

Racionalizace výroby voskových modelů ve firmě Alucast, s.r.o.

Bc. Tereza Trňáková

Diplomová práce
2020

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Tereza Trňáková
Osobní číslo: M18047
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Racionalizace výroby voskových modelů ve firmě Alucast, s.r.o.

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické poznatky z oblasti plánování a řízení výroby.
- Popište metody průmyslového inženýrství použité v praktické části.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav procesu výroby voskových modelů.
- Na základě výsledků analýzy formulujte projektové řešení pro racionalizaci současného stavu procesu výroby voskových modelů.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: Tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- JACOBS, F. Robert, William L. BERRY, D. Clay WHYBARK a Thomas E. VOLLMANN. *Manufacturing planning and control for supply chain management: the CPIM reference*. Second edition. New York: McGraw-Hill Education, 2018, 617 s. ISBN 9781260108385.
- JANUŠKA, Martin. *Úvod do operativního řízení podniku*. 1. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018, 170 s. ISBN 9788026108009.
- MANN, David. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 2015, 367 s. ISBN 9781482243239.
- NĚMEC, Milan, Jan SUCHÁNEK a Jan ŠANOVEC. *Základy strojírenské technologie I*. 3. vydání. Praha: České vysoké učení technické, 2016, 160 s. ISBN 9788001060568.
- REICHERT, Daniel, Claudio CITO a Ivan BARJASIC. *Lean & Green: best practice: wie sich Ressourceneffizienz in der Industrie steigern lässt*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2018, 141 s. ISBN 9783658216856.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Macurová, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2020**

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlině dne 6. ledna 2020

**PROHLÁŠENÍ AUTORA
DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připoustí-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 13.5.2020

Jméno a příjmení: Tereza Trnčíková

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá odstraňováním plýtvání ve výrobě. V teoretické části jsou shrnuty teoretické poznatky o plánování a řízení výroby, identifikaci plýtvání a jeho odstranění. V praktické části je pak analýza výrobního procesu vybrané společnosti pomocí metod průmyslového inženýrství (např. sankey diagram, brainstorming apod). Na základě analýzy byl vytvořen projekt za účelem odstranění zjištěného plýtvání.

Klíčová slova: výroba, plýtvání, metody průmyslového inženýrství

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the wasting reduction in production. In the theoretical part of thesis the findings about production managing, identification of wasting and its removal are described. In practical part there is analysis of certain company by industrial engineering methods (f.e. sankey diagram, brainstorming, etc.). In accordance with analysis the project was established in order to remove found wasting.

Keywords: production, waste, methods of industrial engineering

„Většina lidí ztrácí čas a energii mluvením o problémech, než aby je zkusili vyřešit.“

Henry Ford

Tímto bych ráda poděkovala celému týmu společnosti Alucast, s.r.o., který mi poskytl podklady pro tvorbu této práce. Dále bych chtěla poděkovat vedoucí mé práce Ing. Lucii Macurové PhDr. za cenné rady a připomínky.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 VÝROBNÍ PROCES	13
1.1 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY.....	15
1.1.1 Toyota Production System	17
1.1.2 Teorie omezení.....	19
1.1.3 Kanban	19
1.2 NORMOVÁNÍ.....	20
1.2.1 Metody měření spotřeby času	21
1.2.2 Stanovení normy výkonu	22
1.3 ERGONOMIE	23
2 PLÝTVÁNÍ	26
2.1 DRUHY PLÝTVÁNÍ.....	26
3 ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	28
3.1 NÁSTROJE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	28
3.1.1 Špagetový diagram.....	28
3.1.2 Sankey diagram.....	28
3.1.3 Metoda 5x proč	28
3.1.4 Brainstorming.....	28
3.1.5 Nástroje kvality	29
3.1.6 Procesní analýzy.....	29
3.1.7 Projektové řízení	30
4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
5 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI ALUCAST, S.R.O.	33
5.1 HISTORIE A SOUČASNOST	33
5.2 VÝROBKY SPOLEČNOSTI.....	34
5.3 VÝROBA ODLITKŮ POMOCÍ TECHNOLOGIE PŘESNÉHO LITÍ METODOU VYTAVITELNÉHO MODELU.....	35
5.3.1 Výroba forem	36
5.3.2 Výroba voskových modelů	37
5.3.3 Sestavování modelů do stromečků – tzv. páraní.....	38
5.3.4 Výroba keramické formy	38
5.3.5 Odlévání	38
5.3.6 Dokončovací operace	38
5.3.7 Kontrola odlitků	39
6 PROCES VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ	40

6.1	STROJE POUŽÍVANÉ NA PRACOVIŠTI	40
6.2	NÁSTROJE POUŽÍVANÉ NA PRACOVIŠTI.....	40
6.3	ORGANIZACE PRÁCE.....	40
6.3.1	Vyplavitelné modely	41
6.3.2	Voskové modely.....	41
6.3.3	Vtokové soustavy	41
7	ANALÝZA PROCESU VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ.....	42
7.1	VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ VOSKOVÝCH MODELŮ.....	42
7.2	VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ VYPLAVITELNÝCH MODELŮ	46
7.3	VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ VTOKOVÝCH SOUSTAV	47
7.3.1	Výroba vtokových soustav	47
7.3.2	Zpracování vtokových soustav.....	51
7.4	PRACOVIŠTĚ ČIŠTĚNÍ VOSKOVÝCH MODELŮ	54
7.5	ERGONOMIE PRACOVIŠTĚ VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ	56
7.6	SHRnutí VÝSLEDKŮ ANALÝZY	57
8	PROJEKT RACIONALIZACE VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ	61
8.1	PLÁN PROJEKTU.....	61
8.2	SMART ANALÝZA	62
8.3	SPIN ANALÝZA	63
8.4	FÁZE PROJEKTU	63
8.4.1	Odstranění výroby dávek nahrazující neshodné díly	63
8.4.2	Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry	65
8.4.3	Odstranění zbytečné manipulace s vtokovými soustavami.....	67
8.4.4	Zlepšení ergonomie na pracovišti výroby voskových modelů.....	72
8.4.5	Vytvoření metodiky normování pro pracoviště čištění voskových modelů.....	74
8.5	WORK BREAKDOWN STRUCTURE.....	77
8.6	ČASOVÁ ANALÝZA PROJEKTU.....	77
8.7	NÁKLADOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	78
8.8	RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	80
9	IMPLEMENTACE NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ.....	83
9.1	ODSTRANĚNÍ VÝROBY DÁVEK ZA NESHODNÉ KUSY.....	83
9.2	ZKRÁCENÍ ČASU MANIPULACE S VYPLAVITELNÝMI JÁDRY	85
9.3	VYTVOŘENÍ METODIKY PRO NORMOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ ČIŠTĚNÍ VOSKOVÝCH MODELŮ	85
9.4	ODSTRANĚNÍ ZBYTEČNÉ MANIPULACE S VTOKOVÝMI SOUSTAVAMI.....	88
10	SHRnutí PRAKTICKÉ ČÁSTI A DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	90
	ZÁVĚR	94
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	95

SEZNAM OBRÁZKŮ	100
SEZNAM TABULEK.....	102

ÚVOD

V současné, silně konkurenční době, je důležité nejen dobře prodat, ale také levně vyrobit.

Levná výroba ovšem neznamena pouze levné výrobní zdroje, ale také dobrou organizaci práce a efektivní využívání zdrojů.

Z tohoto důvodu jsem si pro svou diplomovou práci vybrala téma „Racionalizace výroby voskových modelů ve firmě Alucast, s.r.o.“. Právě racionalizace výroby pomůže odstranit plýtvání ve výrobě a díky tomu pak také zlevňovat výrobu a dosahovat dobrých ekonomických výsledků. V roce 2019 se firma dlouhodobě potýkala s nedostatkem pracovníků, což vzhledem k míře nezaměstnanosti ve Zlínském kraji, která dosahovala ve 4. čtvrtletí roku 2019 míry 2,1 %, není nijak výjimečné. Aby bylo možné zajistit efektivní fungování stávajících procesů i s nedostačujícím počtem zaměstnanců a zároveň dosahovat dobrých hospodářských výsledků, je nutné co nejvíce racionalizovat stávající procesy.

Teoretická část této práce shrnuje základní teoretické poznatky o výrobních procesech, plánování a řízení výroby. Jsou zde představeny nejznámější přístupy k řízení výroby, jakými jsou Toyota Production System, Teorie omezení a Kanban. Následně je blíže popsáno plýtvání ve výrobních procesech, včetně jeho rozdělení na jednotlivé druhy. Nakonec jsou představeny vybrané nástroje průmyslového inženýrství, jako například špagetový diagram, brainstorming, projektové řízení apod.

Praktická část využívá poznatků z teoretické části. V úvodu je představena společnost Alucast, s.r.o. a technologie přesného lití metodou vytavitelného modelu. Pak už je popsána první fáze výrobního procesu, tj. výroba voskových modelů. Následuje její analýza, která odhaluje plýtvání v procesu. Na základě analýzy je sestaven projekt za účelem eliminace zjištěného plýtvání. V závěru praktické části jsou uvedeny již implementované opatření a vyhodnoceny dosažené výsledky.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem práce je racionalizovat výrobu voskových modelů díky snížení plýtvání o 10 %. Nápravná opatření budou realizována do poloviny roku 2020. Proces výroby voskových modelů byl vybrán proto, že se jedná o první fázi výrobního procesu. Může se proto stát, že jeho racionalizací dojde k odstranění kořenových příčin problémů na dalších pracovištích. Racionalizace výroby voskových modelů se tak stává základem pro racionalizaci ostatních fází výrobního procesu.

Teoretická část práce má za úkol shrnout základní poznatky o výrobním procesu, plánování a řízení výroby, plýtvání a možnostech jeho odstranění. Teoretické poznatky budou čerpány z českých a zahraničních zdrojů ať už v knižní nebo elektronické podobě. Teoretická část má zároveň poskytnout potřebné informace pro praktickou část.

V praktické části bude nejprve představena společnost Alucast, s.r.o. a technologie přesného lití. Následovat bude analýza procesu výroby voskových modelů. V průběhu analýzy budou využity vybrané nástroje průmyslového inženýrství. Konkrétní odůvodnění jejich využití je uvedeno v následující tabulce č. 1.

Tabulka 1 Použité metody v analytické části (vlastní zpracování)

Část analýzy	Metoda	Odůvodnění
Popis typu výroby	Analýza struktury výroby	Přehlednost
Popis procesů	Procesní mapy	Názornost
Získání podkladů pro analýzu	Momentkové pozorování	Přesnost
	Rozhovory s operátory, vedoucími pracovníky	Pravdivost
Zjišťování rozsahu plýtvání	Brainstorming	Širší úhel pohledu
	Snímek z části pracovní směny	Přesnost
	Regulační diagram	Názornost
Zjišťování kořenových příčin	Ishikawa diagram	Přehlednost
	5x proč	Důslednost
Znázornění rozsahu plýtvání	Sankey diagram	Názornost
	Analýza prostoje	Přesnost
	Špagetový diagram	Názornost
Shrnutí	Mapa plýtvání	Přehlednost

Na základě výsledků analýzy bude sestaven projekt za účelem minimalizace zjištěného plýtvání. Projektový cíl bude stanoven podle rozsahu plýtvání z výsledku provedených analýz. Metody použité v projektové části jsou uvedeny v následující tabulce č. 2.

Tabulka 2 Použité metody v projektové části (vlastní zpracování)

Část projektu	Metoda	Odůvodnění
Definice projektu	Projektový list	Přehlednost
Definice cíle	SMART	Přesnost
Odůvodnění projektu	SPIN	Přesnost
Návrhy nových procesů	Procesní mapa	Názornost
Návrhy implementace	PDCA	Důslednost
Změny uspořádání pracovišť	Layout	Názornost
Činnosti projektu	WBS	Přehlednost
Časová analýza	Ganttův diagram	Názornost
Riziková analýza	RIPRAN	Důslednost

Všechny layouts uvedené v této práci budou vytvářené pomocí programu Sketchup. Již implementované změny budou popsány a vyhodnoceny pomocí metod z praktické části diplomové práce.

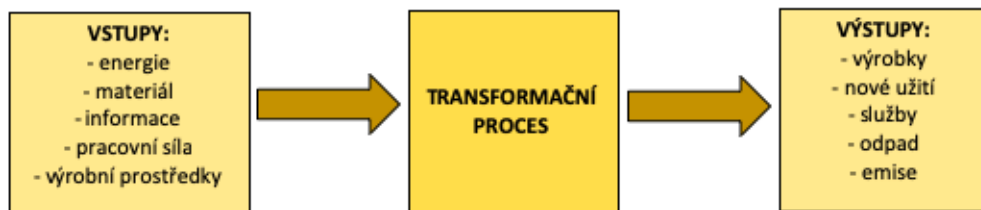
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCES

Němec (2016) charakterizuje výrobní proces jako souhrn činností, v důsledku, kterých se výchozí materiály – polotovary mění na hotové výrobky s vlastnostmi odpovídajícími jejich funkčnímu určení. Ve strojírenské výrobě jde o soubor pracovních procesů, který vyústí do výroby určitého druhu výrobku.

Výroba umožňuje uspokojení potřeb zákazníka vytvořením věcných statků a služeb. Je rozhodující součástí hodnototvorného řetězce. (Tomek, Vávrová, 2014, str. 63 - 68)

Schéma výrobního procesu je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 1 Schéma výrobního procesu

(vlastní zpracování podle Tomka, Vávrové, 2014, str. 65 – 69)

Ekonomické cíle výrobního systému definuje Jurová a kolektiv (2016, str. 433-438) jako:

- Zhotovení produktů, výrobků a poskytnutí potřebných služeb – **věcný cíl**
- Naplnění potřebných hospodářských výsledků – plnění odvozeného cíle od celopodnikových cílů top managementu – **hodnotový cíl**
- Průběh výrobního procesu zajistit za realizace podnikových i společenských humanitních snah – **humánní cíl**

Podle Tomka a Vávrové (2007, str. 195) je výrobní systém charakteristický zejména svou kapacitou a elasticitou.

Kapacita je schopnost výkonu výrobní jednotky nebo výrobního systému – libovolného druhu, velikosti a struktury – v daném časovém okamžiku. (Tomek, Vávrová, 2007, str. 195)

Elasticitou rozumíme přizpůsobivost, představitelnost či pohyblivost výrobní jednotky, resp. výrobního systému při změně pracovních úkolů. (Tomek, Vávrová, 2007, str. 196)

Jurová a kolektiv (2016, str. 524 – 535) rozdělují výrobu podle několika hledisek:

- a) Podle míry plynulosti technologického procesu

- Výrobu plynulou (kontinuální)
- Výrobu přerušovanou (diskontinuální, diskrétní)
- b) Podle charakteru technologie
 - Mechanickou výrobu
 - Chemickou výrobu
 - Biologickou a biochemickou výrobu
- c) Podle typu výroby
 - Kusovou výrobu
 - Sériovou výrobu
 - Hromadnou výrobu
- d) Podle formy organizace výrobního procesu
 - Proudovou výrobu
 - Skupinovou výrobu
 - Fázovou výrobu

Protože je další část této práce zaměřena na firmu, která se zabývá sériovou výrobou, zobrazuje následující tabulka č. 3 porovnání jednotlivých typů výroby právě podle typu výroby.

Tabulka 3 Srovnání jednotlivých typů výroby podle typu výroby

(vlastní zpracování podle Janušky, 2018, str. 60)

	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Objem výroby	1 – 100 ks	100 – 100 000 ks	10 000 – X ks
Flexibilita výrobního procesu	Velká	Malá	Minimální
Celková efektivita procesu	Nízká	Střední	Vysoká
Plánování výroby	Pull	Kombinované	Push
Uspořádání výrobního procesu	Technologické	Kombinované	Předmětné
Nároky na zaměstnance	Vysoká kvalifikace	Střední kvalifikace	Nízká kvalifikace

Na výrobní proces je nutné se dívat i z časového hlediska. Pak je možné výrobní proces rozdělit do několika etap. Na předvýrobní etapu, výrobní etapu a povýrobní etapu. Přičemž dnešní trendy směřují k výraznému navyšování důležitosti předvýrobní a povýrobní etapy životního cyklu výrobku. (Januška, 2018, str. 61)

Dle Janušky (2018, str. 61 - 62) lze jednotlivé etapy charakterizovat jako:

- a) Předvýrobní etapa – soustředí se na vlastní analýzu potřeb zákazníka, vývoj daného výrobku a přípravu výrobního procesu
- b) Výrobní etapa – je doba od zahájení první operace na výrobku až po jeho dokončení
- c) Povýrobní etapa – skládá se z balení, expedice a servisu. Lze v ní získat dodatečnou konkurenční výhodu.

