedno z možných konstrukčních řešení. Výrobní vazby zachycuje obrázek 6.4-1.

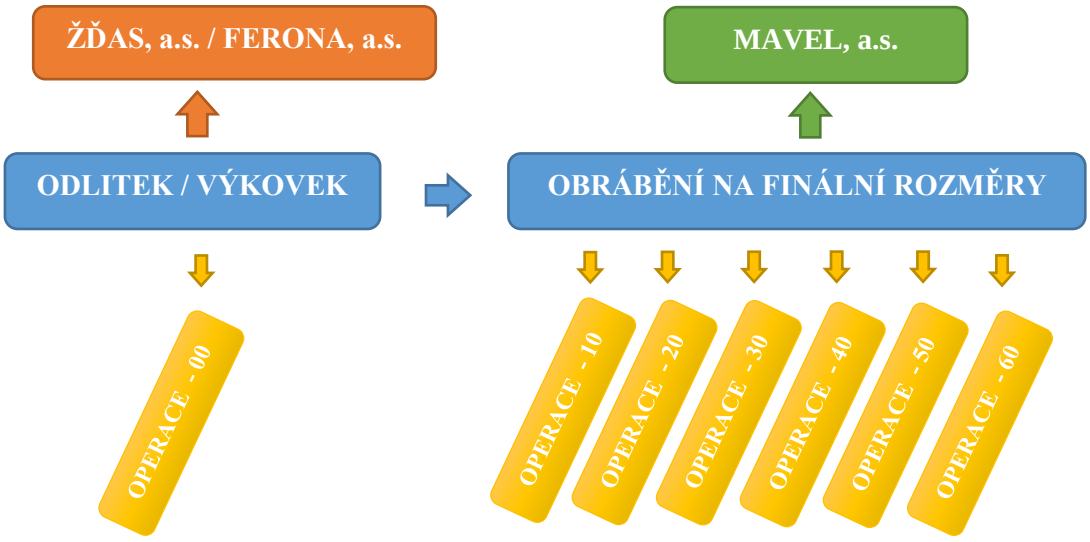


Obrázek 6.4-1 Výrobní vazby pro Lopatkový kruh a Přední víko (varianta 1, varianta 2)

Zdroj: Vlastní zpracování

Varianta č. 2 vychází z varianty č. 1 s tím rozdílem, že místo odlitku bude využit výpalek z konstrukční oceli. Dojde ke změně technologie výroby vstupního polotovaru. Dodaný polotovar je následně hrubován a jeho povrch je upraven pro požadavky navaření korozivzdorného návaru, který je prováděn v kooperaci. Zbylá část součásti nechráněná návarem je povrchově upravena lakováním. Rozbor varianty číslo dva dokumentuje kapitola 6.4.2. Výrobní vazby zachycuje obrázek 6.4-1.

Varianty č. 3 a č. 4 navrhují použití odlitku nebo výkovku z korozivzdorné oceli. Tato změna eliminuje kooperační proces navařování, který způsobuje vznik pnutí a tvarové změny svým tepleným působením. Lze konstatovat, že cena za výchozí nerezový polotovar bude vyšší, než cena odlitků nebo výpalků z běžných konstrukčních ocelí. Při eliminaci navařování by společnost provedla pouze obrobení na finální rozměry. Výrobní vazby zachycuje obrázek 6.4-2.



Obrázek 6.4-2 Výrobní vazby pro Lopatkový kruh a Přední víko (varianta 3, varianta 4)

Zdroj: Vlastní zpracování

Technologie výroby jednotlivých variant jsou u obou součástí velmi podobné. Polotovary jsou dodány společnosti MAVEL, a.s., která poté provede obrobení na finální rozměry. V některých variantách jsou interní procesy přerušeny kooperačními. Jedná se například o proces navařování, jelikož společnost MAVEL, a.s. nedisponuje patřičně vyškoleným personálem a požadovanou technologickou vybaveností pro zajištění požadované operace, nejen po stránce výrobní, ale také administrativní a kvalitativní.

6.4.1 Přední víko & Lopatkový kruh – varianta č. 1

V současném výrobním programu vstupuje výchozí polotovar obou součástí ve formě odlitků, který je dodán společností Vítkovické slévárny, spol. s r.o. Rozbor nákladů dodávky těchto kusů je specifikován v tabulce 6.4.1-1. Z tabulky je patrné, že pro dva kusy Francisových turbín je zapotřebí dvou kusů jmenovaných součástí. Nákladová struktura objednávky odlitků je tvořena dvěma hlavními položkami, což jsou model a odlitky. Minoritní, avšak důležitá položka jsou nedestruktivní a mechanické zkoušky, které následně prokazují jakost odlitků. Pro výrobu odlitků je nezbytné vyrobit dřevěný model součásti, který bude opakovaně zaformován do pískových forem, kde vytvoří potřebný tvarový prostor. Ten bude následně zaplněna roztaveným kovem. Modelové zařízení se opakovaně využívá a disponuje dlouhou dobou životnosti. Zpravidla je model

dodán společně s odlitky a skladován společností. Existuje i možnost, že při častějším objednávání dílů skladuje model slévárna z důvodu rychlejšího uvedení do výroby. Obvykle se jedná o období řádově jednoho roku a závisí na individuálních smluvních podmínkách obou obchodujících stran.

Náklady na výrobu modelu jsou 46 500 Kč pro Přední víko a 34 200 Kč pro Lopatkový kruh. Jelikož bude pro každou součást využit opakovaně na všechny odlitky, jeho náklady budou rovnoměrně rozloženy na každý odlitek. Náklady na dodávku odlitků Předních vík jsou 471 500 Kč a 304 000 Kč pro Lopatkové kruhy. Dodací termíny jsou 7 – 9 týdnů, jak pro Přední víka, tak i Lopatkové kruhy.

Výroba Předního víka i Lopatkového kruhu bude probíhat z plného průřezu mezikruží, tzn., že otvory pro uložení Rozváděcích lopat budou vyráběny dodatečně, a to při interních procesech obrábění.

Tabulka 6.4.1-1 Rozbor nabídky odlitku pro Lopatkový kruh a Přední víko

PŘEDNÍ VÍKO		
Počet turbín	2	ks
Počet odlitků	2	ks
Počet taveb	2	ks
Model	46 500	Kč/ks
Odlitek	210 500	Kč/ks
Zkoušky	2 000	Kč/tavba
Celkem / ks	259 000	Kč
Celkem / 2ks	471 500	Kč
Dodací termíny		
Model	2 - 3	týdnů
Odlitky	5 - 6	týdnů

LOPATKOVÝ KRUH		
Počet turbín	2	ks
Počet odlitků	2	ks
Počet taveb	2	ks
Model	34 200	Kč/ks
Odlitek	132 900	Kč/ks
Zkoušky	2 000	Kč/tavba
Celkem / ks	169 100	Kč
Celkem / 2ks	304 000	Kč
Dodací termíny		
Model	2 - 3	týdnů
Odlitky	5 - 6	týdnů

Zdroj: Vlastní zpracování

Dodáním odlitků začíná první fáze obrábění, kde je zapotřebí opracovat polotovar s přídavky a připravit ho pro následující operaci navařování. Nejprve je zapotřebí obrobit čelní plochy a vytvořit tzv. „koryto“, které bude vyplněno nerezovým návarem požadované tloušťky a vlastností. Polotovary se převezou zpět do společnosti, kde budou obrobeny na finální rozměry. Sled výrobních operací Předního víka dokumentuje tabulka 6.4.1-2, která definuje pracoviště a jejich úkoly.