1.1 Plánování a řízení výroby

Účelem procesu plánování výroby je odpovědět na řadu základních otázek týkajících se vlastního výrobního procesu.

Základními otázkami jsou:

- **Co vyrobit?** *Jaké výrobky a v jakém množství?*
- **Jak vyrobit?** *Jakým způsobem, jakou technologii a z jakých surovin?*
- **Komu prodat?** *Kdo výrobky potřebuje a jakými cestami se k němu dostanou?*

První dvě otázky řeší plánování výroby, třetí otázku řeší plánování odbytu. Ovšem v dnešní době je nezbytně nutné, aby tyto otázky byly řešeny společně vzájemným propojením. (Januška, 2018, str. 62).

Jacobs a kolektiv (2018, str. 1) připomínají, že plánování a kontrola výroby se týká plánování a řízení všech aspektů výroby od správy materiálů a rozvrhovacích strojů a lidí až po koordinaci dodavatelů a plánování dodávek zákazníkům.

Jurová (2016, str. 450 – 457) rozděluje řízení výrobních systémů na dva způsoby:

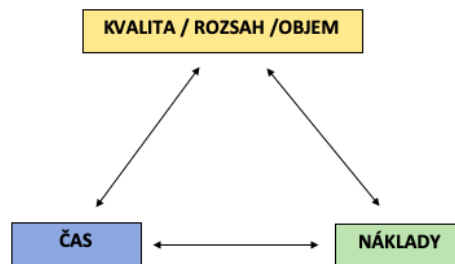
- a) Výroba podle objednávek
- b) Výroba podle odhadů čili očekávání budoucích objednávek

Tyto způsoby se označují jako PUSH (tlak) nebo PULL (tah). Rai (2008) definuje PUSH systémy jako výrobní aktivity plánované na základě předpokládané poptávky a PULL systémy jako plánování na základě požadavků zákazníka.

Zjevným smyslem systému tahu je řídit výrobu mezi procesy tak, že se vyrábí pouze to, co je potřeba a když je to potřeba. Skrytým smyslem systému tahu je podporovat zlepšování procesů, poskytovat určitý cílový stav v podobě žádoucího systematického vztahu mezi procesy,

jehož dosahování nám pomáhá odhalovat to, na čem bychom měli pracovat. V případě systému tlaku jsou procesy vzájemně oddělené a příliš flexibilní. Nemáme žádný cílový stav, kterého bychom se mohli snažit dosáhnout. (Rother, 2017, str. 116).

Roser (2015) vyzdvihuje výhodu PULL systému, kterou je udržování nákladů v přijatelných mezích.



Obrázek 2 Troj – imperativ plánování výroby

(vlastní zpracování dle Janušky, 2018, str. 62)

Jak je vidět na předchozím obrázku i v plánování výroby jsme omezeni třemi faktory, které mají mezi sebou nějakou vazbu. Pokud se změní čas, který máme k dispozici, budeme muset změnit plánované náklady či dodávanou kvalitu, respektive rozsah / objem. (Januška, 2018, str. 63).

Přesný výrobní program je pak určen v rámci operativního plánování výroby.

Podstatou operativního plánu výroby je vytvoření plánu zadávané výroby, upřesněného postupně co nejlíže k okamžiku výroby co do věcné náplně, časového a prostorového průběhu. Plán odpovídá aktualizované bilanci kapacit pracovníků a strojů. Na základě plánu odváděné výroby jde tedy o stanovení výrobních zakázek (na rozdíl od zakázek zákaznických) a jejich prosazení do výrobního procesu. Je potřeba zajistit pomocí výrobního programu definovaný výkon v množství, kvalitě a plánovaném čase. (Tomek, Vávrová, 2007, str. 234).

Jacobs a kolektiv (2018, str. 223 – 224) připomínají, že pro firmy, které sestavují koncové produkty z jednotlivých komponentů vyráběných v dávkách je MRP (Material Requirement planning) klíčovým pro vývoj podrobných plánů potřebných součástí.

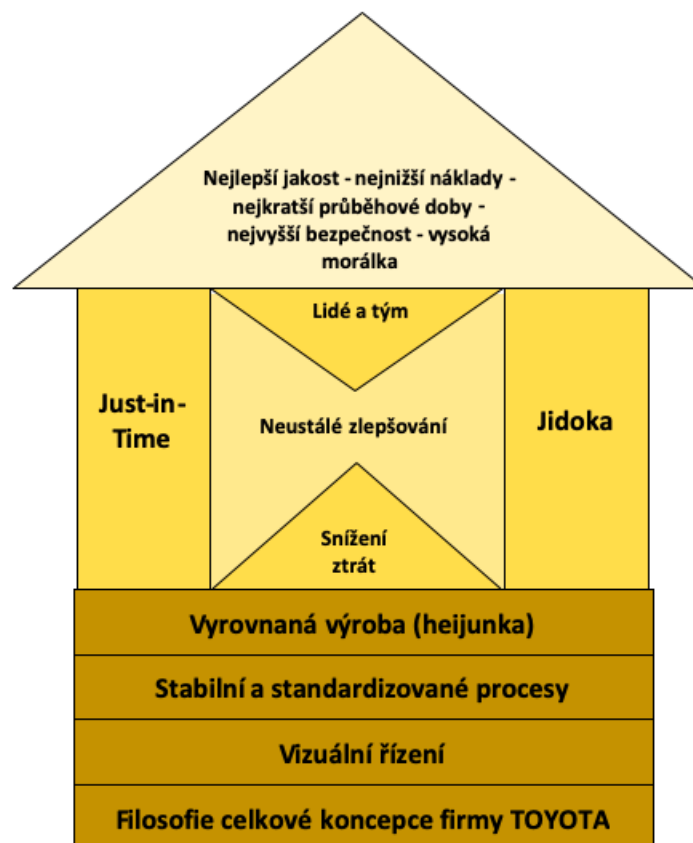
MRP definují Jacobs a kolektiv (2018, str. 223) jako základní nástroj pro podrobné plánování výroby potřebného materiálu a jeho montáže do finálního výrobku.

Úkoly řízení výrobního procesu definují Tomek a Vávrová (2007, str. 261) jako:

- řízení zadávání výroby dle plánu,
- srovnávání realizovaných výsledků celého procesu s výsledky očekávanými, požadovanými, resp. potřebnými,
- hledání příčiny na všech místech, kde se mohl uplatnit deformující vliv individuálních zájmů, potřeb a dalších pohnutek nejen účastníků kontrolovaného procesu, ale i celého okolí,
- zajišťování způsobilosti všech částí řízeného objektu pro vlastní vydávání řídicích informací, jejich řízení shora, jakož i případnou aktualizaci směrů a cílů.

1.1.1 Toyota Production System

Jedním z neznámějších přístupů k řízení výroby je Toyota Production System (dále jen TPS). Podstatu systému nejlépe vystihuje následující obrázek č. 3.



Obrázek 3 Systém výroby firmy Toyota

(vlastní zpracování podle Likera, 2004, str. 61)

Liker (2004, str. 60) vysvětluje, že tvar domu je zvolen proto, že dům je pevný, pouze když jsou pevné i jeho základy, nosné pilíře a střecha. Slabý článek oslabuje celý systém. Dále

doplňuje, že existují různé varianty tohoto domu, ale hlavní zásady jsou pořád stejné. Na vrcholu jsou znázorněny cíle podniku – nejlepší jakost – nejnižší náklady, nejkratší průběhové doby – nejvyšší bezpečnost – vysoká morálka. Tento cíl je podepřen dvěma pilíři – metodami Just in Time a Jidoka.

Roser (2016) charakterizuje Just in Time jako metodu, kdy materiál dorazí právě v čas, kdy je potřeba. To se vztahuje na všechny druhy materiálu (nakoupený, dodávaný, vyrobený).

Jidoku charakterizuje společnost Toyota na svých webových stránkách jako metodu, při níž musí stroj bezpečně zastavit vždy, když dojde k abnormalitě. Zároveň ale dodává, že vytvoření Jidoky znamená ruční budování a zlepšování, dokud nebude spolehlivá a bezpečná.

Střed domu tvoří lidé a neustálé zlepšování – kaizen.

Miller, Wroblewski, Villafuerte (2017, str. 47 - 48) vysvětlují, že významem kaizenu je zapojit všechny a všude do uskutečňování změny k lepšímu. Zároveň dodávají, že je to velký cíl, hodný úsilí neustálého zlepšování. Rozdělují 3 typy kaizenu:

- Denní kaizen – veškeré činnosti zlepšování s krátkým cyklem, včetně návrhů kaizenu, přirozeného řešení problémů v první linii založené na spolupráci týmu a udržování standardů. Zároveň je kritický pro dlouhodobou udržitelnost.
- Projektový kaizen – jedná se o činnosti dočasných týmů, které pracují na kaizen akcích, projektech six sigma, změnách návrhu podnikových procesů atd. Cílem projektů je dosažení rychlého zlepšení výkonu a finančních výsledků.
- Kaizen podpory – podpora znamená vedení, zahrnuje vývoj a plánování strategie, nábor a rozvoj talentů, školení atd.

Součástí kaizenu jsou například:

- PDCA cyklus – nástroj pro řešení problémů (plánuj, udělej, zkontroluj, jednej)
- Zlepšovací návrhy
- Vizuální management
- Gemba kaizen – řešení problémů přímo na pracovišti
- atd.

Heijunka je prostředek k dosažení stability. Tento japonský termín lze přeložit jako vyrovnaní nebo „vyhlazování“ výroby. Může zahrnovat vyrovnavání zátěže produkčních linek, synchronizaci produkčních běhů v závislosti na konkrétních attributech produktů a procesů

apod. Nastavení navazujících akcí a produkčních běhů na základě velikosti, barvy, chuti a dalších charakteristik může minimalizovat časy potřebné k seřízení strojů mezi jednotlivými výrobními dávkami, eliminovat narušení procesu výroby a plýtvání a zároveň maximalizovat produktivitu. (Dombroski, Dolníček, 2013)

Liker (2004, str. 68) dodává, že standardizované úkoly jsou základem neustálého zlepšování a posilování pravomocí zaměstnanců. Dále uvádí, že díky vizuální kontrole nezůstanou skryté žádné problémy a díky jednoduchým vizuálním ukazatelům dokážou lidé okamžitě určit, zda se pohybují v předepsaném rozmezí, nebo se od něj odchylují. Mann (2015) ještě upřesňuje, že forma vizuálních ukazatelů je omezena pouze naší fantazií a jejich účelem je snadné a široce přístupné srovnání skutečného a požadovaného stavu.

1.1.2 Teorie omezení

Společnost Goldratt CZ charakterizuje Teorii omezení na svých webových stránkách jako filozofii, která nabízí nový přístup k řízení a trvalému zlepšování činnosti organizací.

Základní kroky neustálého zlepšování pomocí Teorie omezení:

- 1. Najděte omezení systému*
- 2. Zjistěte, jak omezení maximálně využít*
- 3. Podříd'te vše ostatní chodu omezení*
- 4. Navyšte kapacitu omezení*
- 5. Vše znovu (Goldratt CZ)*

1.1.3 Kanban

System Kanban je podle Vítka založen na zásadách organizace činností amerických supermarketů ve výrobě:

- Zákazník si z regálu vezme požadované zboží
- U pokladny se ze zboží sejmou dopravní karty a ty se pak položí do skříňky (pošta kanban)
- Dopravní karty se pošlou do skladu
- Na základě dopravních karet se ze skladu odebere zboží, aby se doplnily regály. Dopravní karty se vymění za karty výrobní

- Výrobní karty se shromažďují ve schránce (jiná pošta kanban)
- Zboží je dovezeno do supermarketu a s dopravními kartami postaveno do regálů
- Výrobní karty se pošlou do továrny, která vyrobí přesné množství na základě karet.
- Vyrobené zboží, které je označené výrobními kartami je dodáno do skladu

Autor dále dodává, že hlavním cílem je redukce zásob bez větších investic a vysoká přesnost plnění termínů. Je vhodné tento systém implementovat při opakované výrobě stejných součástí s velkou mírou odbytu.

1.2 Normování

Významnou součástí úsilí o zvyšování výkonnosti a konkurenceschopnosti organizací je zkoumání a zdokonalování organizace práce a zjišťování spotřeby času. Pro tuto specifickou oblast tzv. živé práce byly vyvinuty a stále se rozvíjí nástroje, kterými jsou metody rozboru účelnosti organizace a postupu pracovních procesů, v rámci celého produkčního procesu. Součástí těchto nástrojů jsou i techniky zjišťování spotřeby času, které patří do oblasti nazývané normování práce i když jejich konečným cílem není jen norma spotřeby času, ale celkové, účelné hospodaření s časem. (Lhotský, 2005, str. 7).

Lhotský (2005, str. 15) definuje cíl organizace a normování práce jako zajištění dosažení optimální výkonnosti a účelného využívání lidských zdrojů ve výrobním procesu. V rámci širší problematiky pak jako využívání všech druhů zdrojů, které jsou potřebné k úspěšnému chodu podniku. Splnění hlavního cíle organizace a normování práce se zabezpečuje:

- Zkoumáním a zlepšováním náplně a sledu pracovních činností
- Navrhováním nejvýhodnějších technických a organizačních podmínek pro jejich provádění
- Stanovením nejnižší možné spotřeby času ve formě normy, která zabezpečuje účelné využití pracovní síly, dosažení přiměřených nákladů, ale i požadované kvality produktu, přiměřenou námahu a bezpečnou práci.

Dlabač (2015) uvádí, že aktivity související s analýzou a měřením práce lze rozdělit do dvou základních skupin. Nejprve bychom se měli zabývat analýzou práce, tedy studiem pracovních metod s cílem identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti, a následně zjednodušit vykonávanou práci. Výstupem je nový optimální pracovní postup. Teprve ve druhé fázi bychom se měli zabývat měřením práce, tedy určením spotřeby času dané činnosti. Analýza

práce není mnohdy o ničem jiném než o detailním sledování pracovního postupu, zapojení selského rozumu a neustálém kladení si otázek, zda danou operaci vykonáváme tím nejlepším možným způsobem, či je možné některé úkony eliminovat, sloučit nebo jinak zjednodušit. Z hlediska používaných metod se jedná o základní analytické nástroje, jako jsou procesní analýzy a diagramy, špagetové diagramy či mapování toku hodnot.

1.2.1 Metody měření spotřeby času

Novák, Šlampořová (2007, str. 38) uvádí, že skutečná spotřeba času se v praxi stanovuje nejčastěji pomocí:

1. Snímku pracovního dne
2. Snímku operace
3. Metod momentového pozorování

Snímek pracovního dne je technika nepřetržitého pozorování veškeré spotřeby času během směny. Cílem je získat komplexní přehled o spotřebě času, identifikovat plýtvání, určit poměr činností nepřidávajících hodnotu, popřípadě navrhnout novou formu organizace práce. Snímek pracovního dne se často používá pro definování nepravidelných činností, které slouží jako podklad pro stanovení velikosti přírůstky všude tam, kde potřebujeme získat informace o aktuálním stavu využití jednotlivých pracovníků, např. pro možnost nastavení vícestrojové obsluhy. (Dlabač, 2015)

Novák a Šlampořová (2007) definují snímek operace jako metodu studia pracovního procesu, jejíž pomocí zkoumáme skutečnou spotřebu času na opakované operace nebo její části (úkony) na pracovišti jednotlivce, resp. na několika stejných pracovištích.

Novák a Šlampořová (2007) rozdělují následující druhy snímků operace:

- a) Plynulá chronometráž – metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času pro všechny úkony zkoumané operace
- b) Výběřová chronometráž – předmětem zkoumání není celá operace, nýbrž jen některé pravidelně, ale i nepravidelně se opakující předem známé úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů.
- c) Obkročná chronometráž – slouží ke zjišťování času trvání velmi krátkých částí operace

- d) Snímek průběhu práce – je druh snímku operace k průzkumu takových operací, jejichž průběh není možné předem stanovit. Při pozorování zaznamenáváme nejen čas, ale i účel jeho použití.
- e) Filmový snímek – metoda jejíž velkou předností je získání trvalého záznamu jak spotřeby času, tak pracovních pohybů.

Momentové pozorování je metoda, která poskytuje obdobné údaje jako snímek pracovního dne. Touto metodou se zjišťuje podíl vybraných činností a ztrát na celkovém času směny, Metoda je založena na teorii pravděpodobnosti a vychází ze zásady, že reprezentativní počet náhodně vybraných údajů zpravidla vykazuje shodné rozdělení jednotlivých druhů údajů, jako je ve skutečnosti a jaké by se s dostatečnou přesností získalo, kdyby byly zjišťovány všechny údaje, které se vyskytnou. (Lhotský, 2005, str. 68)

Kromě metod přímého měření, které byly uvedeny výše, lze využít i metody nepřímého měření.

Cílem nepřímého měření nebo také systémů předem určených časů je rozbor jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je následně dle náročnosti přiřazen index odpovídající určité spotřebě času.

Mezi základní výhody systémů předem určených časů v porovnání s přímým měřením patří:

- *Odpadnutí subjektivity při stanovování stupně výkonu (systému předem určených časů pracují se stupněm výkonu 100 %)*
- *Možnost použití pro stanovení budoucích operací*
- *Možnosti použití pro racionalizaci pracovního postupu, organizaci a uspořádání pracoviště. (Dlabač, 2015)*

Dlabač (2015) označuje za nejznámější metody nepřímého měření spotřeby času metody MTM a MOST.

1.2.2 Stanovení normy výkonu

Norma času se skládá z časů nutných pro vykonání pracovních činností při zhotovování určitého produktu, ale i časů pro přípravu pracoviště, obstarání pracovních podkladů, výměnu nástrojů, seřízení stroje, pracovní záznamy a také pro úklid pracoviště.

Pracovník nemůže ovšem věnovat celou pracovní dobu jenom práci. Proto je nutné do normy započítat příslušný podíl časů, které vyplývají z obecných fyziologických a hygienických potřeb pracovníků, tzv. časů obecně nutných přestávek. Dále se zahrnuje do normy i podíl časů, vyplývající z existujících organizačních, technických a technologických podmínek, tzv. časy podmíněčně nutných přestávek.

V normě je zahrnut pouze normovatelný čas, bez ztrát času, tj. úhrn spotřeby času, který je nezbytně potřebný pro účelný, účinný a hospodárny průběh technologických a pracovních procesů, činností, které jsou součástí plnění pracovních úkolů a nutných činností vyplývajících z přirozených potřeb pracovníka.

Obecná skladba normy je vyjádřený vzorcem:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \quad (1)$$

kde:

t je norma času,

t₁ čas práce,

t₂ čas obecně nutných přestávek

t₃ čas podmíněčně nutných přestávek.

Pro potřeby praxe se norma času určuje zpravidla ve vztahu k jednotce produkce, tj. ve formě normy jednotkového času, ke kterému se připočítává podíl dávkového a směnového času. (Lhotský, 2005, str. 85)

1.3 Ergonomie

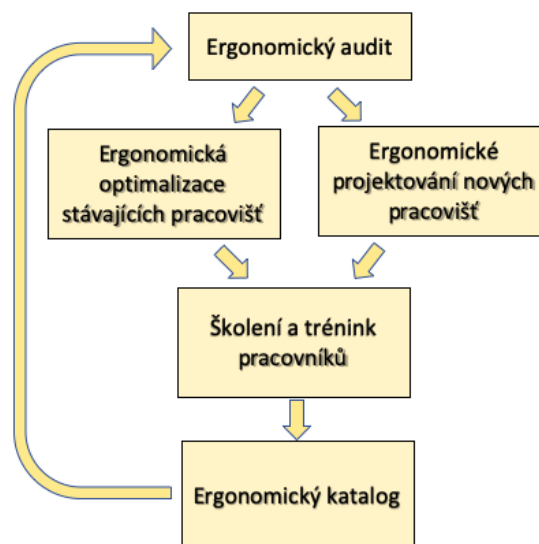
Ergonomie je věda zabývající se vztahy mezi člověkem, pracovním prostředím a pracovními prostředky. Cílem ergonomicky uspořádaného pracoviště je vytvořit takové pracovní podmínky, které povedou k minimální pracovní zátěži a současně budou minimalizovat pravděpodobnost vzniku úrazu či trvalých následků. (Dlabač, 2017)

Při plánování optimálního pracoviště, které by odpovídalo požadavkům ergonomie, se hledí především na bezpečí a ochranu zdraví pracovníka. Takové pracoviště musí být uzpůsobeno k tomu, aby naprosto odpovídalo fyzickým i duševním potřebám člověka, který zde pracuje. Při vytváření ergonomického pracoviště se bere v potaz mnoho faktorů jako charakter pracovní činnosti zde prováděné, jaké zařízení a vybavení je k ní potřeba, jak časově náročná

tato činnost je, jak moc a jakým způsobem se při této činnosti bude pracovník pohybovat, v jaké míře bude pracoviště využíváno. (Linhartová, 2019)

Skřehot a kolektiv (2013) označují za významnou oblast k uplatnění moderní aplikované ergonomie pracovní prostředí – tj. mikroklima. Konkrétně pak akustické mikroklima, teplotně-vlhkostní mikroklima, polutanty v ovzduší a světelné podmínky. Tyto vlivy totiž představují na většině pracovišť menší nebo větší problém, ale zároveň je jedná o nejdůležitější narušitele pracovní pohody, které mohou způsobit i újmu na zdraví, pokud se dlouhodobě neřeší. Pracovníci, kteří nemají pro práci optimální pracovní podmínky nedosahují potřebné efektivity, jsou častěji nemocní, nebo trpí zvýšenou únavou.

Na následujícím obrázku je uveden doporučený průběh ergonomických projektů:



Obrázek 4 Fáze ergonomických projektů
(vlastní zpracování dle Dlabáče, 2017)

Dlabáč (2017) popisuje jednotlivé fáze ergonomického auditu následovně:

- 1) Ergonomický audit – hodnoceny jsou následující oblasti:
 - Splnění legislativních požadavků
 - Vnímání pracoviště z pohledu ergonomie samotnými pracovníky
 - Specifické parametry daného provozu či pracoviště
 - Vyhodnocení auditu
- 2) Fáze ergonomické optimalizace a ergonomického projektování pracovišť

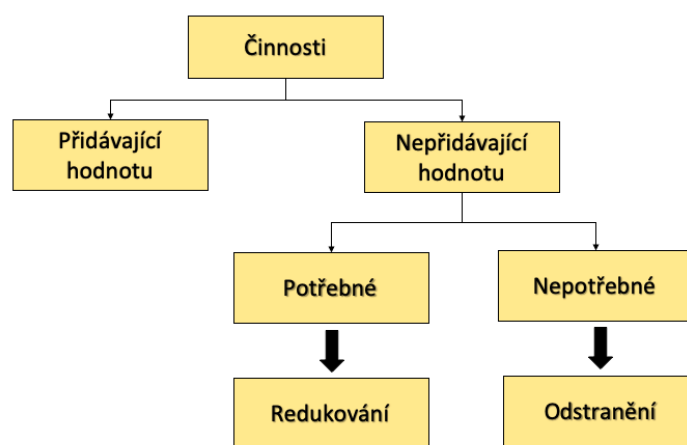
- Fyzická úprava pracovišť
 - Optimalizace samotného pracovního postupu (vytvoření standardu)
 - Vytvoření souboru ergonomických požadavků při projektování nových pracovišť
- 3) Školení a trénink pracovníků
- Pracovníci se musí naučit fungovat v nových podmínkách a dodržovat nastavené standardy
- 4) Ergonomický katalog
- Popisuje veškeré požadavky na pracoviště z pohledu ergonomie
 - Požadavky jsou doplněny o schémata, fotky, nákresy včetně rozměrů apod.

Vzhledem k náročnosti a specifikům ergonomického auditu v jednotlivých podnicích, uvádí Dlabáč (2017) alespoň základní ergonomické parametry a oblasti, kterými je vhodné se zabývat:

- Volba vhodné pracovní polohy (práce vestoje, práce vsedě)
- Optimální výška pracovní roviny
- Volný pracovní prostor
- Manipulační zóny a zóny dosahu
- Zorné podmínky při práci
- Manipulace s břemeny (především ruční)
- Ekonomie pracovních pohybů
- Vhodnost ovládacích prvků a oznamovacích prvků
- Vhodnost konstrukce a stav nářadí, nástrojů a přípravků

2 PLÝTVÁNÍ

Reichert, Cito a Barjasic (2018, str. 29 – 30) definují jako hlavní cíl lean managementu rozdělení činností na činnosti přidávající hodnotu a na činnosti nepřidávající hodnotu. Nepotřebné činnosti je nutné z procesu co nejvíce odstranit a zdroje použít co neefektivněji. U rozlišování činností přidávajících hodnotu a nepřidávajících hodnotu musíme brát v potaz, že existují činnosti, které sice nepřidávají hodnotu, ale jsou potřebné a se současným stavem techniky a produkčních možností nemohou být odstraněny (např. přetypování stroje na jiný typ výrobku)



Obrázek 5 Rozdělení činností v procesu

(vlastní zpracování podle Reicherta, Cita, Barjasice, 2018)

Januška (2018, str. 124) připomíná, že první, kdo se začal zabývat plýtváním byl Henry Ford již v roce 1913. Odstranění plýtvání je zároveň cílem všech metod optimalizace procesů a také je hlavní náplní průmyslového inženýrství.

Odstraňování plýtvání využívá také Toyota Production System (dále jen TPS).

Při zavádění TPS se vychází od přezkoumání výrobního procesu z hlediska zákazníka. První otázkou v rámci TPS je vždy otázka: „Co zákazník od tohoto procesu požaduje?“ (A to vnitřní zákazník v následujících krocích výrobní linky a konečný, vnější zákazník). Takto se vymezuje hodnota. Očima zákazníka můžete pozorovat proces a oddělit kroky přidávající hodnotu od kroků, které hodnotu nepřidávají. (Liker, 2007, str. 54 – 55).

2.1 DRUHY PLÝTVÁNÍ

Liker (2007, str. 55 – 56) uvádí, že firma Toyota určila 7 významných typů plýtvání. Liker pak do seznamu doplnil ještě osmý typ ztrát:

- 1) Nadvýroba – např. výroba zboží, na které není objednávky
- 2) Čekání – např. dělníci čekají na nástroj, dodávku atd.
- 3) Doprava nebo přemísťování, které nejsou nezbytné – např. rozložení pracovního procesu na velkou vzdálenost
- 4) Nadměrné či nepřesné zpracovávání – např. podnikání nepotřebných kroků
- 5) Nadbytečné zásoby – např. surovin, rozpracované výroby apod.
- 6) Zbytečné pohyby – např. hledání dílů, nástrojů
- 7) Vady – např. opravy předělovky, vyřazené kusy
- 8) Nevyužitá tvořivost pracovníků – např. ztráty nápadů, dovedností atd.

Roser (2015) připomíná, že podle Toyoty neodstraňujeme pouze plýtvání (MUDA), ale také nerovnoměrnost, nepravidelnost a nevyváženost (MURA) a pak také přetěžování dostupných zdrojů (MURI).

Roser (2015) dále uvádí následující příklady MURA a MURI:

MURA:

- Nerovnoměrná poptávka zákazníků
- Nerovnoměrné zásoby – velmi mnoho, nebo velmi málo
- Nepravidelnosti ve výrobě dobrých kusů, atd.

MURI:

- Lidé pracují mnoho hodin
- Hluk
- Příliš náročné nebo příliš snadné úkoly
- Nadměrný stres, atd.

3 ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

Jakmile se nám podaří identifikovat plýtvání, je vhodné ho nejdříve podrobit analýze, abychom přesně zjistili jeho rozsah a co nejpřesněji určili současný stav. K tomu nám pomůžou nástroje pro analýzu výrobních procesů. Vybrané nástroje budou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

3.1 Nástroje průmyslového inženýrství

Dlabač s Pavelkou (2015) charakterizují průmyslové inženýrství jako multidisciplinární obor, který se snaží vymyslet co nejefektivnější využívání firemních zdrojů (finanční, lidské, informační, atd). Za hlavní úkol považují racionalizaci, optimalizaci a zlepšování výrobních i nevýrobních procesů. Vybrané nástroje průmyslového inženýrství jsou popsány v následujících podkapitolách.

3.1.1 Špagetový diagram

Špagetový diagram zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období. Do layoutu pracoviště se zachycují jeho veškeré pohyby. Tento způsob analýzy je snadné uskutečnit při snímkování průběhu práce. Odhalí se tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem na re-layout. Díky diagramu jednoduše zobrazíme prostor, ve kterém se operátor zdržuje. (Pavelka, 2015)

3.1.2 Sankey diagram

Společnost ifu Hamburg vysvětluje, že Sankey diagramy obsahují šipky, které svou šířkou vizualizují množství toku. Toky v diagramu můžou znázorňovat energie, materiály, vodu nebo náklady. Znázorněný tok je vždy definován alespoň mezi dvěma uzly (procesy).

3.1.3 Metoda 5x proč

Metodu 5x proč definuje Serrat (2009) jako systematické kladení otázek, čímž zkoumáme příčiny a důsledky vztahů, které jsou základem problémů. Při řešení problému tak začneme s konečným výsledkem (problémem) a přemýšlíme co ho způsobilo. Odpověď 5x zpochybníme. Ideální je dělat tuto analýzu v týmu.

3.1.4 Brainstorming

Cílem brainstormingu je vyprodukovat v co nejkratší době co nejvíce myšlenek.

Pravidla:

- *Vytvořte skupinu lidí (ideální počet 4 až 8).*
- *Napište viditelně hlavní témata sezení (přesné a jasné pojmenování).*
- *Ujistěte se, zda všichni rozumějí zadanému tématu, jsou s ním seznámeni a nehrozí informační šumy.*
- *Zopakujte všechna základní pravidla – zákaz hodnotit nápady, cílem sezení je dát dohromady co největší počet myšlenek, volný průběh, nekritizuje se žádný nápad, poslouchajte všechny podané nápady a využívejte je k podnícení dalších myšlenek, zamezte jakoukoliv diskusi o nápadech během sezení.*
- *Brainstorming začíná – každý může hovořit kdykoliv a o čemkoliv. (Košturiak a kolektiv, 2010, str. 195)*

3.1.5 Nástroje kvality

Rozlišujeme 7 klasických nástrojů kvality, které pomáhají analyzovat zkoumaný proces.

Tabulka 4 Nástroje kvality (vlastní zpracování dle Střelce, 2012)

Nástroj / metoda kvality	Smysl, poslání metody
1. Sběr dat a třídění informací	Slouží k získání faktů o skutečně odvedené práci
2. Vývojový diagram	Vyjasňuje posloupnost prací/činností
3. Histogram	Znázorňuje získaná fakta a jejich četnosti
4. Paretova analýza	Pomáhá identifikovat nejvýznamnější příčiny a jejich vliv
5. Ishikawův diagram	Slouží k identifikování příčin problémů
6. Korelační analýza	Hledá vztah mezi sledovanými veličinami
7. Regulační diagram	Znázorňuje data v čase a pomáhá odhalit nežádoucí chyby a neshody

3.1.6 Procesní analýzy

Pavelka (2015) považuje procesní analýzu za jednu ze základních metod pro mapování výrobních i nevýrobních procesů ve firmě. Je to totiž analytická metoda, která popisuje účinnost a výkonnost kritických operací obsahujících větší podíl přesunu, čekání a překážek.

Výstupem analýzy je procesní diagram, který graficky znázorňuje sled aktivit pomocí symbolů. Tento diagram umožňuje vidět souvislosti a návaznosti jednotlivých činností, procesů a překážek (plýtvání).

3.1.7 Projektové řízení

Projektové řízení je podle Vlacha (2007) proces, ve kterém jednotlivci nebo firmy využívají své zdroje k realizaci projektů. Projekt je pak činnost, která má jasně daný začátek a konec, má omezené zdroje a není jistý jeho výsledek. Úspěšnost projektu se pak hodnotí podle toho, zda byl dokončen, zda byly splněny projektové cíle, dále podle výše nákladů a doby trvání.

Zásady úspěšných projektů:

- Realizovatelné cíle projektu
- Podpora zadavatele projektu (zajištění zdrojů – peněz, lidí atd.)
- Vhodně zvolení spolupracovníci
- Jasně stanovená pravomoc a odpovědnost
- Sledování vývoje kvality projektu
- Rozdělení projektu na jednotlivé úseky, atd.