Tabulka 6.4.1-2 Sled výrobních operací pro Přední víko

PŘEDNÍ VÍKO – Příloha č.3		
OPERACE ČÍSLO	**POPIS OPERACE**	**PRACOVIŠTĚ**
00	Výroba odlitku	KOOPERACE
10	Kontrolovat odlitek dle ČSN EN ISO 9013.331 atest dle ČSN EN 10 204.3.1, jakost dle QS	OŘJ
20	Upínat, rozdělit přídavky – vyhrubovat tvar dílu s technologickými přídavky dle výkresu, čela zarovnat na požadovanou tloušťku, soustružit čelní vybrání s výběhy, do hloubky X mm pro nerezový návar, srazit hrany	SK25 Karusel
30	Kontrolovat rozměry	OŘJ
40	Navařit čelní nerezový návar ve vybrání, dodržet výšku návaru X mm, kontrolovat homogenitu, doložit atestem	Kooperace
50	Kontrolovat rovinnost – popř. přerovnat plamenem	Zámečník
60	Upínat, s přepínáním dokončit obrobení dílu načisto dle výkresu, konečná tloušťka nerezové vrstvy X mm, dodržet předepsanou Ra ploch, srazit hrany - kontrolovat Pozor – obrobení plochy přes nerezový návar – odlišné řezné podmínky!!	SK25 karusel
70	Vystředit, upínat, vrtat v CNC režimu a vystružit díry pr. 16mm, pr. 36 mm, závitovat X x M10 a X x M24, srazit náběhy, odjehlit Pozor – vrtání přes nerezový návar – odlišné řezné podmínky!!	DMU Maho 200 CNC
80	Kontrolovat rozměry - protokol	OŘJ
90	Očistit, odmastit – funkční plochy a otvory chránit, lakovat dle nátěrového systému pro danou lokalitu, dodržet zpracování a aplikaci barev dle technických listů	Lakýrník
100	Kontrolovat po laku - protokol	OŘJ

Zdroj: Vlastní zpracování

Navaření korozivzdorné vrstvy provádí nejmenovaná společnost NAVAR. Pro navařování je aplikována technologie MiG, při které se využívá řízený oblouk s pulzem. Přídavný materiál bude použit ve formě elektrod typu 45554 S[31] při dovoleném průměru elektrod 1,2 – 1,6 mm. Navařená vrstva bude provedena ve třech vrstvách pro zajištění požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností. Dle zkušeností lze předpokládat výšku jedné housenky svaru 2,5 mm, šířku svarové housenky 6 mm a rychlost posuvu 0,6 m/min. Kvalita svařování bude zaručena WPS dokumentem, který stanovuje parametry navařování. Jakost navařené vrstvy bude kontrolována na technologickém vzorku provedeném dle WPS specifikace. Výsledkem analýzy vznikne WPQR zpráva, která dokladuje a vyhodnotí jakost zkušebního návaru pro použití v praxi.

Doprava je zajištěna vlastními zdroji, viz tabulka 6.4.1-3. Zahrnuje dopravu odlitků ze slévárny a transport polotovarů pro navaření povrchové vrstvy. Výpočet vychází ze sazby na jeden ujetý kilometr, kde celková vzdálenost činí 900 km (zahrnuje cestu tam i zpět) a celkové náklady 12 150 Kč.

Tabulka 6.4.1-3 Doprava pro Přední víko nebo Lopatkový kruh (kooperace + polotovary)

Ostrava - Benešov	800	Km
Benešov - Praha	100	Km
Sazba	13,5	Kč/Km
Celkem:	12 150	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Výroba Lopatkového kruhu je obdobná jako u Předního víka. Sled výrobních operací uvádí tabulka 6.4.1-4. Zásadní rozdíl je v nákladech na proces svařování, protože Přední víko má složitější tvarovou plochu, pro kterou bude větší spotřeba přídavného materiálu, ochranných plynů a hlavně času. Vyšší časová náročnost pro navaření Předního víka je způsobena nutnou polohovatelností součásti během celého procesu z důvodu složitosti tvarového návaru. Hmotnost Předního víka je přibližně 2 500 kg, Lopatkového kruhu přibližně 1 500 kg. Polohování zajistí speciální přípravek, který umožní rotační plynulý pohyb, změnu horizontální nebo vertikální polohy a případně i náklon.

[31] *Castolin Eutectic: CastoMag 45554 S*. 03. 2011. Dostupné také z: https://www.castolin.com/sites/default/files/product/downloads//castolin-CastoMag-45554-S-schweissen-zusatzwerkstoffe.pdf

Tabulka 6.4.1-4 Sled výrobních operací pro Lopatkový kruh

LOPATKOVÝ KRUH – Příloha č.2		
OPERACE ČÍSLO	**POPIS OPERACE**	**PRACOVIŠTĚ**
00	Výroba odlitku	Kooperace
10	Kontrolovat odlitek dle ČSN EN ISO 9013.331 atest dle ČSN EN 10 204.3.1, jakost dle QS	OŘJ
20	Upínat, rozdělit přídavky – vyhrubovat tvar dílu s technologickými přídavky dle výkresu, čela zarovnat na požadovanou tloušťku, soustružit čelní vybrání s výběhy, do hloubky X mm pro nerezový návar, srazit hrany	SK25 Karusel
30	Kontrolovat rozměry	OŘJ
40	navařit čelní nerezový návar ve vybrání, dodržet výšku návaru X mm, kontrolovat homogenitu, doložit atestem	Kooperace
50	Kontrolovat rovinnost – popř. přerovnat plamenem	Zámečník
60	Upínat, s přepínáním dokončit obrobení dílu načisto dle výkresu, konečná tloušťka nerezové vrstvy X mm, dodržet předepsanou Ra ploch, srazit hrany - kontrolovat Pozor – obrobení plochy přes nerezový návar – odlišné řezné podmínky!!	SK25 karusel
70	Vystředit, upínat, vrtat v CNC režimu a vystružit díry pr. 16mm, pr. 36 mm, závitovat X x M10 a X x M24, srazit náběhy, odjehlit Pozor – vrtání přes nerezový návar – odlišné řezné podmínky!!	DMU Maho 200 CNC
80	Kontrolovat rozměry - protokol	OŘJ
90	Očistit, odmastit – funkční plochy a otvory chránit, lakovat dle nátěrového systému pro danou lokalitu, dodržet zpracování a aplikaci barev dle technických listů	Lakýrník
100	Kontrolovat po laku - protokol	OŘJ

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady interních procesů na operace obrábění a lakování (vyjma operace 40) jsou uvedeny v tabulce 6.4.1-5 pro Přední víko a v tabulce 6.4.1-6 pro Lopatkový kruh. Povrchy, které nejsou opatřeny návarem, se lakují. Náklady lakýrníka tvoří

režii 600 Kč / hodinu. Náklady na spotřební materiál zahrnuje energie (tlakový vzduch, elektrický proud), čisticí prostředky, ochranné pomůcky, barvu, ředidlo aj. jsou 1 600 Kč / kus. Plocha nástřiku je pro Přední víko o 30 % větší než pro Lopatkový kruh.

Tabulka 6.4.1-5 Rozložení nákladů Předního víka

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	1 200	min	20	hod.	ks / dávka	1	24 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	25 800	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**KOOPERACE NÁVAR**								
	CENA				150 000				Kč
	DODACÍ PODMÍNKY				2 - 3 TÝDNY				
ČÍSLO OPERACE 50	**KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 60	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 400	min	40	hod.	ks / dávka	1	48 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	50 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 70	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	1 500	min	25	hod.	ks / dávka	1	30 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	32 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 80	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 90	**LAKOVNA**				**PRACOVNÍK: Lakýrník**				
	Tb	30	min	0,5	hod.	počet dávek	1	300	Kč
	Ta	240	min	4	hod.	ks / dávka	1	2 400	Kč
	HNS	600	Kč/hod.			Spotřební materiál		1 600	Kč
	SUMA							4 300	Kč
ČÍSLO OPERACE 100	**KONTROLA LAKU**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							**525 800**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady jedné výrobní dávky jsou kalkulovány pro jeden kus Předního víka. Proces výroby je rozdělen do deseti výrobních operací, z toho devět interních a operace 40 je kooperace. Interní procesy začínají vstupní kontrolou, při které dochází k naskladnění polotovarů a jejich kontrole. Proces naskladnění, stejně tak provedení kontroly jsou režijním nákladem, který je hrazen příspěvkem na úhradu střediska. Proces je zařazen do režijních nákladů z důvodu složitosti jeho rozboru, jak z pohledu časové spotřeby, tak i nákladů. Do této kategorie spadají všechny procesy prováděné např. odděleními řízení jakosti, pracovníky skladu, úklidovou četou.

Následují procesy obrábění, při kterých je součást obrobena na finální rozměry. Výroba Předních vík probíhá ve dvou výrobních dávkách. Za tímto účelem je navržena časová spotřeba v dávce – čas dávkový (Tb), tak i pro jednotlivé kusové položky – jednotkový čas (Ta). Dávkový čas popisuje časovou spotřebu na jednu výrobní dávku Předního víka, což například pro jeden z procesů obrábění znamená zajištění manipulace součásti na pracovišti, seřízení stroje a odladění CNC programu, zajištění nástrojů, přípravků a pomůcek, aj. Jednotkový čas popisuje čas nutný k obrobení požadovaných ploch dle specifikace výrobní průvodky. Na základě těchto informací a znalosti hodinové nákladové sazby pracoviště stanovuji náklady jednotlivých výrobních operací.