4 SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část této práce shrnuje teoretické poznatky využití v praktické části. První část je věnována popisu výrobního procesu, zejména pak jeho cílům, charakteristikám a způsobům jeho rozdělení. Jelikož se firma, na kterou byla zaměřena praktická část této práce věnuje sériové výrobě, je v práci podrobněji popsáno členění podle typu výroby. Dále jsou v této části shrnuty základní poznatky z oblasti plánování a řízení výroby. Zejména se jedná o základní otázky, kterými se musí pracovníci při plánování zabývat, troj-imparativ plánování a základní úkoly operativního řízení výroby. Následně jsou v teoretické části zmíněny nejznámější způsoby řízení výrobních systémů – Toyota Production System, Teorie omezení a Kanban.

Aby bylo možné výrobu efektivně plánovat, je nutné znát časovou náročnost jednotlivých operací. Proto je v teoretické části charakterizováno také normování pracovních činností. Tato část shrnuje teoretické poznatky o jednotlivých metodách měření spotřeby času a stanovení výkonových norem. V závěru první části je nastíněna problematika ergonomie pracovišť, protože každá firma potřebuje kvalitní zaměstnance, kterým zase musí poskytnout dobré pracovní podmínky, aby byly schopni dlouhodobě podávat požadované výkony.

Druhá část je pak věnována skrytým nákladům a potenciálním zdrojům problémů – plýtvání. Mimo již uvedené problémy způsobuje plýtvání třeba také prostoje ve výrobě, nebo spory na pracovištích což v konečném důsledku může vést až k nespokojenosti externích zákazníků a špatným ekonomickým výsledkům společnosti.

V závěrečné části jsou pak uvedeny vybrané metody, které pomáhají plýtvání identifikovat, podrobněji analyzovat a odstranit. Jedná se o špagetový diagram, sankey diagram, metodu 5x proč, brainstorming, nástroje kvality, procesní analýzy a projektové řízení.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI ALUCAST, S.R.O.

Společnost Alucast, s.r.o. sídlí v Tupesích u Uherského Hradiště a zabývá se výrobou hliníkových odlitků metodou vytavitelného modelu. Mimo to zajišťuje pro své zákazníky výrobu nástrojů, nezbytných pro výrobu těchto odlitků, dále obrábění v dceřiné společnosti Alucast Machining, s.r.o. a povrchovou úpravu v externích společnostech. Své výrobky dodává různým firmám v České republice, v Evropě, Americe i v Asii a zaměřuje se především na zákazníky z leteckého průmyslu. Výrobky společnosti směřují do společností z letectví, obranného průmyslu, zdravotnického průmyslu, strojírenství a mnoha dalších oborů.

5.1 Historie a současnost

Firma byla založena v roce 2000 v obci Tupesy ve Zlínském kraji, tehdy ještě v areálu bývalého zemědělského družstva a měla 5 zaměstnanců. Ve výrobních prostorách o rozměrech cca 300 m² dosahovala ročních tržeb 5 mil. Kč. Vizi zakladatele bylo vytvořit firmu světového formátu. V roce 2003 získala firma certifikát ISO 9001:2000. Postupně se firma rozrůstala, a proto se v roce 2008 přestěhovala jen o několik set metrů dál, do nově postavených výrobních prostor. V roce 2010 pak firma získala certifikát AS 9100, díky kterému může dodávat odlitky zákazníkům z leteckého průmyslu. Firma se v dalších letech stále rozšiřovala. V roce 2012 uvedla do provozu druhou výrobní halu a získala certifikát NADCAP na tepelné zpracování. V roce 2018 pak dostavila třetí výrobní halu, ve které je umístěna robotická linka, díky které může firma začít vyrábět větší a těžší výrobky v početnějších sériích. V roce 2019 zaměstnávala společnost Alucast více než 100 zaměstnanců. Následující tabulka č. 5 zobrazuje roční tržby společnosti v letech 2015 – 2018.

*Tabulka 5 Přehled tržeb společnosti v letech 2015 – 2018
(vlastní zpracování podle interních materiálů společnosti)*

Rok	Roční tržby
2018	145 891 000 Kč
2017	142 707 000 Kč
2016	122 225 000 Kč
2015	134 849 000 Kč

Z tabulky č. 5 vyplývá, že v roce 2016 firma zaznamenala meziroční pokles tržeb, ale naopak v roce 2017 došlo k výraznému nárůstu. Tento trend pokračoval i v roce 2018.

5.2 Výrobky společnosti

Společnost Alucast, s.r.o. se zabývá zakázkovou výrobou hliníkových odlitek metodou vytavitelného modelu. Odlitky jsou vždy vyráběny podle technické specifikace dodané zákazníkem. Hliníkové odlitky vyráběné přesným litím pomocí vytavitelného modelu splňují vysoké požadavky zákazníků na mechanické vlastnosti, přesnost a kvalitu povrchu.



Obrázek 6 Hliníkový odlitek (interní materiály společnosti)

Následující tabulka č. 6 zobrazuje přehled počtu typů výrobků vyráběných v jednotlivých letech, celkový vyrobený počet kusů, průměrný počet kusů vyrobených od jednoho druhu výrobku, minimální objednaný počet kusů od jednoho výrobku a maximální objednaný počet kusů od jednoho druhu výrobku.

Tabulka 6 Analýza struktury výroby

(vlastní zpracování podle interních materiálů společnosti)

Rok	Počet vyráběných typů výrobků	Celkový počet vyrobených kusů	Průměrný počet vyrobených kusů / výrobek	Minimální objednaný počet /druh	Maximální objednaný počet /druh
2016	473	127 249	269	1	17 750
2017	699	259 744	372	1	13 009
2018	594	203 818	343	1	41 938
2019	476	165 574	347	1	9 737

Z analýzy struktury výroby vyplývá, že v roce 2017 zaznamenala firma největší nárůst výroby, co se týká počtu vyráběných typů výrobků i celkového počtu vyrobených kusů. Počtů,

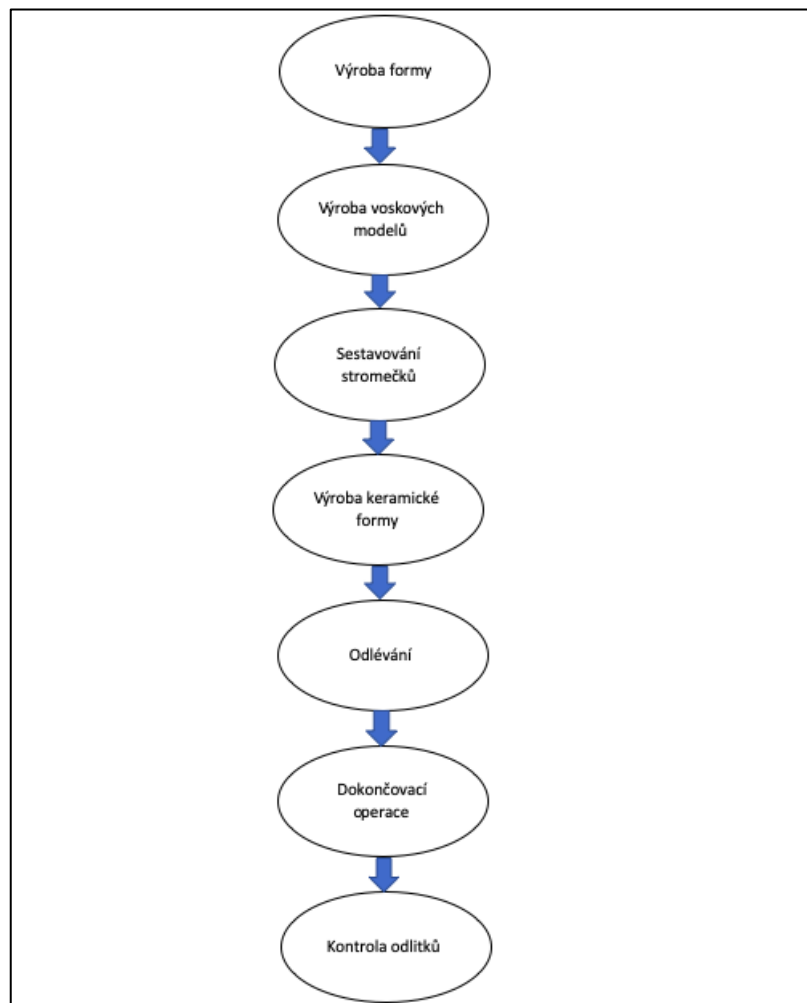
kterých v tomto roce dosáhla se později už nevyrovnala. V roce 2018 totiž došlo ke snížení obou ukazatelů a tento trend pokračoval i roce 2019. I přes pokles počtu vyráběných typů výrobků a vyrobeného počtu kusů se v roce 2019 meziročně mírně zvýšil průměrný počet kusů vyrobených od jednoho typu výrobku. Minimální počet objednaných kusů od jednoho výrobu se za poslední 4 roky nezměnil. Výrazně se ale v posledních letech změnil maximální počet kusů vyrobený od jednoho výrobku. V roce 2019 došlo totiž ke snížení tohoto ukazatele o $\frac{3}{4}$. I přesto se průměrný počet vyrobených kusů od jednoho výrobku mírně zvýšil. Lze tedy říci, že společnost tedy vyrábí od jednotlivých typů výrobků více kusů, což lze považovat za pozitivní.

5.3 Výroba odlitků pomocí technologie přesného lití metodou vytavitelného modelu

Výroba odlitků probíhá v následujících fázích:

- a) Výroba formy na výrobu voskového modelu
- b) Výroba voskových modelů
- c) Sestavování modelů do stromečků (tzv. párání)
- d) Odlévání
- e) Dokončovací operace
- f) Kontrola odlitků

Návaznost jednotlivých operací zobrazuje následující obrázek č. 7.



Obrázek 7 Postup výroby hliníkových odlitků metodou vytavitelného modelu (vlastní zpracování podle interních materiálů společnosti)

V následujících podkapitolách jsou popsány jednotlivé výrobní fáze. Další část této práce je zaměřena na výrobu voskových modelů. Z tohoto důvodu je jí při popisu věnována největší pozornost.

5.3.1 Výroba forem

Výroba odlitků metodou vytavitelného modelu začíná výrobou voskových modelů. Ty jsou vyráběny z forem, jejichž dutina se shoduje s tvarem finálního výrobku. Kvalita formy má velký vliv na kvalitu a rozměry finálního výrobku. Formy mohou být konstruovány jako jednonásobné, nebo vícenásobné, tzn. že z formy lze při jednom rozdělení vytáhnout jeden, nebo více voskových modelů. Formy mohou být vyráběny z různých materiálů, ovšem ve společnosti Alucast jsou používány výhradně formy z hliníkových slitin a jejich životnost dosahuje až 100 000 voskových modelů. U odlitků, které mají komplikované dutiny je nutné

kromě matečné formy vyrobit také formu na vyplavitelná jádra. Výrobu forem zajišťuje společnost Alucast pro své zákazníky u externí společnosti.

5.3.2 Výroba voskových modelů

Voskové modely se vyrábí vstřikováním roztaveného vosku do tzv. matečné formy. V případě, že finální díl obsahuje komplikované dutiny, je nutné nejdříve vyrobit vyplavitelná jádra ze speciálního vosku. Ty jsou následně vloženy do matečné formy a zastříknuty běžným voskem. Ve firmě jsou využívány 2 způsoby výroby voskových modelů. Prvním způsobem je ruční výroba voskových modelů na tzv. „pastovačkách“. Při tomto způsobu si pracovník ručně namíchá vosk, který pak pomocí plnicího zařízení (tzv. pastovačky) vstříkne do formy. Tento způsob výroby voskových modelů ale firma postupně ukončuje a do několika let plánuje plně přejít na druhý způsob výroby, tj. vyrábět voskové modely pomocí vstřikovacích lisů. V současnosti firma vlastní celkem 3 vstřikovací lisy. Ty se skládají ze 4 základních částí. Taviče, kam je automaticky přiváděn tuhý vosk ve formě čocky, zásobníku vosku, který je schopný přesně regulovat teplotu vosku, vstřikovacího válce a samotného lisovacího prostoru.

Forma, která je do lisu vložena, je pak naplněna pomocí vstřikovací trysky. Doba plnění a tlak je určen pomocí zvoleného programu lisu. Každá forma vyžaduje jiné podmínky plnění. Po naplnění je forma chlazená beranem lisu, čímž dochází k rychlejšímu ztuhnutí vstřikovaného vosku. Doba chlazení jednotlivých forem se liší v závislosti na tvaru dílu. Obecně platí, že tenkostěnné díly se chladit nemusí, nebo se případně chladí méně než odlitky s velkou tloušťkou stěn. Dále je podle charakteru dílu vyžadováno buď, aby byl model vyjmut z formy ihned po naplnění, nebo je vyžadováno, aby model setrval po naplnění ve formě. V případě, že nejsou dodrženy podmínky na setrvání modelu ve formě, může dojít k jeho poškození. Pokud jsou ve voskových modelech obsaženy vyplavitelná jádra, směřují voskové modely na pracoviště vyplavování. Zde jsou voskové modely ponořeny do slabé kyseliny, díky které dojde k „rozpuštění“ vyplavitelného modelu, čímž vznikne v modelu požadovaná dutina. Vyrobené voskové modely dále směřují na pracoviště čištění voskových modelů, na kterém pracovníce začistí vady voskového modelu podle technologického postupu. Může se jednat například o stopy po složení formy, otrěpy apod. Případně jsou na tomto pracovišti lepeny na model pomocné vtoky, které slouží k upevnění modelu na vtokovou soustavu. Správné začistění voskového modelu je velmi důležité, protože sebemenší vady voskového modelu se následně objeví na odlitku. Oprava vad na odlitku je složitou operací a v mnoha případech ani není možná.

5.3.3 Sestavování modelů do stromečků – tzv. páření

Očištěné voskové modely se na dalším pracovišti připojí na vtokovou soustavu a vzniká tzv. stromeček. Díly, tvořící vtokovou soustavu se vyrábějí také na lisech, ovšem samostatně a z jiného druhu vosku, než vyplavitelné modely nebo voskové modely z matečných forem. Modely se na vtokovou soustavu buď lepí (pomocí speciálního lepidla), nebo se pomocí nahřátého pájedla roztaví dosedací plochy voskového modelu a vtokové soustavy. Po natažení je pájedlo vytaženo a dojde ke spojení vtokové soustavy s voskovým modelem. Ani při jednom z těchto způsobů nesmí dojít k poškození voskového modelu. Kvůli následnému obalování musí být umístěny voskové modely na vtokovou soustavu v dostatečných vzdálenostech, aby bylo možné jednoduše nanést jednotlivé obaly a následně vosk z keramické formy vytavit.

5.3.4 Výroba keramické formy

Výroba keramické formy, tzv. skořepiny hraje pro dosažení požadované kvality výsledného dílu zásadní roli. Skořepina vzniká opakovaným namáčením sestaveného stromečku do vazné kapaliny a následným posypáním žáruvzdorným materiálem. Je velmi důležité, aby při obalování stromečků došlo k důkladnému nanesení jednotlivých obalů. Každá nepřesnost má za následek vznik defektů. Mezi nanášením jednotlivých obalů dochází k sušení v klimatizovaných prostorech, ve kterých musí být udržována předepsaná teplota a vlhkost. Po vysušení posledního obalu dojde k vytavení voskového modelu z keramické formy pomocí autoklávu. Jednotlivé skořepiny jsou naskládány do autoklávu tak, aby bylo zaručeno vytečení roztaveného vosku z dutiny. Zahřívání stromečku probíhá pomocí horké páry. Výsledkem je keramická forma s dutinou ve tvaru budoucího odlitku, která je připravena k lití.

5.3.5 Odlévání

Skořepiny jsou následně vypáleny. Tzn. že jsou zahřáty na vysokou teplotu, čímž dojde k odstranění zbytků vosku, zhutnění skořepiny a jejímu předehřátí pro odlévání. Samotné odlévání je pak klíčovým procesem pro výrobu odlitků. Do předehřátých skořepin je naléván roztavený hliník, který splňuje požadované chemické složení.

5.3.6 Dokončovací operace

Po vychladnutí je tryskáním z hliníkového stromečku odstraněna keramická forma a následně jsou z vtokové soustavy odřezány jednotlivé odlitky. Podle požadavků zákazníka mohou být jednotlivé produkty tepelně zpracovány, broušeny, tryskány nebo kalibrovány.