Tabulka 6.4.1-5 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Předního víka. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 525 800 Kč. Reálná cena návaru pro Lopatkový kruh je 65 000 Kč/ks a vychází z požadavku provedení 3vrstev požadované jakosti. Pro Přední víko je cena stanovena odhadem na základě navýšení množství spotřebního materiálu a komplikovanějšího postupu navařování. Odhadní cena činí 150 000 Kč/ks. Suma nákladů na výrobu dvou Předních vík, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 1 051 600 Kč.

Stejná analogie platí pro výrobu Lopatkového kruhu. Tabulka 6.4.1-6 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Lopatkového kruhu. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 291 000 Kč. Suma nákladů na výrobu dvou Lopatkových kruhů, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 582 000 Kč.

Tabulka 6.4.1-6 Rozložení nákladů Lopatkového kruhu

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	760	min	12,67	hod.	ks / dávka	1	15 200	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	17 000	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**KOOPERACE NÁVAR**								
	CENA				65 000				Kč
	DODACÍ PODMÍNKY				2 - 3 TÝDNY				
ČÍSLO OPERACE 50	**KONROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 60	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	1 200	min	20	hod.	ks / dávka	1	24 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	26 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 70	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	1 500	min	25	hod.	ks / dávka	1	30 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	32 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 80	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 90	**LAKOVNA**				**PRACOVNÍK: Lakýrník**				
	Tb	30	min	0,5	hod.	počet dávek	1	300	Kč
	Ta	200	min	3	hod.	ks / dávka	1	2 000	Kč
	HNS	600	Kč/hod.			Spotřební materiál		2 400	Kč
	SUMA							4 700	Kč
ČÍSLO OPERACE 100	**KONTROLA LAKU**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							**291 000**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady na současný stav výroby Lopatkového kruhu a Předního víka je patrný v tabulce 6.4.1-7, která sumarizuje náklady jednotlivých výrobních stádií. Je patrné, že v případě výroby polotovarů jako odlitky dochází k úsporám z rozsahu, jelikož modely používané k zaformování součásti jsou potřeba pouze v jednom provedení. Náklady na

Přední víko z pohledu hlavních nákladových položek jsou 1 535 250 Kč, pro Lopatkový kruh jsou 898 150 Kč.

Tabulka 6.4.1-7 Suma nákladů na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů

	PŘEDNÍ VÍKO		LOPATKOVÝ KRUH	
ODLITKY	471 500	Kč/2ks	304 000	Kč/2ks
DOPRAVA	12 150	Kč	12 150	Kč
KOOPERACE NAVAR	300 000	Kč/ks	130 000	Kč/ks
INTERNI PROCESY	375 800	Kč/ks	226 000	Kč/ks
CELKEM / 2ks	1 535 250	Kč	898 150	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

6.4.2 PŘEDNÍ VÍKO & LOPATKOVÝ KRUH – VARIANTA Č. 2

Výrobní varianta číslo dva přináší změnu vstupního polotovaru, kde polotovary odlitků nahradí výpalky tlustých plechů. Tyto polotovary jsou navrženy z konstrukční oceli S355J2+N, která je k dostání v požadovaných rozměrech a současně splňuje požadavky na design. Z výkresové dokumentace je patrné, že jak Lopatkový kruh, tak i Přední víko jsou tvarem mezikruží, proto je nutné oddělit jejich středy a obvod. Tlusté plechy tlouštěk 160 mm je možné dělit technologií řezání kyslíko-acetylenovým plamenem. Za tímto účelem byla oslovena společnost KARLA, s.r.o. Bruntál, zabývající se prodejem ocelových plechů a současně disponuje technologií dělení materiálu. Nabídka společnosti je uvedena v tabulce 6.4.2-1. Cena polotovarů Předního víka, v podobě mezikruží připraveného na operaci hrubování je 149 420 Kč. Cena polotovarů Lopatkového kruhu, který má větší středový otvor a tedy i méně materiálu je přibližně o 15 % nižší, tedy 126 184 Kč. Použití polotovarů z tlustých plechů zkrátí dodací termíny na dva týdny.

Výrobní postupy Lopatkového kruhu a Předního jsou identické s postupy uvedenými v kapitole 6.4.1, viz tabulka 6.4.1-2 pro Přední víko a tabulka 6.4.1-4 pro Lopatkový kruh. Další změna se promítá do časové spotřeby při obráběcích operacích.

Tabulka 6.4.2-1 Nabídka polotovarů společnosti KARLA, s.r.o.

Součást	Cena / 2ks	Termín dodání
Lopatkový kruh	126 184 Kč	2 týdny
Přední víko	149 420 Kč	2 týdny

Zdroj: Vlastní zpracování

Doprava je zajištěna vlastními zdroji, viz tabulka 6.4.2-2. Zahrnuje dopravu výpalků ze slévárny a transport polotovarů pro navaření povrchové vrstvy. Výpočet vychází ze sazby na jeden ujetý kilometr, kde celková vzdálenost činí 820 km (zahrnuje cestu tam i zpět) a celkové náklady 10 070 Kč.

Tabulka 6.4.2-2 Doprava varianty č. 2

Bruntál - Benešov	620	km
Benešov - Praha	200	km
Sazba	13,5	Kč/km
Celkem:	11 070	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Navaření korozivzdorné vrstvy provádí nejmenovaná společnost NAVAR. Pro navařování je aplikována technologie MiG, při které se využívá řízený oblouk s pulzem. Přídavný materiál bude použit ve formě elektrod typu 45554 S[32] při dovoleném průměru elektrod 1,2 – 1,6 mm. Navařená vrstva bude provedena ve třech vrstvách pro zajištění požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností. Dle zkušeností lze předpokládat výšku jedné housenky svaru 2,5 mm, šířku svarové housenky 6 mm a rychlost posuvu 0,6 m/min. Kvalita svařování bude zaručena WPS dokumentem, který stanovuje parametry navařování. Jakost navařené vrstvy bude kontrolována na technologickém vzorku provedeném dle WPS specifikace. Výsledkem analýzy vznikne WPQR zpráva, která dokladuje a vyhodnotí jakost zkušebního návaru pro použití v praxi.

[32] *Castolin Eutectic: CastoMag 45554 S*. 03. 2011. Dostupné také z: https://www.castolin.com/sites/default/files/product/downloads//castolin-CastoMag-45554-S-schweissen-zusatzwerkstoffe.pdf

Tabulka 6.4.2-3 Rozložení nákladů na obrábění a kooperaci výpalku Předního víka

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	1 320	min	22	hod.	ks / dávka	1	26 400	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	28 200	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**KOOPERACE NÁVAR**								
	CENA				150 000				Kč
	DODACÍ PODMÍNKY				2 - 3 TÝDNY				
ČÍSLO OPERACE 50	**KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 60	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 400	min	40	hod.	ks / dávka	1	48 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	50 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 70	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	1 500	min	25	hod.	ks / dávka	1	30 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	32 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 80	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 90	**LAKOVNA**				**PRACOVNÍK: Lakýrník**				
	Tb	30	min	0,5	hod.	počet dávek	1	300	Kč
	Ta	240	min	4	hod.	ks / dávka	1	2 400	Kč
	HNS	600	Kč/hod.			Spotřební materiál		1 600	Kč
	SUMA							4 300	Kč
ČÍSLO OPERACE 100	**KONTROLA LAKU**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							**530 600**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady jedné výrobní dávky jsou kalkulovány pro jeden kus Předního víka. Proces výroby je rozdělen do deseti výrobních operací, z toho devět interních a operace 40 je kooperace. Interní procesy začínají vstupní kontrolou, při které dochází k naskladnění polotovarů a jejich kontrole. Proces naskladnění, stejně tak provedení kontroly jsou režijním nákladem, který je hrazen příspěvkem na úhradu střediska. Proces je zařazen do režijních nákladů z důvodu složitosti jeho rozboru, jak z pohledu časové spotřeby, tak i nákladů. Do této kategorie spadají všechny procesy prováděné např. odděleními řízení jakosti, pracovníky skladu, úklidovou četou.

Následují procesy obrábění, při kterých je součást obrobena na finální rozměry. Výroba Předních vík probíhá ve dvou výrobních dávkách. Za tímto účelem je navržena časová spotřeba v dávce – čas dávkový (Tb), tak i pro jednotlivé kusové položky – jednotkový čas (Ta). Dávkový čas popisuje časovou spotřebu na jednu výrobní dávku Předního víka, což například pro jeden z procesů obrábění znamená zajištění manipulace součásti na pracovišti, seřízení stroje a odladění CNC programu, zajištění nástrojů, přípravků a pomůcek, aj. Jednotkový čas popisuje čas nutný k obrobení požadovaných ploch dle specifikace výrobní průvodky. Na základě těchto informací a znalosti hodinové nákladové sazby pracoviště stanovuji náklady jednotlivých výrobních operací.

Tabulka 6.4.2-3 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Předního víka. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 530 600 Kč. Reálná cena návaru pro Lopatkový kruh je 65 000 Kč/ks a vychází z požadavku provedení 3vrstev požadované jakosti. Pro Přední víko je cena stanovena odhadem na základě navýšení množství spotřebního materiálu a komplikovanějšího postupu navařování. Odhadní cena činí 150 000 Kč/ks. Suma nákladů na výrobu dvou Předních vík, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 1 0561 200 Kč.

Stejná analogie platí pro výrobu Lopatkového kruhu. Tabulka 6.4.2-4 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Lopatkového víka. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 294 200 Kč. Suma nákladů na výrobu dvou Lopatkových kruhů, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 588 400 Kč.

Tabulka 6.4.2-4 Rozložení nákladů na obrábění a kooperaci výpalku Lopatkového kruhu

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	840	min	14	hod.	ks / dávka	1	16 800	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	18 600	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**KOOPERACE NÁVAR**								
	CENA				65 000				Kč
	DODACÍ PODMÍNKY				2 - 3 TÝDNY				
ČÍSLO OPERACE 50	**KONROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 60	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	1 200	min	20	hod.	ks / dávka	1	24 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	26 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 70	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	1 500	min	25	hod.	ks / dávka	1	30 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	32 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 80	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 90	**LAKOVNA**				**PRACOVNÍK: Lakýrník**				
	Tb	30	min	0,5	hod.	počet dávek	1	300	Kč
	Ta	200	min	3	hod.	ks / dávka	1	2 000	Kč
	HNS	600	Kč/hod.			Spotřební materiál		2 400	Kč
	SUMA							4 700	Kč
ČÍSLO OPERACE 100	**KONTROLA LAKU**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							**294 200**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady výrobní varianty číslo dva pro Lopatkový kruh a Přední víko je patrný v tabulce 6.4.2-5, která sumarizuje náklady jednotlivých výrobních stádií. Náklady na Přední víko z pohledu hlavních nákladových položek jsou 1 198 454 Kč, pro Lopatkový kruh jsou 748 890 Kč.

Tabulka 6.4.2-5 Náklady na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů

	PŘEDNÍ VÍKO		LOPATKOVÝ KRUH	
VÝPALKY	126 184	Kč/2ks	149 420	Kč/2ks
DOPRAVA	11 070	Kč	11 070	Kč
KOOPERACE NAVAR	300 000	Kč/2ks	130 000	Kč/2ks
INTERNI PROCESY	380 600	Kč/ks	229 200	Kč/ks
CELKEM / 2ks	1 198 454	Kč	748 890	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Tlusté plechy tloušťky 160 mm mají standardně vyráběné formáty (šířka 2m a délka 3m), jejichž „sériová“ výroba způsobuje rozložení nákladů na velké série, a tudíž i výše zmíněné ceny polotovarů. Minoritní změny nákladů nastávají v dopravě a také interních procesech obrábění.

6.4.3 PŘEDNÍ VÍKO & LOPATKOVÝ KRUH – VARIANTA Č. 3

Varianta 3 řeší možnost využití výkovků z korozivzdorné oceli Wn. r. 1.4313. Tato změna eliminuje kooperační proces navařování, který způsobuje vznik pnutí a tvarové změny svým tepleným působením. Samotný nerezový materiál, který má dobré fyzikálně-chemické vlastnosti, však částečně ztěžuje proces obrábění (delší časy obrábění). Proces lakování není nutný, z důvodu odolnosti materiálu vůči korozi. Varianta výkovku již spadá mezi speciální procesy výroby, kde v kombinaci s takto ušlechtilým materiál lze očekávat výrazné zvýšení ceny polotovaru.

Výkovky nabídla společnost Ferona, a.s. Nabízené ceny pro obě součásti jsou uvedeny v tabulce 6.4.3-1. Cena zahrnuje vyrobení výkovku a vypálení požadovaných mezikruží. Odpad v podobě vypálených středů není zahrnut v ceně. Společnost by o něj pravděpodobně měla zájem, odebrala jej a využila pro výrobu drobného sortimentu. Cena polotovaru Lopatkového kruhu je 369 363 Kč. To je přibližně o 10 % méně v porovnání s cenou polotovaru Předního víka. Termín dodání je jak pro Přední víka, tak i pro Lopatkové kruhy 8 – 10 týdnů.

Tabulka 6.4.3-1 Nabídka polotovarů společnosti Ferona, a.s.

Součást	Cena / ks	Termín dodání
Lopatkový kruh	369 363 Kč	8 - 10 týdnů
Přední víko	410 403 Kč	8 - 10 týdnů

Zdroj: Vlastní zpracování

Sled výrobních operací dokumentuje výrobní postup, jehož výrobní operace jsou komentovány tabulkou 6.4.3-2. Výroba je zajištěna šesti interními výrobními operacemi. Jedná se o operace obrábění a útvaru řízení jakosti.

Tabulka 6.4.3-2 Detaily výrobních operací Přední víko

PŘEDNÍ VÍKO – Příloha č.3		
OPERACE ČÍSLO	**POPIS OPERACE**	**PRACOVIŠTĚ**
00	Výroba výkovku + vypálení	KOOPERACE
10	Kontrolovat výpalek dle 9013.331 (P160 – mezikruží pr. 1640 / pr. 390)	OŘJ
20	Upínat, rozdělit přídavky – vyhrubovat tvar dílu s technologickými přídavky dle výkresu, čela zarovnat na požadovanou tloušťku	SK25 Karusel
30	Kontrolovat rozměry - protokol	OŘJ
40	Upínat, s přepínáním dokončit obrobení dílu načisto dle výkresu, dodržet předepsanou Ra ploch, srazit hrany - kontrolovat	SK25 Karusel
50	Vystředit, upínat, vrtat v CNC režimu a vysostružit díry pr. 16 mm, pr. 36 mm, závitovat X x M10 a X x M24, srazit náběhy, odjehlit	DMU Maho 200 CNC
60	Kontrolovat rozměry - protokol	OŘJ

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 6.4.3-3 Rozbor nákladů interních výrobních operací pro Přední víko

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**STROJ:**				**SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	2 160	min	36	hod.	ks / dávka	1	43 200	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	45 000	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	3 600	min	60	hod.	ks / dávka	1	72 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	74 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 50	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 250	min	37,5	hod.	ks / dávka	1	45 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	47 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 60	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							166 800	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady jedné výrobní dávky jsou kalkulovány pro jeden kus Předního víka. Proces výroby je rozdělen do šesti výrobních operací. Interní procesy začínají vstupní kontrolou, při které dochází k naskladnění polotovarů a jejich kontrole. Proces naskladnění, stejně tak provedení kontroly jsou režijním nákladem, který je hrazen příspěvkem na úhradu střediska. Proces je zařazen do režijních nákladů z důvodu složitosti jeho rozboru, jak z pohledu časové spotřeby, tak i nákladů. Do této kategorie spadají všechny procesy prováděné např. odděleními řízení jakosti, pracovníky skladu, úklidovou četou.

Následují procesy obrábění, při kterých je součást obrobena na finální rozměry. Výroba Předních vík probíhá ve dvou výrobních dávkách. Za tímto účelem je navržena časová spotřeba v dávce – čas dávkový (Tb), tak i pro jednotlivé kusové položky – jednotkový čas (Ta). Dávkový čas popisuje časovou spotřebu na jednu výrobní dávku Předního víka, což například pro jeden z procesů obrábění znamená zajištění manipulace

součásti na pracovišti, seřízení stroje a odladění CNC programu, zajištění nástrojů, přípravků a pomůcek, aj. Jednotkový čas popisuje čas nutný k obrobení požadovaných ploch dle specifikace výrobní průvodky. Na základě těchto informací a znalosti hodinové nákladové sazby pracoviště stanovuji náklady jednotlivých výrobních operací.

Tabulka 6.4.3-3 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Předního víka. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 166 800 Kč. Suma nákladů na výrobu dvou Předních vík, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 333 600 Kč.

Výroba Lopatkového kruhu podléhá výrobnímu postupu dle tabulky 6.4.3-4.