5.3.7 Kontrola odlitků

Kontrola odlitků probíhá podle specifikace zákazníka. Běžně se kontroluje kvalita povrchu dílu a jeho rozměry.

Další možnostmi jsou speciální zkoušky:

- RTG
- Penetrační zkouška
- Zkouška tlakotěsnosti
- 3D měření

6 PROCES VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ

Kvalitní voskový model je prvním předpokladem pro výrobu kvalitního odlitku. Je proto nutné zajistit efektivní fungování jeho výroby.

6.1 Stroje používané na pracovišti

Výroba voskových modelů probíhá na 3 lisech. Tyto lisy se od sebe liší velikostí tlaku, který dokáží vyvinout. Každý výrobek má na jednotlivých lisech určený výrobní program, který je uveden v technologickém postupu a je nutné ho dodržet. Jednotlivé programy se od sebe odlišují svou délkou, tlakem a průtokem vosku.

Lis č. 1 – jedná se o lis, který dokáže vyvinout největší tlak při sevření formy. Svou velikostí umožňuje zpracovávat i velké formy. Disponuje dvěma oddělenými tanky pro tavení vosku, proto je na něm možné vyrábět jak voskové modely, tak vtokové soustavy.

Lis č. 2 – jedná se o lis, který umí vyvinout nejmenší tlak při sevření formy. Je ze všech lisů nejmenší, tudíž se používá pouze pro malé formy. Lis disponuje dvěma oddělenými tanky pro tavení vosku, je na něm proto možné vyrábět jak voskové, tak vyplavitelné modely.

Lis č. 3 – jedná se o nejnovější lis, který umí vyvinout střední tlak při sevření formy. Svou velikostí umožňuje zpracovávat formy všech velikostí. Disponuje pouze jedním tankem pro tavení vosku, tudíž je využíván pouze pro výrobu voskových modelů.

6.2 Nástroje používané na pracovišti

Pro výrobu všech typů výrobků jsou používány formy. Forma se skládá z několika kovových dílů, složených tak, aby tvořily dutinu ve tvaru požadovaného odlitku. Podle složitosti dílu jsou také formy více či méně složité. Díky tomu se liší časy rozdělování a skládání forem, doby plnění forem na jednotlivých lisech a doby tuhnutí vosku ve formách.

6.3 Organizace práce

Na každém lisu pracují na směně vždy 2 pracovníci, kteří zpracovávají buď jednu nebo několik přidělených forem. Počet forem, které pracovníci zpracovávají se liší podle charakteru jednotlivých výrobků. Rozdělování práce pro jednotlivé pracovníky provádí mistr výroby.

Na pracovišti jsou vyráběny následující typy výrobků:

- a) Vyplavitelné modely
- b) Voskové modely

c) Vtokové soustavy

6.3.1 Vyplavitelné modely

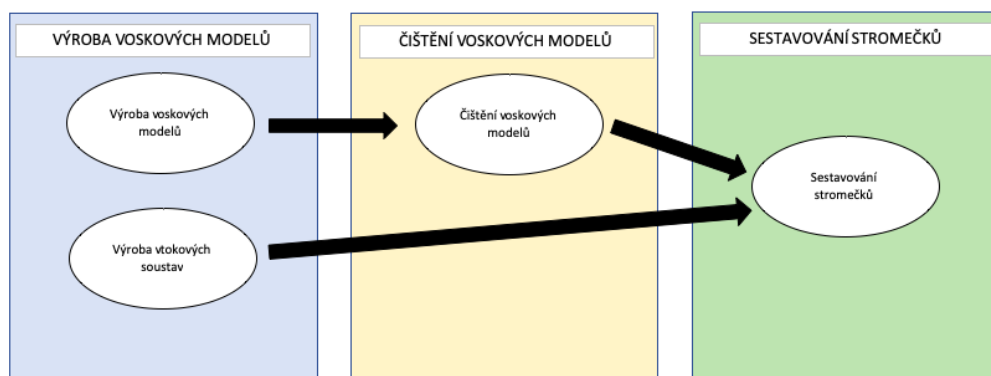
Některé odlitky obsahují komplikované dutiny, které se nedají vyrobit jednoduchou formou. Pro tyto díly se používají tzv. vyplavitelné modely. Vyplavitelný model je díl, který má rozměry a tvar požadované dutiny a vyrábí se ze speciálního vosku. Následně se na nich začistí přeepsané vady, jako například dělicí roviny z formy, popř. zbytky po vtoku. Pak se modely vkládají do matečných forem. Do některých typů dílů se musí pro 1 voskový model použít více vyplavitelných jader stejného typu, nebo různých typů. Vyplavitelné modely je možné vyrábět pouze na lisu č. 2.

6.3.2 Voskové modely

Voskové modely mohou být vyráběny na všech třech lisech, ale je pro jejich výrobu určen speciální vosk. Do některých typů dílů jsou vkládány vyplavitelné modely. Na vyrobených voskových modelech jsou začištěny přeepsané vady podle technologického postupu. Očištěné voskové modely pak směřují na pracoviště páraní.

6.3.3 Vtokové soustavy

Pro další zpracování očištěných voskových modelů je nutné vyrábět pomocné vtokové soustavy. Jedná se o různé typy dílů, které se vyrábí ze speciálního vosku. Některé se vyrábí z forem, které jsou přišroubovány k lisu, čímž dojde k zablokování celého lisu. V době jejich používání nemůžou na lise pracovat dva pracovníci, ale pouze jeden. Výroba vtokových soustav se navíc řídí poptávkou následujícího pracoviště - přípravy páraní. Pomocné vtokové soustavy nejsou nijak začišťovány. Jejich případnou úpravu zajišťuje pracovníce přípravy páraní.



Obrázek 8 Schéma výroby a zpracování vtokových soustav
(vlastní zpracování podle interních materiálů společnosti)

7 ANALÝZA PROCESU VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ

V první fázi racionalizace výrobního procesu bylo provedeno momentkové pozorování za účelem zhodnocení aktuálního stavu výrobního procesu. Dále proběhly rozhovory s výrobními operátory a vedoucími pracovníky. Jak bylo popsáno v předchozí kapitole, výroba voskových modelů zahrnuje výrobu a zpracování:

- a) Voskových modelů
- b) Vtokových soustav
- c) Vyplavitelných jader
- d) Čištění voskových modelů a vyplavitelných jader

Kvůli přehlednosti je analýza rozdělena podle tohoto členění. Zjištěné skutečnosti jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

7.1 Výroba a zpracování voskových modelů

Výroba odlitků metodou vytavitelného modelu je charakteristická vysokým podílem lidské práce a velkým množstvím výrobních operací. V jejich průběhu dochází k vyřazování dílů kvůli různým typům neshodností. Interní neshodnosti jsou řešeny v podniku na interní komisi kvality. Tam jsou zjišťovány příčiny vzniku vad a stanoveny nápravné opatření. V průběhu analýzy však bylo zjištěno, že pokud se v průběhu celého výrobního procesu vyřadí část dílů jako neshodná, IS automaticky dopočítá počet kusů, které musí být znovu vyrobeny, aby bylo možné pokrýt objednávku zákazníka. Pak automaticky vygeneruje novou výrobní dávku vyřazeného dílu do fronty práce ve výrobě voskových modelů. Jelikož je nutné, aby tato dávka co nejdříve dohnala původní dávku, zařadí ji IS ve frontě práce na každém pracovišti do popředí a mistr ji dá pracovníkům při nejbližší příležitosti zpracovat. Často se to stane už v momentě, kdy byla příslušná forma odvezena z pracoviště do skladu forem a je nutné ji proto znovu přivést.

V okamžiku momentkového pozorování (červenec - srpen 2019) bylo na pracovišti 8 dávek menších než 10 ks, které se měly vyrábět jako náhrada za neshodné kusy. V následujících 4 týdnech, bylo provedeno každý týden další pozorování. V jeho průběhu bylo sledováno, kolik nových náhradních dávek se na pracovišti nachází. V případě, že se dávka v jednotlivých pozorovacích dnech opakovala, nebyla do výsledku započítána. Výsledky tohoto pozorování jsou zobrazeny v následující tabulce č. 7.

Tabulka 7 Přehled počtu dávek menších než 10 ks (vlastní zpracování)

Pořadové číslo pozorovaného týdne	Počet dávek menších než 10 ks
1.	8
2.	12
3.	3
4.	10

Ve sledovaném období se jako náhrada za neshodné kusy vyrábělo celkem 33 dávek. Pokud by průměrná dávka měla 5 ks, jednalo by se celkem o 165 ks, které byly ve sledovaném období dodatečně vyráběny.

Časová náročnost jednotlivých úkonů spojených s dodatečnou výrobou kusů stanovená kvalifikovaným odhadem:

Přivezení 1 formy – 15 minut

Průměrná doba výroby 1 ks – 5 minut

Průměrná doba čištění 1 ks – 2 minuty

Průměrný čas manipulace 1 dávka – 5 minut

Průměrná doba přípravy párání 1 dávky – 15 minut

Odvezení 1 formy - 15 minut

Pro 165 dodatečně vyráběných kusů se tedy jedná o:

Přivezení 33 forem – 495 minut

Průměrná doba výroby 165 ks – 825 minut

Průměrná doba čištění 165 ks – 330 minut

Průměrný čas manipulace 33 dávek – 165 minut

Průměrná doba přípravy párání – 33 dávek – 495 minut

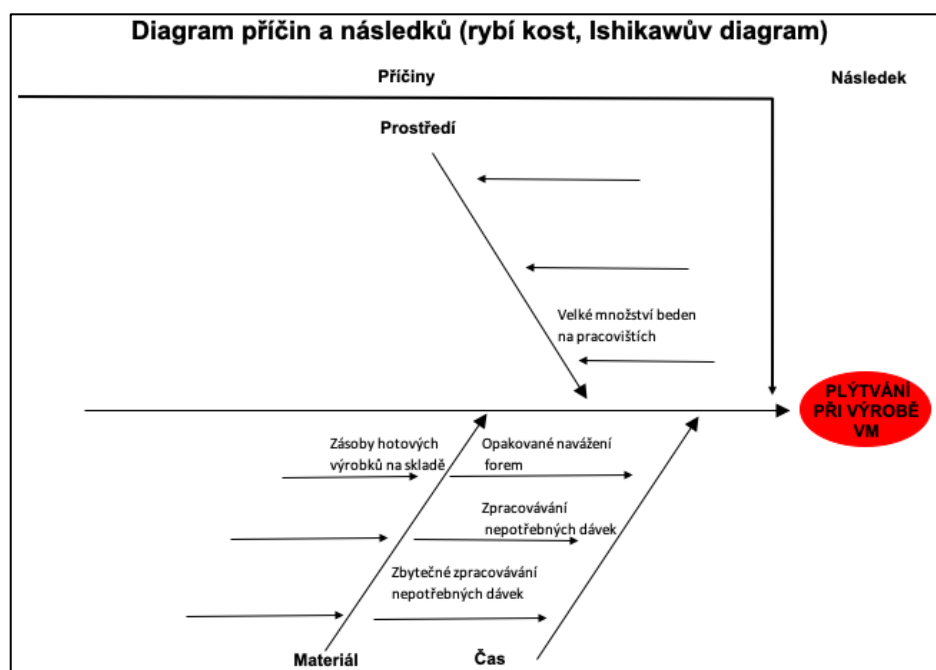
Odvezení 33 forem – 495 minut

Celkem dochází k plýtvání ve výši 2805 minut za měsíc, tj. 46,75 hodin.

Na konci pozorování byl proveden brainstorming, jehož tématem byl vliv malých dávek na plynulost výroby. Teoretický popis techniky je uveden v kapitole 3.1.4. Tohoto brainstormingu se účastnil výrobní ředitel, vedoucí výroby a výrobní mistři. Na brainstormingu zazněly následující názory:

- 1) Je nutné opakovaně navážet a odvážet formy, čímž dochází k plýtvání času pracovníků, kteří formy naváží – započítáno v analýze rozsahu plýtvání
- 2) Opravná dávka často nestihne ve výrobě dohnat původní dávku, tudíž je možné, že pokud zákazník akceptuje dodání menšího množství dílů, může zůstat opravná dávka na skladě hotových výrobků – nezapočítáno v analýze rozsahu plýtvání, protože to není předmětem práce
- 3) Malé dávky musí být umístěny v samostatných bednách a zbytečně zabírají skladovací prostory. Ve velkém množství beden na pracovištích pak pracovníci obtížně hledají dávku, kterou mají zpracovávat – nezapočítáno v analýze rozsahu plýtvání, protože to není předmětem práce
- 4) Pracovníci se věnují zpracování náhradních dávek místo toho, aby se věnovali klasickým dávkám – nezapočítáno v analýze rozsahu plýtvání, nelze přesně vyčíslit

Pro přehlednost byly jednotlivé názory zakresleny do Ishikawa diagramu, jehož funkce byla popsána v kapitole 3.1.5.



Obrázek 9 Ishikawa diagram (vlastní zpracování)

Z těchto názorů vyplývá, že dodatečná výroba neshodných dílů způsobuje v celém výrobním procesu tyto druhy plýtvání:

- Zásoby – malé dávky zbytečně zvyšují hodnotu rozpracované výroby
- Čekání – malé dávky brzdí zpracování klasických výrobních dávek, u kterých je jisté, že se po dokončení prodají a tím zvýší tržby společnosti
- Zbytečná práce – pracovníci zpracovávají malé dávky, které můžou skončit na skladě hotových výrobků. Místo toho by se mohli věnovat klasickým zakázkám.
- Hledání – malé dávky jsou ve výrobě umístěny v samostatných bednách. Díky tomu je pak na pracovištích velké množství beden a pracovníci pak dlouho hledají dávku, kterou mají zpracovávat.
- Zbytečná manipulace – kvůli výrobě náhradní dávky musí odpovědný pracovník znovu přivést příslušnou formu ze skladu forem.

Kořenová příčina tohoto problému byla zjišťována pomocí techniky 5x proč. Tato technika je podrobněji popsána v kapitole 3.1.3.

Proč se tak dodatečně vyrábí malé výrobní dávky po dokončení velké série?

Protože se jedná o náhradu za neshodné díly, které vznikly v průběhu výroby a náhradní dávky jsou uvolňovány automaticky do výroby.

Proč je náhrada za neshodné díly automaticky uvolňována do výroby?

Protože tak má firma nastaven IS.

Proč tak firma nastavila IS?

Protože předpokládá, že zákazníci vždy striktně požadují dodat přesně objednané množství.

Proč předpokládá, že zákazníci vždy požadují dodat přesně objednané množství?

Protože se obchodní oddělení málokdy včas dozví, že je nutné zeptat se zákazníka, zda je možné dodat o několik kusů méně.

Proč se obchodní oddělení včas nedozví, že je nutné řešit se zákazníkem objednané množství?

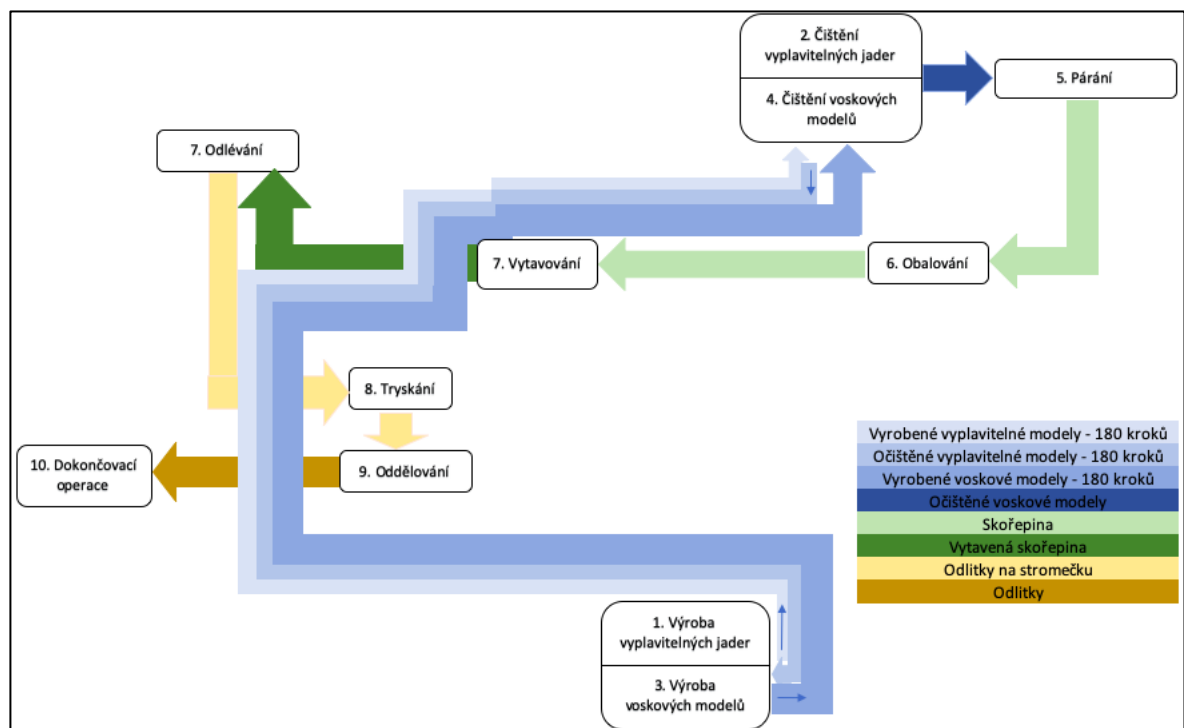
Protože jsou dávky uvolňovány automaticky a neexistuje schvalovací proces.