Tabulka 6.4.3-4 Detaily výrobních operací Lopatkový kruh

LOPATKOVÝ KRUH – Příloha č.2		
OPERACE ČÍSLO	**POPIS OPERACE**	**PRACOVIŠTĚ**
00	Výroba výkovku + vypálení	Kooperace
10	Kontrolovat výpalek dle 9013.331 (P160 – mezikruží pr.1640 / pr.1090)	OŘJ
20	Upínat, rozdělit přídavky – vyhrubovat tvar dílu s technologickými přídavky dle výkresu, čela zarovnat na požadovanou tloušťku, srazit hrany	SK25 Karusel
30	Kontrolovat rozměry - protokol	OŘJ
40	Upínat, s přepínáním dokončit obrobení dílu načisto dle výkresu, dodržet předepsanou Ra ploch, srazit hrany - kontrolovat	SK25 karusel
50	Vystředit, upínat, vrtat v CNC režimu a vystružit díry pr. 16mm, pr. 36 mm, závitovat X x M10 a X x M24, srazit náběhy, odjehlit	DMU Maho 200 CNC
60	Kontrolovat rozměry - protokol	OŘJ

Zdroj: Vlastní zpracování

Stejná analogie, jako je využita pro Přední víko, platí i pro výrobu Lopatkového kruhu. Tabulka 6.4.3-5 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Lopatkového kruhu. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí
119 600 Kč. Suma nákladů na výrobu dvou Lopatkových kruhů, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 239 200 Kč.

Tabulka 6.4.3-5 Rozbor nákladů interních výrobních operací – Lopatkový kruh

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**STROJ:**				**SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	1 300	min	22	hod.	ks / dávka	1	26 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	27 800	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 100	min	35	hod.	ks / dávka	1	42 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	44 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 50	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 250	min	37,5	hod.	ks / dávka	1	45 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	47 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 60	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							119 600	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady výrobní varianty číslo tři pro Lopatkový kruh a Přední víko jsou zachyceny v tabulce 6.4.3-6, která sumarizuje náklady jednotlivých výrobních stádií. Náklady na Přední víko z pohledu hlavních nákladových položek jsou 1 155 756 Kč, pro Lopatkový kruh jsou 979 275 Kč.

Tabulka 6.4.3-6 Náklady na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů

	PŘEDNÍ VÍKO		LOPATKOVÝ KRUH	
ODLITKY	820 806	Kč	738 725	Kč
DOPRAVA	1 350	Kč	1 350	Kč
INTERNI PROCESY	166 800	Kč	119 600	Kč
CELKEM / 2ks	1 155 756	Kč	979 275	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

6.4.4 PŘEDNÍ VÍKO & LOPATKOVÝ KRUH – VARIANTA Č. 4

Varianta 4 řeší možnost využití odlitku z korozivzdorné oceli Wn. r. 1.4313. Tato změna eliminuje kooperační proces navařování, který způsobuje vznik pnutí a tvarové změny svým tepleným působením. Samotný nerezový materiál, který má dobré fyzikálně-chemické vlastnosti, však částečně ztěžuje proces obrábění (delší časy obrábění). Proces lakování není nutný, z důvodu odolnosti materiálu vůči korozi. Varianta výkovku již spadá mezi speciální procesy výroby, kde v kombinaci s takto ušlechtilým materiál lze očekávat výrazné zvýšení ceny polotovaru.

Odlitky nabídla společnost ŽĎAS, a.s. Nabízené ceny pro obě součásti jsou uvedeny v tabulce 6.4.4-1. Cena zahrnuje vyrobení odlitků technologií odlévání do pískových forem. Cena samotného polotovaru Lopatkového kruhu je 305 400 Kč, při zahrnutí nákladů na modelové zařízení 330 400 Kč. To je přibližně o 20 % méně v porovnání s cenou polotovaru Předního víka. Cena zahrnuje odlití odlitků, jejich kontrolu a případné opravy. Termín dodání je jak pro Přední víka, tak i pro Lopatkové kruhy 7 – 8 týdnů.

Tabulka 6.4.4-1 Nabídka polotovarů společnosti ŽĎAS, a.s.

Součást	Cena	Termín dodání
Lopatkový kruh - model	50 000 Kč	2 týdny
Lopatkový kruh	305 400 Kč/ks	5 - 6 týdnů
Přední víko - model	60 000 Kč	2 týdny
Přední víko	380 900 Kč/ks	5 - 6 týdnů

Zdroj: Vlastní zpracování

Doprava je zajištěna vlastními zdroji. Zahrnuje dopravu odlitků ze společnosti ŽĎAS, a.s. Dopravu dokumentuje tabulka 6.4.4-2. Výpočet vychází ze sazby na jeden ujetý kilometr, kde vzdálenost činí 260 km tam i zpět a celkové náklady 3 510 Kč.

Tabulka 6.4.4-2 Doprava varianty č. 4

Žďár nad Sázavou - Benešov	260	km
Sazba	13,5	Kč/km
Celkem:	3 510	Kč

Zdroj: Vlastní zpracování

Sled výrobních operací, stejně tak i úkoly jednotlivých výrobních operací jsou shodné s výrobou z výkovku. Souhrnný postup výroby a výrobní operace jsou komentovány tabulkou 6.4.3-2.

Tabulka 6.4.4-3 Rozbor nákladů interních výrobních operací – Přední víko

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**STROJ:**				**SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	2 000	min	33,33	hod.	ks / dávka	1	40 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	41 800	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**STROJ:**				**SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	3 600	min	60	hod.	ks / dávka	1	72 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	74 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 50	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 250	min	37,5	hod.	ks / dávka	1	45 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	47 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 60	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							**163 600**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady jedné výrobní dávky jsou kalkulovány pro jeden kus Předního víka. Interní procesy začínají vstupní kontrolou, při které dochází k naskladnění polotovarů a jejich kontrole. Proces naskladnění, stejně tak provedení kontroly jsou režijním nákladem, který je hrazen příspěvkem na úhradu střediska. Proces však není uvažován z důvodu složitosti jeho rozboru, jak z pohledu časové spotřeby, tak i nákladů. Příkladem těchto procesů jsou: odděleními řízení jakosti, pracovníky skladu, úklidovou četou.

Následují procesy obrábění, při kterých je součást obrobena na finální rozměry. Výroba Předních vík probíhá ve dvou výrobních dávkách. Dávkový čas popisuje časovou spotřebu na jednu výrobní dávku Předního víka, což například pro jeden z procesů obrábění znamená zajištění manipulace součásti na pracovišti, odladění CNC programu, zajištění nástrojů, přípravků a pomůcek, aj. Na základě těchto informací a znalosti hodinové nákladové sazby pracoviště stanovuji náklady jednotlivých výrobních operací.

Tabulka 6.4.3-3 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Předního víka. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 163 600 Kč. Suma nákladů na výrobu dvou Předních vík, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 326 400 Kč.

Stejná analogie, jako je využita pro Přední víko, platí i pro výrobu Předního víka. Tabulka 6.4.3-4 shrnuje sumu nákladů na jednu výrobní dávku Lopatkového kruhu. Současně je možné sledovat sumy nákladů jednotlivých výrobních operací. Výstupem tabulky jsou celkové náklady obrábění a navaření jedné výrobní dávky, které činí 115 600 Kč. Suma nákladů na výrobu dvou Lopatkových kruhů, která zahrnuje interní procesy obrábění a provedení návaru, je dána dvojnásobkem nákladů jedné výrobní dávky, tedy 231 200 Kč.

Tabulka 6.4.4-4 Rozbor nákladů interních výrobních operací – Lopatkový kruh

ČÍSLO OPERACE 10	**VSTUPNÍ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 20	**STROJ:**				**SK 25 Karusel**				
	Tb	90	min	1,5	hod.	počet dávek	1	1 800	Kč
	Ta	1 100	min	18,33	hod.	ks / dávka	1	22 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	23 800	Kč
ČÍSLO OPERACE 30	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
ČÍSLO OPERACE 40	**STROJ:**				**SK 25 Karusel**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 100	min	35	hod.	ks / dávka	1	42 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	44 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 50	**OBRÁBĚNÍ**				**STROJ: DMU Maho 200 CNC**				
	Tb	120	min	2	hod.	počet dávek	1	2 400	Kč
	Ta	2 250	min	37,5	hod.	ks / dávka	1	45 000	Kč
	HNS	1 200	Kč/hod.				SUMA	47 400	Kč
ČÍSLO OPERACE 60	**ROZMĚROVÁ KONTROLA**								
	HRAZENO PŘÍSPĚVKEM NA ÚHRADU								
	CELKOVÉ NÁKLADY / ks							**115 600**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

Náklady výrobní varianty číslo tři pro Lopatkový kruh a Přední víko jsou patrné z tabulky 6.4.2-5, která sumarizuje náklady jednotlivých výrobních stádií. Náklady na Přední víko z pohledu hlavních nákladových položek jsou 1 152 510 Kč, pro Lopatkový kruh jsou 895 510 Kč.

Tabulka 6.4.4-5 Náklady na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů

	PŘEDNÍ VÍKO		LOPATKOVÝ KRUH	
ODLITKY	821 800	Kč	660 800	Kč
DOPRAVA	3 510	Kč	3 510	Kč
INTERNI PROCESY	163 600	Kč	115 600	Kč
CELKEM / 2ks	**1 152 510**	**Kč**	**895 510**	**Kč**

Zdroj: Vlastní zpracování

6.4.5 PŘEDNÍ VÍKO & LOPATKOVÝ KRUH – DÍLČÍ ZÁVĚR

Výroba Předních vík a Lopatkových kruhů popsaná v kapitole 6.4.1 až 6.4.4 charakterizuje aspekty výroby současnými výrobními procesy v porovnání se s jednotlivými variantami. Zásadní změna, připadá na změnu dodavatele vstupního polotovaru, které dle individuálních variant ovlivňuje následující výrobní proces. Rozbor hlavních nákladů jednotlivých variant je dokumentován v příslušných kapitolách. Celkové srovnání nákladových položek pro nejdůležitější výrobní úseky Předních vík a Lopatkových kruhů je pro jednotlivé varianty uvedeno v tabulce 6.4.5-1.

Tabulka 6.4.5-1 Přehled celkových nákladů klíčových výrobních operací

	Přední víko	**% změna**	**Lopatkový kruh**	**% změna**
Varianta č.1	1 535 250 Kč	-	898 150 Kč	-
Varianta č.2	1 198 454 Kč	- 21,9	748 890 Kč	- 16,4
Varianta č.3	1 155 756 Kč	- 24,7	979 275 Kč	+ 9,1
Varianta č.4	1 152 510 Kč	- 24,9	895 510 Kč	- 0,3

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledků je patrné, že změna výroby se na jednotlivé součásti promítá příznivě. Součást Přední víko je značně tvarově složitá. Klíčovým faktorem, který ovlivňuje výši nákladů, je proces navařování z důvodu jeho náročnosti. Provedení návaru je komplikované jak časového, tak i nákladového zatížení. Náklady se dostávají na úroveň srovnatelnou s použitím výkovku nebo odlitku z korozivzdorné oceli. Z tabulky je patrné, že všechny tři varianty jsou ekonomicky příznivější. Při srovnání varianty 2 s variantou 3 a 4 je patrný cca 3% rozdíl. Z tabulky 6.4.5-1 vyplývá, že varianta číslo 4 je z pohledu nákladů na výrobu cenově nejlevnější, úspora činí přibližně 25 %, což představuje 382 740 Kč ve srovnání se současným stavem. Srovnáním jak z nákladového, tak i technologického hlediska doporučuji variantu 3 nebo 4 kdy bude využit výkovek nebo odlitek z korozivzdorné oceli.

Problematika Lopatkového kruhu je odlišná, jelikož plocha pro provedení návaru je rovinná, a tudíž nevznikne náklad v tak vysoké výši jako v případě Předního

víka. Na základě dostupných cen pro konstrukční ocele v kombinaci s korozivzdorným návarem vychází tento model jako nejhospodárnější. Úspora činí přibližně 16 %, což odpovídá 149 260 Kč.. Z tabulky 6.4.5-1 je patrné, že využití ušlechtilejšího materiálu, který je nutné vyrobit dražší technologií a následně obrobit je srovnatelné, spíše nákladnější než při použití konstrukční oceli.

Propočtené stavy se zabývají pouze klíčovými výrobními operacemi, které mají významný vliv z hlediska nákladů na celý výrobní proces. Z tohoto důvodu není uvažována kontrola vstupních polotovarů, kontrola rozměrů, apod., jelikož bude hrazena z příspěvku na úhradu. Je nutné podotknout, že zmíněné procesy hrazené příspěvkem na úhradu (krytým z marže) jsou zachovány pro všechny kalkulované stavy, tudíž zde nelze předpokládat výraznou změnu v rozložení nákladů těchto položek.

6.5 OBRÁBĚNÍ – INTERNÍ PROCES

Výrobní procesy představují aktivity, od kterých očekáváme zvyšování přidané hodnoty ať už polotovarů, rozpracované výroby nebo finálních produktů. Cílem je provádět tyto procesy efektivně a hospodárně s ohledem na dostupné zdroje, čímž dosáhneme optima nákladů a maximalizace zisku. Dosažení tohoto stavu vychází z předpokladu znalosti daných procesů, jejich analyzování a následné optimalizace.

Významné procesy společnosti MAVEL, a.s., kterými se zabývám ve své diplomové práci je proces obrábění, který je použit při zpracování všech kalkulovaných součástí. Jedná se o majoritní technologický proces, který společnost využívá pro zpracování polotovarů na finální výrobky. Procesy obrábění jsou ve společnosti prováděny na mnoha pracovištích - strojích, které mají různé technologické možnosti, odlišné hodinové režie i výkony (produktivitu a přesnost).

Výroba řešených součástí probíhá pouze na vybraných pracovištích, jejichž souhrn uvádí tabulka 6.5-1. Strojní operace obrábění tvoří značnou nákladovou položku, která se odráží jak v časové spotřebě, tak i v souvisejících přímých a nepřímých nákladech.

Tabulka 6.5-1 Přehled využití časové spotřeby strojního vybavení

Stroj: / **Výrobní varianta:**	**SK25 KARUSEL [min]**	**DMU Maho 200 CNC [min]**	**SOUSTRUH MT 550 CNC [min]**	**FRÉZA FSQ 100 CNC [min]**
RL – současný stav	/	/	390	420
RL – změna výroby	/	/	600	450
PV – varianta 1	3 600	1 500	/	/
PV – varianta 2	3 720	1 500	/	/
PV – varianta 3	5 600	2 250	/	/
PV – varianta 4	5 760	2 250	/	/
LK – varianta 1	1 960	1 500	/	/
LK – varianta 2	2 040	1 500	/	/
LK – varianta 3	3 400	2 250	/	/
LK – varianta 4	2 500	2 250	/	/

**Hodnoty časové spotřeby vychází z výroby jedné součásti*

Zdroj: Vlastní zpracování

Z tabulky je patrné, že časové vytížení na jednotlivých strojích se pohybuje v řádech desítek hodin. Je nezbytné vzít v úvahu, že tyto hodnoty odpovídají vždy pouze výrobě jedné součásti, tj. v případě výroby dvou turbín se časy pro Rozváděcí lopaty (RL) znásobují třicet šest krát, pro Přední víko (PV) a Lopatkový kruh (LK) násobíme krát dvě. Výsledné časové spotřeby individuálních strojů pro jednotlivé výrobní varianty se pohybují od 50 do 360 hodin. Tento rozsah odpovídá 1 – 9 týdnům, což z pohledu výroby tvoří nezanedbatelné množství. Pro zjištění celkové vytíženosti zmíněného strojového parku je nutné znát mnohem více informací o vyráběném sortimentu, směnnosti atp.

Stanovení reálných nákladů na jednotku produkce vychází z rozboru nákladů a vyhodnocení kalkulací. Pro kalkulaci operací obrábění využívám metodu hodinové nákladové sazby, která pracuje s časem. Zohledňující přímé a přímo přiřaditelné náklady a spojuje nepřímé náklady a režijní náklady. Tato metoda má přímou souvislost s činnostmi a její vazbu lze spatřit mezi rozpočtem, kapacitou a kalkulací. Hodinové nákladové sazby využívaných strojů jsou uvedeny v tabulce 6.5-2.

Tabulka 6.5-2 Hodinové nákladové sazby (HNS) strojního vybavení

STROJ	SK25 KARUSEL	DMU Maho 200 CNC	SOUSTRUH MT 550 CNC	FRÉZA FSQ 100 CNC
HNS [Kč/hod]	1 200	1 500	750	900

Zdroj: Vlastní zpracování

Z hlediska diplomové práce není možné provést kalkulaci hodinové nákladové sazby jednotlivých pracovišť z důvodu provádění pouze kalkulace vybraných komponent. Definované hodinové nákladové sazby rámcově zahrnují náklady na odpisy strojů, opravy a údržbu, energie, podpůrný spotřební materiál (emulze, nástroje, nářadí, aj.) a náklady na obsluhy (mzda a odvody). Pro potřeby diplomové práce navrhuji rozložení nákladových sazeb dle procentuálního vyjádření položek hodinové nákladové sazby. Rozložení HNS spolu s poměrovým rozdělením uvádí tabulka 6.5-3. Z tabulky je patrné, že vyjma stroje SK25 KARUSEL jsou stroje relativně nové a podléhají odpisům. Rozdělení je provedeno procentním odhadem. Tyto informace jsou velice citlivé, poskytují konkurenční výhodu, proto jsem se pokusil pouze nastínit jejich možné rozložení.