Za kořenovou příčinu zjištěného plýtvání lze označit automatické uvolňování dávek do výroby. Jak ale vyšlo v průběhu analýzy najevo, tento problém nezpůsobuje plýtvání pouze při

výrobě voskových modelů, ale i v dalších fázích výrobního procesu. Potvrzuje to tedy předpoklad zmíněný v kapitole cíle a metody zpracování práce, tj. že racionalizací výroby voskových modelů dojde k odstranění kořenových příčin plýtvání vznikajícího na dalších pracovištích. Celkově bylo odhaleno plýtvání ve výši 2805 minut. Pokud by se všechny výrobky dokončily a zůstaly uložené na skladu hotových výrobků, bylo by celkové plýtvání až čtyřnásobně vyšší.

7.2 Výroba a zpracování vyplavitelných modelů

Vyplavitelné modely se vyrábí na lisech a ukládají se do pojízdných regálů. Ty se pak čistí buď přímo u lisů, nebo se převážejí k očištění do jiné haly a následně jsou převezeny zpět k lisům, kde se vkládají do matečných forem. Podle nastavení v informačním systému společnosti by se měly všechny dávky čistit na pracovišti v jiné hale. Materiálový tok při převozu do jiné haly znázorňuje následující Sankey diagram. Podrobněji je znázornění toků pomocí Sankey diagramu uvedeno v kapitole 3.1.2.



Obrázek 10 Sankey diagram materiálového toku (vlastní zpracování)

Trasa, po které jsou převáženy vyplavitelné modely do jiné haly je dlouhá 180 kroků - pracovník veze modely od lisů na čištění, modely tam nechá a jde zpět (celkem tedy ujde 360 kroků – doba trvání 7,5 minut).

Následně modely tuto trasu absolvují podruhé, když pracovnice čištění voskových modelů zaveze očištěné voskové modely k lisům a jde zpět. Kvůli očištění jednoho vozíku vyplavitelných modelů stráví pracovníci chůzi vždy 15 minut. Během převozu navíc dochází k několikanásobnému křížení materiálového toku. Voskové modely se totiž převáží přes oddělování, tryskání a vytavování. Jsou tedy převáženy mezi paletami s odlitky na stromečku, paletami s uřezanými odlitky a regály se skořepinou. Bohužel není z technických důvodů možné přestěhovat všechny pracoviště výroby voskových modelů blíže k sobě, tudíž je nutné alespoň zajistit, aby přeprava probíhala racionálně.

V dubnu 2019 bylo na lisech vyrobeno 63 dávek a 32 z nich bylo převezeno k očištění do jiné haly. **Měsíčně se tedy jedná o plýtvání ve výši 480 minut, tj. 8 hodin.**

7.3 Výroba a zpracování vtokových soustav

Vtokové soustavy jsou nezbytné k sestavení voskových modelů do stromečků. Každý typ výrobku má unikátní vtokovou soustavu. Ta se skládá z různých komponent, a všechny se vyrábí pouze na lise č. 1.

7.3.1 Výroba vtokových soustav

V následující tabulce je zobrazen počet směn, během kterých byly vyráběny vtokové soustavy v období červen – září 2019 a procentní podíl těchto směn na celkovém počtu směn v daném měsíci.

Tabulka 8 Podíl výroby vtokových soustav na celkovém pracovním fondu ve jednotlivých měsících roku 2019 (vlastní zpracování)

Měsíc	Počet směn, během kterých se vyráběly vtokové soustavy	Počet pracovních směn v měsíci celkem	% podíl výroby vtokových soustav na celkovém počtu směn
Červen	47	60	78,3 %
Červenec	56	66	85 %
Srpen	62	66	94 %
Září	57	63	91 %

Z předchozí tabulky č. 8 vyplývá, že průměrně 87 % pracovních směn v měsíci je lis č. 1 zablokován pouze pro výrobu vtokových soustav. Ty se vyrábí buď z ručních forem, nebo

z forem, které jsou k lisu přišroubovány. Nejvíce vyráběné vtokové soustavy jsou vyráběné z přišroubovaných forem. Pro analýzu efektivnosti výroby vtokových soustav, byly pořízeny snímky z části směn, po které byly vyráběny vtokové soustavy.

1) Výroba vtokových soustav z ručních forem:

Tabulka 9 Snímek z části směny při výrobě vtokových soustav z ručních forem

(vlastní zpracování)

Začátek činnost	Činnost
6:00	Začátek směny – převzetí seznamu výrobků, které má pracovník vyrábět
6:03	Příprava pracoviště – přinesení forem, nachystání pracovních pomůcek, příprava místa pro ukládání hotových výrobků, přihlášení do informačního systému – nahlášení výroby vtokových soustav.
6:15	Přesun formy na lis, plnění formy lisem, přesun formy z lisu na pracovní stůl
6:16	Rozdělení formy, vytažení, začištění, uskladnění vtokové soustavy (1 ks), složení formy
6:18	Přesun formy na lis, plnění formy lisem, přesun formy z lisu na pracovní stůl
6:19	Rozdělení formy, vytažení vtokové soustavy (1 ks), složení formy
6:22	Přesun formy na lis, plnění formy lisem, přesun formy z lisu na pracovní stůl
6:23	Rozdělení formy, vytažení vtokové soustavy (1 ks), složení formy
6:25	Přesun formy na lis, plnění formy lisem, přesun formy z lisu na pracovní stůl
6:26	Rozdělení formy, vytažení vtokové soustavy (1 ks), složení formy
6:28	Přesun formy na lis, plnění formy lisem, přesun formy z lisu na pracovní stůl
6:29	Rozdělení formy, vytažení vtokové soustavy (1 ks), složení formy
6:31	Přesun formy na lis, plnění formy lisem, přesun formy z lisu na pracovní stůl

2) Výroba vtokových soustav z přišroubovaných forem

Tabulka 10 Snímek z části směny při výrobě vtokových soustav z přišroubovaných forem
(vlastní zpracování)

Začátek činnosti	Činnost
6:00	Začátek směny – převzetí seznamu výrobků, které má pracovník vyrábět
6:03	Přivezení formy, přišroubování formy na lis
6:20	Zavření formy lisem, plnění formy lisem, během něho příprava místa pro uskladnění hotových vtokových soustav, otevření formy
6:23	Vytažení vtokových soustav (6 ks)
6:25	Zavření formy lisem, plnění formy lisem – během něho začištění a uskladnění vyrobených vtokových soustav, otevření formy
6:28	Vytažení vtokových soustav (6 ks)
6:30	Zavření formy lisem, plnění formy lisem – během něho začištění a uskladnění vyrobených vtokových soustav, otevření formy
6:33	Vytažení vtokových soustav (6 ks)

Již z pozorování první půl hodiny pracovní směny vyplynul největší rozdíl mezi jednotlivými způsoby výroby vtokových soustav. I přesto, že přišroubování formy trvalo 17 minut, stihl pracovník z přišroubované formy vyrobit 18 ks vtokových soustav. Pracovník, který vyráběl vtokové soustavy z ručních forem vyrobil za první půlhodinu pouze 5 ks.

Dále už snímkování nebylo zaznamenáváno, protože v rámci směny se činnosti opakují. Další rozdíl nastává až na konci směny. Pracovník, který vyrábí vtokové soustavy z ručních forem v posledních 20 minutách směny očistí formy a uklidí je do určeného regálu. Následně uklidí pracovní stůl. Pracovník, který vyrábí vtokové soustavy z přišroubovaných forem musí ukončit výrobu o 30 minut dříve, protože musí formu očistit, následně ji odšroubovat od lisu (pokud se na další směně budou vyrábět vtokové soustavy z jiné formy), uklidit formu a uklidit pracoviště.

Následující tabulka č. 11 poskytuje srovnání výroby vtokových soustav z obou druhů forem.

Tabulka 11 Srovnání výroby vtokových soustav z ruční a přišroubované formy (vlastní zpracování)

Kritérium	Ruční forma	Příšroubovaná forma
Násobnost	1	6
Čas jednoho cyklu	3 minuty	5 minut
Výroba 1 ks	3 minuty	50 sekund
Montáž a demontáž	0 min	30 minut
Zahájení + ukončení směny	35 minut	18 minut
Ostatní	Na lise se mohou vyrábět současně i modely z matečných forem	Na lise není možné současně vyrábět i modely z matečných forem
Časová norma pro 1 ks	3,6 min/ks	1 min/ks
Výkon za 7,5 hodin (včetně 10% přirážky)	125 ks	435 ks

Ze srovnání jednotlivých druhů výroby vyplývá, že výroba vtokových soustav z ručních forem je časově náročnější než z přišroubovaných forem. Je to způsobeno zejména tím, že z ruční formy pracovník při jednom rozdělení vytáhne pouze 1 ks vtokové soustavy. Naopak z přišroubovaných forem vytahuje na 1 rozdělení vždy více kusů (např. 6 – v příkladu výše). Přišroubované formy navíc otevírá lis a člověk pouze vytáhne a začistí jednotlivé díly. Ruční formy musí člověk rozdělovat sám a následně musí formu zase složit.

Na druhou stranu je výhodou ručních forem snadná změna vyráběných druhů, protože demontáž přišroubované formy a montáž nové formy trvá zhruba 30 minut. Další nevýhodou přišroubovaných forem je fakt, že v každé z těchto forem je vyrobena určitá kombinace vtokových soustav, které lze na jedno rozdělení vytáhnout. Pokud firma potřebuje pouze od určitého druhu jednorázově větší množství kusů, je obtížné toho pomocí přišroubovaných forem dosáhnout.

Celkový počet druhů vyráběných vtokových soustav: 21

Počet druhů vtokových soustav vyráběných z ručních forem: 13

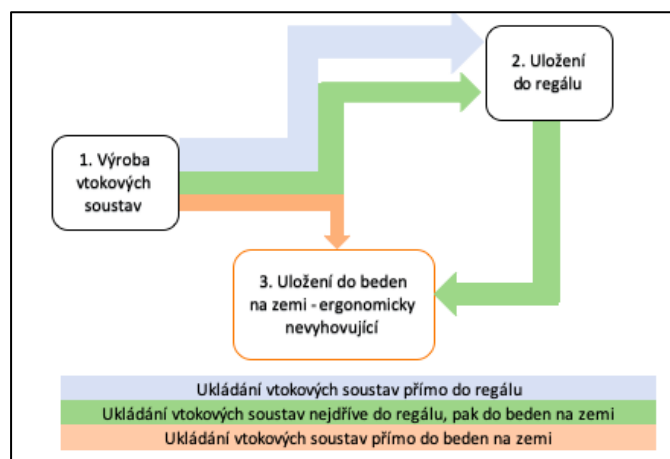
Počet druhů vtokových soustav vyráběných z přišroubovaných forem: 8

Více než polovina vtokových soustav se vyrábí z ručních forem. Jedná se ale o méně využívané vtokové soustavy. Výroba vtokové soustavy z ruční formy je v uvedeném příkladu o 2,6 minuty pomalejší. Vzhledem k tomu, že výroba vtokových soustav není vedena v IS, není možné přesně určit počet vtokových soustav vyrobených z ručních forem za měsíc. Kvalifikovaným odhadem byl proto určen měsíční výkon 300 ks.

Při průměrném měsíčním výkonu 300 ks vtokových soustav z ručních forem, dochází k průměrnému měsíčnímu plýtvání 780 minut, tj. 13 hodin.

7.3.2 Zpracování vtokových soustav

Vyrobené vtokové soustavy ukládají pracovníci do pevných regálů přímo u lisu, případně do beden na zemi. Některé vtokové soustavy ale musí být před uskladněním do beden umístěny na rovnou plochu, aby nedošlo k tvarové deformaci a teprve po úplném vychladnutí jsou přeskládány do beden na zemi. Tento způsob finálního skladování je nevhodný z ergonomického hlediska, protože se pracovník do beden na zemi ohýbá.



Obrázek 11 Manipulace s vtokovými soustavami

(vlastní zpracování)

Přeskládání vtokových soustav zabere každý den 30 minut z jedné pracovní směny (tj. 7 %). **Měsíčně tedy trvá 10 hodin.**

Uskladněné vtokové soustavy odebírá pracovnice přípravy párání. Ta si na svém pracovišti přečte, které vtokové soustavy má připravit, spočítá si jejich požadovaný počet a jde pro ně k lisům. Zde přeskládá vtokové soustavy z beden na zemi nebo z regálu do svého pojízdného vozíku. Pak je odveze na své pracoviště.



Obrázek 12 Způsob převážení vtokových soustav (interní materiály společnosti)

V rámci analýzy činností na pracovišti příprava párání byla pozorována příprava 4 výrobních dávek na pracovišti příprava párání. Průměrná doba zpracování 1 dávky trvá 28 minut. Níže je uveden časový snímek zpracování jedné dávky na pracovišti příprava párání.

Tabulka 12 Časový snímek zpracování dávky na pracovišti příprava párání (vlastní zpracování)

Čas zahájení činnosti	Činnost
8:05	Přijetí úkolu, čtení technologického postupu, počítání potřebných vtokových soustav
8:10	Přivezení prázdného vozíku
8:13	Cesta k lisům pro vtokové soustavy
8:15	Přeskládání vtokových soustav do ručního vozíčku
8:19	Cesta zpět na pracoviště
8:22	Příprava vtokových soustav
8:28	Dokončení úkolu v IS
8:29	Ukončení úkolu

Činnosti spojené s přeskládáním a přepravou vtokových soustav zaberou v celém úkolu 9 minut, tj. 38 % celkového času zpracování úkolu. Pokud by se tedy podařilo tento čas zkrátit,

došlo by ke zkrácení celkové doby trvání úkolu. Pracovnice by tedy za směnu mohla zvládnout připravit více vozíků, nebo by se mohla věnovat jiným činnostem.

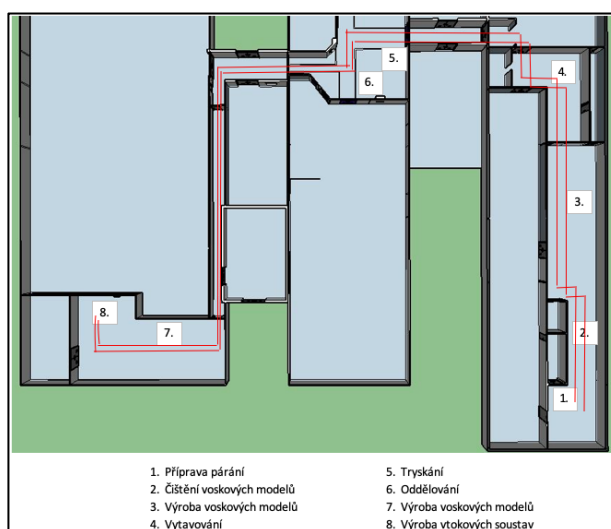
Následující tabulka č. 13 zobrazuje počet cest pro vtokové soustavy, které pracovnice vykonala ve sledovaném období 12.8.2019 – 26.8.2019.

Tabulka 13 Počet cest pro vtokové soustavy

(vlastní zpracování)

Poř. č. sledovaného dne	Počet cest pro vtokové soustavy
1.	10
2.	12
3.	9
4.	12
5.	12
6.	11
7.	10
8.	12
9.	10
10.	10

Na následujícím spaghetti diagramu je znázorněno jedno přivezení vtokových soustav.



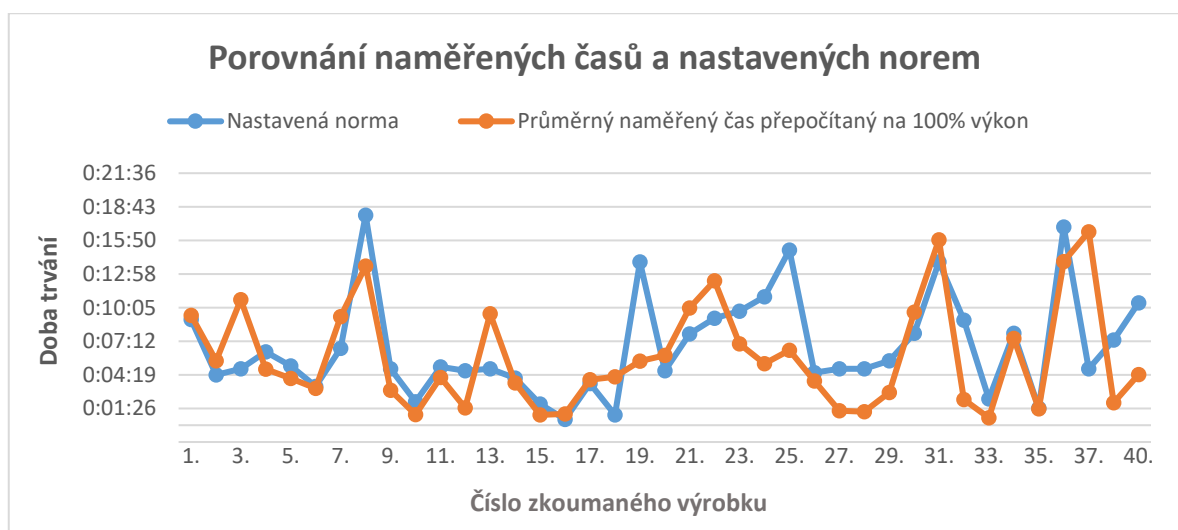
Obrázek 13 Spaghetti diagram jednoho přivezení vtokových soustav (vlastní zpracování)

Denně chodí pracovnice pro vtokové soustavy 9 – 12x. Jedna cesta je dlouhá 400 kroků. Za sledované období tam šla průměrně denně 11x. To znamená, že jenom pro vtokové soustavy nachodí zhruba 4 400 kroků denně. Za předpokladu, že jedna cesta k lisům a zpět trvá 5 minut, zabere pracovnici 11 cest pro vtokové soustavy denně celkem 55 minut. Dále ještě musí při každé cestě přeskládat vtokové soustavy z beden nebo pevných regálů na vozík. Pokud by toto přeskládání trvalo vždy 4 minuty, znamenalo by to dalších 44 minut plýtvání. Celkové plýtvání během jedné směny je tedy 99 minut za směnu (tj. 22 % ze 7,5 hodinové směny). **Za měsíc se pak jedná o 33 hodin.**

7.4 Pracoviště čištění voskových modelů

V průběhu analýzy bylo zjištěno, že velikost zásobníku práce na pracovišti čištění voskových modelů, která je sledována v IS, neodpovídá realitě. Není proto možné včas identifikovat budoucí nedostatek práce na pracovišti jinak než na základě zkušenosti mistra. Ten dokáže zásobník odhadnout a v případě potřeby provést opatření, aby nedošlo k problémům se zásobením pracoviště. To má ale vliv na plánování výroby a plnění potvrzených termínů.

Aby bylo možné určit velikost odchylky skutečných časů od stanovených norem, byly v jednom týdnu sbírány data o době zpracování jednotlivých dílů přímým měřením. Srovnány byly skutečné časy a nastavené normy u 40 výrobků, což je zhruba 7 % celkového počtu výrobků, které přes pracoviště prochází. Skutečné naměřené časy byly zprůměrovány a následně přepočítány na 100% výkon pracovníka. Pak byly porovnány s normou nastavenou v informačním systému. Výsledek srovnání zobrazuje následující obrázek č. 14.



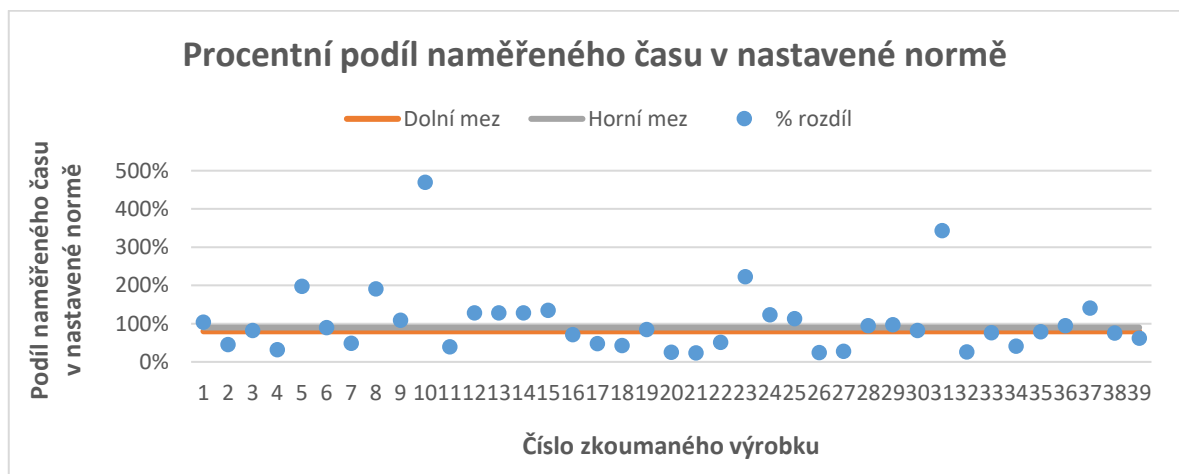
Obrázek 14 Porovnání naměřených časů a nastavených norem (vlastní zpracování podle informací z IS společnosti)

Z obrázku č. 14 vyplývá, že některé normy jsou vyšší, nebo nižší než naměřené časy.

Pro vyhodnocení správnosti výpočtu norem vycházíme z předpokladu, že naměřené časy by měly být navýšeny o přírážku na odpočinek a ostatní činnosti (cca 10 – 20%).

Aby byla norma považována za správnou, měla by být hodnota naměřeného času v intervalu 80 – 90% nastavené normy. Pokud by byl naměřený čas v nastavené normě v tomto intervalu tak by to znamenalo, že naměřený čas byl navýšen o 10 % – 20 % přírážku. Pokud je rozdíl mezi naměřenými časy a nastavenou normou jiný než v požadovaném intervalu, je norma považována za nesprávnou.

Výsledek této analýzy znázorňuje regulační diagram na obrázku č. 15.

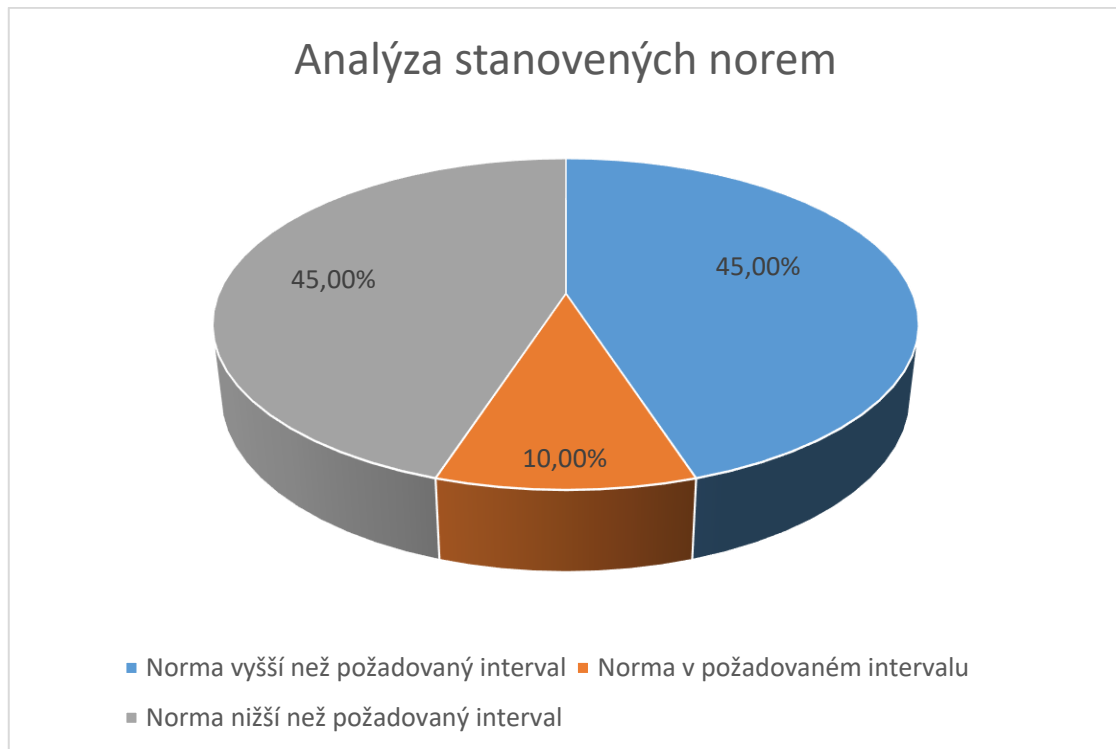


Obrázek 15 Procentní podíl naměřeného času v nastavené normě (vlastní zpracování podle informací z IS společnosti)

Z podrobnější analýzy stanovených norem vyplynulo, že:

- 45 % zkoumaných výrobků má normu vyšší, než požadovaný interval
- 10 % zkoumaných výrobků má normu v požadovaném intervalu
- 45 % zkoumaných výrobků má normu nižší, než požadovaný interval

Výsledek analýzy je znázorněn na obrázku č. 16.



Obrázek 16 Analýza stanovených norem (vlastní zpracování)

Tento průzkum potvrzuje fakt, že ve společnosti není stanoven jednoznačný postup pro normování konkrétních pracovišť, protože pouze 10 % zkoumaných výrobků splňuje původní předpoklad. U nastavených norem proto není možné určit, z jakého důvodu jsou už neaktuální. Důvodem mohou být například přísnější požadavky zákazníka na kvalitu povrchu, popř. změna výrobního postupu, výrobní technologie aj.

U výrobků, které mají nastavenou nižší normu, než je skutečná doba trvání, hrozí že výrobky mohou být špatně oceněny a firma na nich může prodělavat. Při dalším zkoumání bylo zjištěno, že průměrný rozdíl mezi nastavenou normou a skutečným časem je 1,5 minuty. Z údajů z tabulky č. 6, kapitoly 5.2 vyplývá, že firma měsíčně vyrobí 15 858 kusů. Pokud by se potvrdila hypotéza stanovená na zkoumaném vzorku, tj. že 45 % dílů má špatně stanovenou normu, mohlo by se jednat až o 7136 špatně znormovaných kusů. To může znamenat plýtvání až 10 704 minut měsíčně, tj. **178 hodin**. Toto plýtvání má vliv na přesnost plánování, OTD a následně na spokojenost zákazníků, nebo na hodnocení výkonu pracovníků.

7.5 Ergonomie pracoviště výroby voskových modelů

Technologie přesného lití pomocí metody vytavitelného modelu je charakteristická vysokým podílem manuální práce ve všech výrobních krocích. Právě z tohoto důvodu potřebuje firma kvalitní a stabilní pracovníky na všech pozicích. Aby si firma mohla budovat kvalitní zaměstnaneckou základnu, měla by se dle mého názoru zabývat i pracovními podmínkami na

jednotlivých pracovištích. Kvalitní pracovní podmínky totiž nepřímo ovlivní výkonnost pracoviště, např. sníženou nemocností pracovníků.

V průběhu analýzy byly zjištěny dvě činnosti, při kterých lze ergonomii zlepšit. První z těchto oblastí je přesun forem z lisu na pracovní stůl.

Výroba voskového modelu probíhá tak, že pracovník přesune prázdnou formu do lisu, který ji naplní. Následně pracovník formu přetáhne na své pracovní místo, kde ji rozdělá. Stoly mají hladký povrch a jsou mazány, nicméně i tak pracovník přetahuje formu vlastní silou. Tento pohyb zatěžuje zejména záda pracovníků.

Dále bylo vyzorováno, že pracovníci při rozdělávání a skládání forem stojí. Je to totiž vhodnější pracovní poloha vzhledem k vykonávaným pohybům. Dlouhodobé celodenní stání na betonovém podkladu může ale způsobovat kardiovaskulární a ortopedické potíže.

7.6 Shrnutí výsledků analýzy

Současný stav procesu výroby voskových modelů byl analyzován pomocí momentkového pozorování a rozhovorů s výrobními operátory a vedoucími pracovníky.

Pro lepší přehlednost zjištěných námětů pro zlepšení byla sestavena mapa plýtvání (viz tabulka č. 14)

Tabulka 14 Mapa plýtvání (vlastní zpracování podle materiálů z předmětu Průmyslové inženýrství – metody II)

Mapa 8 typů plýtvání					
Oblast / Proces: Výroba voskových modelů				Datum / Čas:	
	Plýtvání	Definice	Příklad	Stupeň důležitosti plýtvání ("Vysoká"; "Střední"; "Nízká")	Popis problému
CH	Vady, Chyby	Výrobky, informace a služby, které jsou dodány nekompletní anebo vadné	Chybný výrobek Odlišný materiál Chybějící dokument	Vysoká	1) Nesprávné normy pracnosti na pracovišti čištění voskových modelů – viz kapitola 7.4
V	Nadvýroba	Tvorba (výroba) něčeho dříve anebo rychleji, než je potřeba, tzv. do zásoby	Extra kopie dokumentu Výrobky "navíc" Vyrobeno "pro jistotu"	Vysoká	1) Výroba náhradních kusů za neshodné díly zjištěné v dalších fázích výrobního procesu – viz kapitola 7.1
Č	Čekání	Čekání na informace, vybavení, materiál, díly anebo lidi	Čekání na schválení Čekání na seřizovače Čekání na materiál	Střední	1) Výroba náhradních dávek brzdí výrobu klasických dávek – viz kapitola 7.1
N	Nevyužitý talent	Nesprávně využitá zkušenosti, talent, znalosti, kreativita anebo dovednosti lidí	Nedostatečný trénink Podceňování lidí Nerozhodní pracovníci		

	Plýtvání	Definice	Příklad	Stupeň důležitosti plýtvání ("Vysoká"; "Střední"; "Nízká")	Popis problému
T	Transport	Nepotřebný transport materiálu, informací anebo vybavení	Opakovaný transport Přeposílání informací Transport nástrojů	Střední	1) Převážení vyplavitelných jader od lisů přes různá pracoviště na pracoviště čištění voskových modelů – viz kapitola 7.2 2) Převážení vtokových soustav pro konkrétní dávky – viz kapitola 7.3
Z	Zásoby	Hromadění dílů, informací, výrobků apod. v množství větším, než požaduje zákazník	Hromadění dat Nepotřebná zásoba Ukládání dokumentů	Střední	1) Hromadění náhradních dávek na skladě hotových výrobků – viz kapitola 7.1
P	Pohyby	Pohyby lidí, které nepřidávají hodnotu procesu a zákazníkovi	Chůze mezi stroji Přepínání stavů Neergonomický pohyb	Střední	1) Opakované navážení forem – viz kapitola 7.1 2) Hledání dávek ve velkém množství beden – viz kapitola 7.1 3) Výroba vtokových soustav z ručních forem – viz kapitola 7.3 4) Zbytečné přeskládávání vtokových soustav – viz kapitola 7.3
E	Nadbytečné zpracování	Každý krok procesu, který v očích zákazníka nepřidává hodnotu	Zbytečné reporty Nadbytečné kontroly Nadbytečné úkony		

V průběhu analýzy bylo zjištěno plýtvání, které přesahuje rámec projektu, nicméně jeho kořenové příčiny jsou právě na zkoumaných pracovištích. Příkladem může být automatická výroba dávek za neshodné kusy, která způsobuje velké množství beden na dalších pracovištích, které pak musí pracovníci přeskládat, když hledají konkrétní dávku. Právě z tohoto důvodu bylo do vyčíslení rozsahu plýtvání zahrnuto pouze plýtvání, které se projevuje na zkoumaných pracovištích. V následující tabulce č. 15 je shrnut rozsah plýtvání.