Tabulka 6.5-3 Rozdělení hodinové nákladové sazby strojního vybavení

STROJ	**SK25 KARUSEL**		**DMU Maho 200 CNC**		**SOUSTRUH MT 550 CNC**		**FRÉZA FSQ 100 CNC**	
HNS [Kč/hod]	1 200		1 500		750		900	
Položka	% podíl HNS	Kč	% podíl HNS	Kč	% podíl HNS	Kč	% podíl HNS	Kč
Odpisy stroje	0	0	30	450	30	225	30	270
Opravy a údržba	30	360	20	300	20	150	20	180
Energie (el., tlakový vzduch)	23	276	20	300	20	150	20	180
Emulze, nářadí, nástroje	27	324	15	225	15	112,5	15	135
Zaměstnanec (mzda, odvody, os. náklady)	20	240	15	225	15	112,5	15	135
Suma	100	1200	100	1500	100	750	100	900

Zdroj: Vlastní zpracování

Přesných hodinových nákladových sazeb lze dosáhnout rozborem vybraných parametrů, které jsou dostupné v účetním systému a mohou být přiřazeny k daným zakázkám. Ve své práci řeším problematiku obrábění dvou různých druhů materiálu, které se liší obrobitelností – schopností být zpracován technologií třískového obrábění. U této schopnosti nelze jednoznačně stanovit ani definovat její absolutní hodnotu. Závisí na mnoha faktorech, kterými jsou například fyzikální a chemické vlastnosti materiál, řezné podmínky obrábění, typ nástroje (geometrie), pracovní prostředí, metoda obrábění, tepelné zpracování, kvalifikace a zkušenost obsluhy aj. Nastavením těchto parametrů a volbou vhodných technologických zkoušek obrobitelnosti lze docílit ekonomického zhodnocení. Současně lze zkoušky využít ke zjištění trvanlivosti řezných nástrojů. V neposlední řadě je důležitá jejich životnost. Poslední zmíněné parametry lze považovat za velmi zásadní, protože mají silný dopad na ekonomiku procesu.

7 ZÁVĚR

V diplomové práci se zabývám změnou výroby tří vybraných součástí Francisovy turbíny, která spadá do portfolia společnosti MAVEL, a.s. Pro řešení byly vybrány součásti, které jsou pro společnost zajímavé z hlediska nákladů, a tedy hospodárnosti provozu. Tento aspekt velice úzce souvisí s technickou stránkou výrobních řešení, která jej ovlivňuje. Propojení obou hledisek umožňuje jednak porovnat technické nebo ekonomické návrhy řešených variant, stejně tak, jako provést rozhodnutí na základě preferencí společnosti. Volba vybraných součástí a jejich technologických variant umožnila provést širší spektrum modelových analýz a rozboru jejich nákladové struktury.

Práce shrnuje rozbor problematiky výroby jednotlivých součástí z hlediska současného stavu výroby ve vztahu k jejím potenciálním změnám. Přínosem práce je srovnání rozložení nákladů individuálních variant jednotlivých součástí, jakožto i vliv na celkový projekt. Diplomová práce se opírá o teoretický základ, který se odvíjí ve rovinách, a to ve vztahu k samotné výrobě jednotlivých součástí, stejně tak i k problematice řízení. Snahou bylo vystihnout základní aspekty výrobního prostředí, které zohledňují projektování výrobních procesů, plánování a jejich výstup v podobě nákladových kalkulací. Provedení analýzy a dosažení vytyčených výstupů v podobě potřebných informací pro rozhodování shledávám jako dílčí celek, který tvoří podklad pro management společnosti a jeho zpětnou vazbu. Z tohoto důvodu popisuji teorii podnikového řízení a manažerského rozhodování, jelikož předpokládám, že reálná praxe by vyústila v navázání dosažených výsledků do obou rovin. Bylo by možné reagovat jak v oblastech operativního nebo strategického řízení a vztáhnout k tomu patřičná rozhodnutí managementu. Z důvodu jistých omezení, kterými jsou například omezená znalost prostředí společnosti a stejně tak i celé sestavy vodní turbíny hodnotím danou problematiku jen z nastíněného pohledu na výrobu tří hlavních součástí. Za tímto účelem navrhuji možná opatření a doporučení, ve kterých spatřuji témata k budoucímu rozvoji.

Praktická část zabývající se projektem Francisovy turbíny řeší problematiku výroby Rozváděcích lopat, Předního víka a Lopatkového kruhu. Jednotlivě pro každou součást jsem definoval výrobní varianty zahrnující současný stav výroby i nové technologické varianty, pro něž jsem vypracoval nákladové kalkulace sumarizující hlavní nákladové položky. V těchto datech spatřuji potenciál k rozhodování o výrobě jednotlivých součástí.

Výroba Rozváděcích lopat při změně výroby spočívající ve využití tlustých plechů a jejich následném obrobení na finální rozměry redukuje celkové náklady na výrobu třiceti dvou kusů o přibližně 7 %, což činí 60 000 Kč. Snížení je způsobeno druhem polotovaru, který spadá do standardní kategorie nabízeného zboží a je běžně dostupný. Současně zkrátíme dobu výroby, kdy dojde k úspoře 7 – 8 týdnů. Což je v dnešním konkurenčním prostředí významná doba.

Výroba Předních vík a Lopatkových kruhů řešená ve čtyřech výrobních variantách prokázala, že při použití konstrukční oceli nebo korozivzdorného materiálu má svá opodstatnění. Varianta číslo 4 aplikovaná na Přední víko dosahuje úspory přibližně 25 %, což představuje 382 740 Kč ve srovnání se současným stavem. Z tohoto hlediska je opravdu nejlevnější. Volbou korozivzdorného materiálu a tedy varianty 3 nebo 4 Srovnáním jak z nákladového, tak i technologického hlediska doporučuji variantu 3 nebo 4 kdy bude využit výkovek nebo odlitek z korozivzdorné oceli. Očekávané zkrácení realizace zakázky maximálně v rozmezí 1 – 2 týdnů.

Problematika Lopatkového kruhu je odlišná, jelikož plocha pro provedení návaru je rovinná, a tudíž nevznikne náklad v tak vysoké výši jako v případě Předního víka. Na základě dostupných cen pro konstrukční ocele v kombinaci s korozivzdorným návarem vychází tento model jako nejhospodárnější. Úspora činí přibližně 16 %, což odpovídá 149 260 Kč. Z výsledků je patrné, že využití ušlechtilejšího materiálu, který je nutné vyrobit dražší technologií a následně obrobit je srovnatelné, spíše nákladnější než při použití konstrukční oceli.

Z pohledu časových úspor lze obtížně stanovit reálnou úsporu mezi jednotlivými variantami. Očekával bych přibližně stejné časové výrobní rozložení, protože na jedné straně je výroba zatížena technologicky zdlouhavými výrobními procesy a současně časově náročným procesem svařování. Co se týká výroby z korozivzdorných odlitků, resp. výpalků, zde je zapotřebí uvažovat časovou náročnost obrábění takto rozměrných součástí. Samotná výroba bude reálně probíhat pro potřeby pokrytí aktuální výrobních potřeb, čím může být proces dále zpožděn nebo v opačném případě zkrácen.

Z celkového pohledu na celý projekt doporučuji využít ekonomicky nejhospodárnější a nejefektivnější varianty zmíněné výše, jelikož vyhoví požadavkům na design, docílí redukci nákladů a jako například v podobě Rozváděcí lopaty zkrátí výrobu.

Je zapotřebí vzít v úvahu, že se práce zabývá pouze třemi komponentami Francisovy turbíny a neřeší vzájemné vazby se zbylou částí turbíny.

Na základě rozboru dané problematiky spatřuji možná doporučení v oblasti obrábění, jakožto hlavní interní výrobní technologie, ve vztahu k budoucímu vývoji společnosti. Zaměřil bych se na problematiku hodinové nákladové sazby a její rozbor z pohledu dílčích položek, protože ve své práci využívám jednotnou sazbu pro obrábění různých materiálů. U zpracování běžné konstrukční oceli vs. korozivzdorné, očekávám rozdílnou spotřebu nástrojů, jejich trvanlivosti a životnosti. Současně bych otevřel otázku stanovení časových kapacit, které vycházejí ze zkušenosti a nastavení strojních parametrů. Rozbor přispěje ke zpřesnění informací a definování jednoznačných parametrů pro vypracování kalkulací, které svým rozsahem zasahují do citlivých dat společnosti tvořící její know-how. Data mohou být současně využita jako podklad mapující využívanost současného strojního vybavení a iniciování otázky budoucích investic v podobě modernizace výrobního zařízení.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CAD	Computer Added Design
CAM	Computer Added Manufacturing
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CNC	Computer Numerical Control
ČSN	Česká státní norma
HNS	Hodinová nákladová sazba
ISO	International Organization for Standardization
LK	Lopatkový kruh
OŘJ	Oddělení řízení jakosti
PV	Přední víko
QS	Quality Standard
RL	Rozváděcí lopata
Ta	Čas jednotkové práce
Tb	Čas dávkové práce
Tc	Čas směnové práce
TPV	Technická příprava výroby
W.nr.	Werkstoff nummer
WPQR	Working Procedure Qualification Record
WPS	Working Procedure Specification

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. DUŠIČKA, Peter. *Malé vodní elektrárny*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2003. ISBN 8088905451.

2. HRADECKÝ, Mojmír, Jiří LANČA a Ladislav ŠIŠKA. *Manažerské účetnictví*. Praha: Grada, 2008. Účetnictví a daně (Grada). ISBN 978-80-247-2471-3.

3. ISO 10 006: *Management jakosti – Směrnice jakosti v managementu projektu*. Praha. Český normalizační institut, 2004.

4. KRÁL, Bohumil. *Manažerské účetnictví*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-141-0.

5. LAZAR, Jaromír. *Manažerské účetnictví a controlling*. Praha: Grada, 2012. Účetnictví a daně (Grada). ISBN 978-80-247-4133-8.

6. MÁCHAL, Pavel, Martina KOPEČKOVÁ a Radmila PRESOVÁ. *Světové standardy projektového řízení: pro malé a střední firmy: IPMA, PMI, PRINCE2*. Praha: Grada, 2015. Manažer. ISBN 978-80-247-5321-8.

7. MELICHAR, Jan, Jaroslav BLÁHA a Jan VOJTEK. *Malé vodní turbíny: konstrukce a provoz*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1998

8. SEDLÁČKOVÁ, H., *Strategická analýza*. Praha: C. H. Beck, 2000. ISBN 80-7179-422-8.

9. SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.

10. ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-1679-4

11. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.

12. WÖHE, Günter a Eva KISLINGEROVÁ. *Úvod do podnikového hospodářství.* 2., přeprac. a dopl. vyd. Přeložila Zuzana MAŇASOVÁ. V Praze: C. H. Beck, 2007. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-897-2

13. ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2

Elektronické zdroje:

14. CHAPALLAZ, Jean-Marc., Peter. EICHENBERGER a Gerhard. FISCHER.*Manual on pumps used as turbines*. Braunschweig: Vieweg, c1992. Harnessing water power on a small scale, v. 11. ISBN 3528020695, Dostupné z: http://www.nzdl.org/gsdlmod?a=p&p=about&c=hdl

15. *Castolin Eutectic: CastoMag 45554 S*. 03. 2011. Dostupné také z: https://www.castolin.com/sites/default/files/product/downloads//castolin-CastoMag-45554-S-schweissen-zusatzwerkstoffe.pdf

16. *MAVEL TURBINES FOR HYDROELECTRIC POWER* [online]. 2015 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: http://www.mavel.cz/

17. NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2016-06-25]. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

SEZNAM OBRÁZKŮ

Strana

Obrázek 5.1-1 Kalkulační systém jeho členění 25
Obrázek 6.2-1 Schéma Francisovy turbíny 30
Obrázek 6.2.1-1 Součásti Francisovy turbíny určené pro analýzu 31
Zdroj: vlastní tvorba dle: Chapallaz, J-M., Eichenberger, P., Fischer, G., (1992) 31
Obrázek 6.3-1 Rozváděcí lopata v rozpracovaném stavu, ilustrativní 32
Obrázek 6.3.1-1 Výrobní vazby se subdodavatelem Rozváděcích lopat a sled interních výrobních operací 34
Obrázek 6.3.3-1 Schéma polotovaru Rozváděcí lopaty 39
Obrázek 6.3.3-2 Výrobní vazby se subdodavatelem tlustých plechů a sled výrobních operací 40
Obrázek 6.4-1 Výrobní vazby pro Lopatkový kruh a Přední víko (varianta 1, varianta 2) 47
Obrázek 6.4-2 Výrobní vazby pro Lopatkový kruh a Přední víko (varianta 3, varianta 4) 48

SEZNAM TABULEK

Strana

Tabulka 6.2.1-1 Analyzované součásti 32
Tabulka 6.3-1 Materiálová jakost Rozváděcí lopaty 33
Tabulka 6.3.1-1 Popis výrobních operací Rozváděcí lopaty 35
Tabulka 6.3.2 -1 Rozbor nabídky slévárny 36
Tabulka 6.3.2 -2 Doprava mezi slévárnou a podnikem. 37
Tabulka 6.3.2 -3 Rozložení nákladů na výrobní dávku při zpracování interními procesy 37
Tabulka 6.3.2-4 Souhrn nákladových položek Rozváděcí lopaty 38
Tabulka 6.3.3-1 Popis výrobních operací pro výpalek tlustého plechu 41
Tabulka 6.3.4-1 Cena polotovarů výpalků tlustých plechů 42
Tabulka 6.3.4-2 Doprava mezi dodavatelem a podnikem 42
Tabulka 6.3.4-3 Rozložení nákladů na výrobní dávku výpalků Rozváděcích lopaty 44
Tabulka 6.3.4-4 Souhrn nákladových položek pro Rozváděcí lopatu 44
Tabulka 6.3.5-1 Srovnání nákladů klíčových výrobních operací 45
Tabulka 6.4-1 Přehled možných variant výroby Lopatkového kruhu a Předního víka 46
Tabulka 6.4.1-1 Rozbor nabídky odlitku pro Lopatkový kruh a Přední víko 49
Tabulka 6.4.1-2 Sled výrobních operací pro Přední víko 50
Tabulka 6.4.1-3 Doprava pro Přední víko nebo Lopatkový kruh (kooperace + polotovary) 51
Tabulka 6.4.1-4 Sled výrobních operací pro Lopatkový kruh 52
Tabulka 6.4.1-5 Rozložení nákladů Předního víka 53
Tabulka 6.4.1-6 Rozložení nákladů Lopatkového kruhu 55
Tabulka 6.4.1-7 Suma nákladů na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů 56
Tabulka 6.4.2-1 Nabídka polotovarů společnosti KARLA, s.r.o. 57
Tabulka 6.4.2-2 Doprava varianty č. 2 57

Tabulka 6.4.2-3 Rozložení nákladů na obrábění a kooperaci výpalku Předního víka 58
Tabulka 6.4.2-4 Rozložení nákladů na obrábění a kooperaci výpalku Lopatkového kruhu 60
Tabulka 6.4.2-5 Náklady na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů 61
Tabulka 6.4.3-1 Nabídka polotovarů společnosti Ferona, a.s. 62
Tabulka 6.4.3-2 Detaily výrobních operací Přední víko 62
Tabulka 6.4.3-3 Rozbor nákladů interních výrobních operací pro Přední víko 63
Tabulka 6.4.3-4 Detaily výrobních operací Lopatkový kruh 64
Tabulka 6.4.3-5 Rozbor nákladů interních výrobních operací – Lopatkový kruh 65
Tabulka 6.4.3-6 Náklady na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů 66
Tabulka 6.4.4-1 Nabídka polotovarů společnosti ŽĎAS, a.s. 66
Tabulka 6.4.4-2 Doprava varianty č. 4 67
Tabulka 6.4.4-3 Rozbor nákladů interních výrobních operací – Přední víko 67
Tabulka 6.4.4-4 Rozbor nákladů interních výrobních operací – Lopatkový kruh 69
Tabulka 6.4.4-5 Náklady na výrobu Předních vík a Lopatkových kruhů 69
Tabulka 6.4.5-1 Přehled celkových nákladů klíčových výrobních operací 70
Tabulka 6.5-1 Přehled využití časové spotřeby strojního vybavení 72
Tabulka 6.5-2 Hodinové nákladové sazby (HNS) strojního vybavení 73

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 Výkres Rozváděcí lopaty

Příloha č.2 Výkres Lopatkového kruhu

Příloha č.3 Výkres Předního víka

EVIDENCE VÝPŮJČEK

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

V Praze, 29.8. 2016 …….

Ing. David Cvešper

Jméno	**Katedra / Pracoviště**	**Datum**	**Podpis**