Tabulka 15 Shrnutí analýzy rozsahu plýtvání (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Plýtvání	Měsíční plýtvání (v hod.)
1.	Dodatečná výroba náhradních kusů	46,75
2.	Přeprava vyplavitelných jader	8
3.	Výroba vtokových soustav z ručních forem	13
4.	Přeskládání vtokových soustav	10
5.	Přeprava vtokových soustav	33
6.	Nesprávně stanovené normy pracnosti	178
Celkem		288,75

Z výsledků analýzy vyplývá, že:

- je možné snížit celkový odpracovaný čas na pracovištích o 110,75 hodin (tj. 74 % pracovního fondu 1 pracovníka), odstraněním plýtvání č. 1, 2, 3, 4, 5. Odstraněním dodatečné výroby náhradních kusů pak dojde k několikanásobně vyšší celkové úspoře, protože efekt nápravného opatření se projeví napříč celým výrobním procesem.
- vznikl prostor pro zlepšení hospodářských výsledků společnosti prostřednictvím správného znormování dílů na pracovišti čištění voskových modelů. Teoreticky zde dochází k plýtvání ve výši až 178 hodin měsíčně (tj. 23,7 směn) kvůli nesprávně stanoveným normám pracnosti.

8 PROJEKT RACIONALIZACE VÝROBY VOSKOVÝCH MODELŮ

Na základě výsledků analýzy byl sestaven projekt racionalizace výroby voskových modelů. Z výsledků analýzy vyšlo najevo, že na pracovištích výroby voskových modelů dochází k plýtvání až 288,75 hodin měsíčně. Aby byl splněn cíl práce, musí být plýtvání sníženo minimálně o 28,9 hodin. Jak vyplývá z obrázku č. 5 v kapitole č. 2, i činnosti které nepřidávají hodnotu mohou být nezbytné. Příkladem toho může být třeba transport. Kvůli tomu nebyl cíl práce ani projektový cíl stanoven na úplnou eliminaci plýtvání.

8.1 Plán projektu

Tabulka 16 Plán projektu (vlastní zpracování podle materiálů z předmětu Průmyslové inženýrství – metody II)

Projekt racionalizace výroby voskových modelů ve firmě Alucast, s.r.o.		
Stručný popis problému: Výroba voskových modelů je první operací v celém výrobním procesu. Její racionalizace je proto klíčová pro postupnou racionalizaci celého výrobního procesu. Při výrobě voskových modelů bylo identifikováno plýtvání ve výši 288,75 hodin měsíčně.		
Cíl projektu: Eliminovat plýtvání tak, aby byly prováděny pouze nezbytné činnosti nepřidávající hodnotu a dosáhnout tak úspory minimálně 28,9 hodin měsíčně. Cíl bude podrobněji definován metodou SMART.		Proces: Výroba voskových modelů
Co není předmětem: Logistika výrobních nástrojů Řešení interních neshodností	Strategické oblasti: Výroba a čištění voskových modelů z matečných forem Výroba a čištění vyplavitelných jader Výroba a odvoz vtokových soustav	Vlastník procesu: Alucast, s.r.o.
Vedoucí projektu: Tereza Trňáková (autorka diplomové práce a výrobní analytik společnosti)	Členové týmu: Vedoucí diplomové práce Výrobní ředitel Ředitel provozu Výrobní mistr Výrobní operátoři Technolog Pracovníci údržby	Sponzor projektu: Alucast, s.r.o.
Časový plán: 9/2019 Zahájení projektu 9-10/2019 Definování cílů projektu 10-11/2019 Tvorba nápravných	Hlavní kontrolní metriky: Úspora nákladů	Předpokládané náklady: Mzdové náklady a pořizovací náklady v celkové výši 285 500 Kč bez DPH

11-12/2019	opatření Tvorba časového plánu, analýzy nákladů, analýzy rizik, WBS	Nástroje: SMART SPIN Procesní řízení PDCA Layout Analýza informací z IS Snímek části pracovní směny WBS	Vyčíslitelné přínosy: Snížení nákladů na činnosti nepřidávající hodnotu Zvýšení produktivity Zlepšení hospodářských výsledků společnosti
1-2/2020	Odstranění výroby náhradních dávek		
2-3/2020	Zkrácení času manipulace s vyplav. jádry		Nevyčíslitelné přínosy: Zlepšení ergonomických podmínek Spokojenost pracovníků Přehlednost pracovišť Spokojenost zákazníků
3-4/2020	Tvorba metodiky pro normování		
4-6/2020	Racionalizace manip. s vtok. soustavami		
6-7/2020	Nákup protiúnav. rohoží		
7/2020	Nákup kuličkových dopravníků		

8.2 SMART analýza

Aby bylo dosaženo projektového cíle, je nutné rozdělit celý projekt do čtyř částí. Každá z těchto částí bude zaměřena na jinou část výroby voskových modelů a bude mít stanoven vlastní cíl. Rozdělení projektového cíle je zobrazeno v následující tabulce č. 17.

Tabulka 17 Definování cíle projektu metodou SMART (vlastní zpracování)

Cíl	Výroba voskových modelů	Výroba vyplavitelných jader	Výroba vtokových soustav	Pracoviště čištění VM
S (specific)	Zkrácení času stráveného výrobou náhradních dávek	Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry	Odstranění zbytečných pohybů a manipulací	Vytvoření metodiky pro normování pracoviště
M (measurable)	Zkrácení o 85%, tzn. měsíčně zabere výroba 7 hodin měsíčně	Přeprava zabere max. 3 hod. měsíčně	Zkrácení o 50 %, tj. manipulace zabere maximálně 28 hodin měsíčně	Ověření správnosti metodiky u 15 % aktivních výrobků.

Cíl	Výroba voskových modelů	Výroba vyplavitelných jader	Výroba vtokových soustav	Pracoviště čištění VM
A (accept)	Tento cíl byl odsouhlasen vedením výroby	Tento cíl byl odsouhlasen vedením výroby	Tento cíl byl odsouhlasen vedením výroby	Tento cíl byl odsouhlasen vedením výroby
R (realistic)	Odstranění plýtvání	Odstranění plýtvání	Odstranění plýtvání	Zpřesnění plánování výroby, zlepšení OTD, zlepšení hospodářských výsledků
T (timed)	Zavedení během 1Q 2020	Zavedení během 1Q 2020	Zavedení během 2Q 2020	Zavedení během 2Q 2020

8.3 SPIN analýza

Odůvodnění projektu SPIN analýzou:

S (situace) – výroba voskových modelů, vtokových soustav a vyplavitelných jader je první fází výrobního procesu. Prodlevy na tomto pracovišti silně ovlivňují celý výrobní proces a mohou být důvodem ke zpoždění dodávky zákazníkovi.

P (problém) – zbytečná manipulace, zbytečné pohyby, čekání, zásoby, hledání

I (implikace) – pokud nebude projekt realizován, bude dále docházet k plýtvání, které vede ke zvýšeným nákladům, případně až k nespokojenosti koncového zákazníka.

N (nutnost) – změna procesu uvolňování náhradních dávek do výroby, přesun pracovníce čištění voskových modelů, změna způsobu výroby vtokových soustav, změna způsobu skladování a převážení vtokových soustav, nastavení jednotného systému normování

8.4 Fáze projektu

Vzhledem ke své rozsáhlosti bude projekt rozdělen do čtyř fází podle jednotlivých cílů. Pak bude ještě přidána fáze zlepšení ergonomie na pracovišti výroby VM. V následujících podkapitolách jsou podrobněji rozebrány návrhy na řešení jednotlivých problémů.

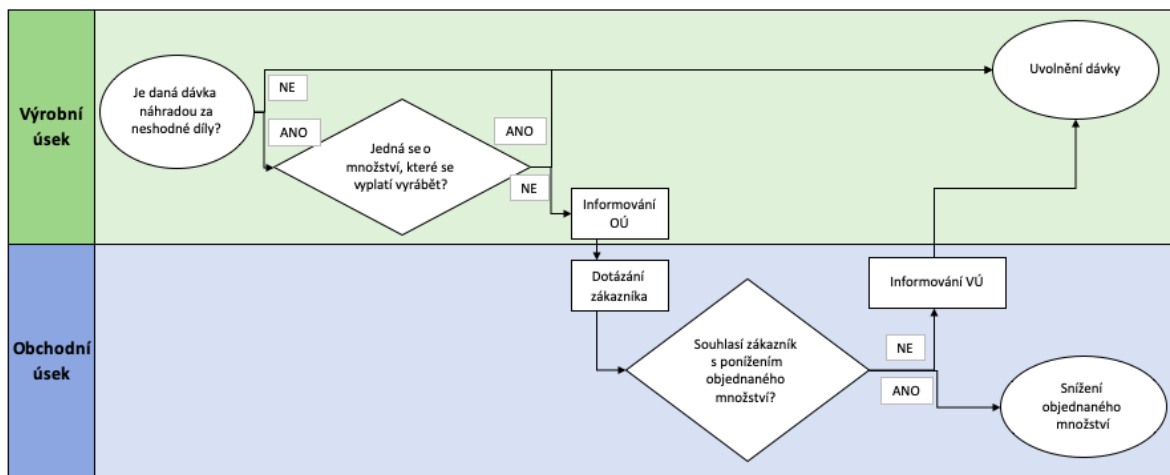
8.4.1 Odstranění výroby dávek nahrazující neshodné díly

Za kořenovou příčinu byl kapitole 7.1 označen chybějící proces schvalování automaticky uvolňovaných dávek v IS. Nastavení informačního systému je možné změnit a dávky mohly být uvolňovány manuálně. V tomto případě, by osoba, která dávky uvolňuje, mohla zvážit

nutnost uvolnění náhradních dávek a buď je uvolnit rovnou, nebo o této skutečnosti informovat obchodní úsek, který by se domluvil na dalším postupu se zákazníkem. Díky tomuto opatření, by mohl klesnout počet opravných dávek na minimum.

Z analýzy současného stavu vyplynulo, že průměrně vznikne týdně 9 dávek, které jsou náhradou za neshodné kusy a měly by být vpuštěny do výroby. Cílem je snížit čas nutný k výrobě náhradních na pracovištích výroby voskových modelů ze 13 hodin měsíčně na 7 hodin měsíčně. Vedlejším efektem této změny bude odstranění plýtvání na dalších pracovištích.

Aby bylo možné cíle dosáhnout, je nutné vymyslet proces pro uvolňování dávek do výroby. Návrh tohoto procesu je uveden na obrázku č. 17.



Obrázek 17 Návrh procesu uvolňování dávek do výroby (vlastní zpracování)

Dále je nutné určit osobu, která bude o uvolňování dávek rozhodovat. Na toto téma proběhl ve firmě brainstorming, z kterého vyplynulo, že o uvolnění dávek bude rozhodovat osoba, které plánuje výrobu, tj. výrobní ředitel.

Pro implementaci tohoto návrhu do praxe by bylo vhodné využít metodu PDCA, která patří do filozofie trvalého zlepšování, viz kapitola 1.1.1. V rámci této metody by pak měl být nejdříve spuštěn zkušební provoz s délkou 1 měsíce a následně by měla být vyhodnocena účinnost zavedeného opatření.

Přehled projektových činností dle metody PDCA je uveden v tabulce č. 18.

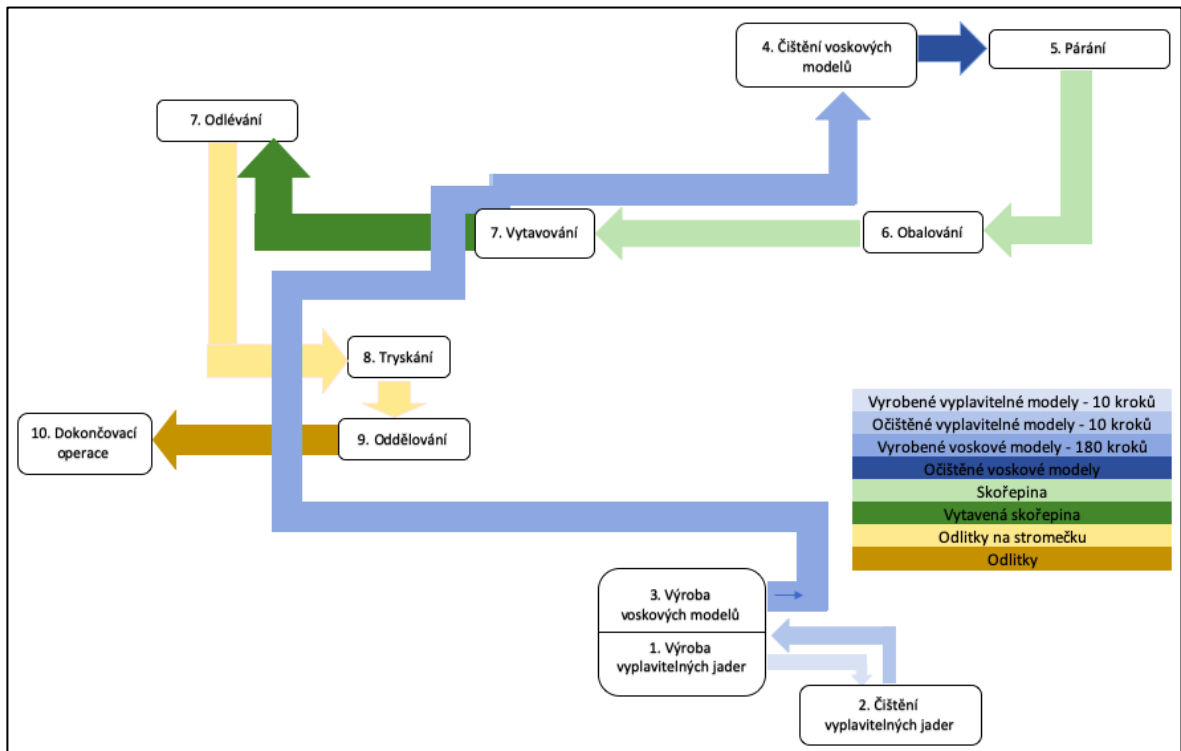
Tabulka 18 Přehled činností první fáze projektu (vlastní zpracování)

P	Schválení návrhu procesu uvolňování dávek do výroby
	Testování nastavení v IS
	Schválení délky zkušební doby
	Vytvoření seznamu osob, kteří budou na změnu proškoleni
D	Proškolení zainteresovaných pracovníků
	Spuštění zkušebního provozu
C	Vyhodnocení dosažených výsledků po uplynutí zkušební doby
A	Informování všech účastníků o dosažených výsledcích
	Hledání kořenových příčin případných odchylek skutečnosti od plánu, případně vytvoření upraveného návrhu procesu
	Standardizace procesu (vytvoření předpisu a procesní mapy)
	Seznámení všech zainteresovaných pracovníků se standardizovaným procesem

Výhodou výše uvedeného plánu je, že je v něm zohledněno vyhodnocení dosažených výsledků, tvorba nápravných opatření a standardizace procesu.

8.4.2 Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry

Aby bylo odstraněno plýtvání vzniklé převážením vyplavitelných jader k očištění do jiné haly, které bylo analyzováno v kapitole 7.2, měla by se jedna pracovnice z čištění voskových modelů přestěhovat natrvalo přímo k lisům. Firma s přesunem pracoviště výhledově počítala a už při stavbě nové haly tady vybudovala nové pracoviště čištění VM. Nyní by se na toto pracoviště natrvalo přesunula jedna pracovnice ze stávajícího pracoviště. Prioritně by zpracovávala vyrobená vyplavitelná jádra. Tím by se minimalizovala zbytečná manipulace s vyplavitelnými jádry. Mimo to by změna přinesla také zkrácení průběžné doby výroby dávky. Pokud by pracovnice neměla žádná vyplavitelná jádra ke zpracování, čistila by voskové modely z matečných forem a následně by je zavezla přímo na další pracoviště.



Obrázek 18 Nový způsob převozu vyplavitelných jader na očištění (vlastní zpracování)

Aby mohlo být toto opatření realizováno bude nutné v informačním systému založit nové pracoviště – čištění vyplavitelných jader. Zároveň pak bude nutné změnit toto pracoviště ve výrobním postupu u všech vyplavitelných jader.

Následující tabulka č. 19 zobrazuje přehled projektových činností. Pro návrh zavedení navrhovaného opatření do praxe byla využita metoda PDCA.

Tabulka 19 Přehled činností druhé fáze produktu (vlastní zpracování)

P	Vytvoření plánu pro změnu výrobních postupů u všech vyplavitelných jader (kdo změnu provede, jak přesně pracoviště měnit, apod).
	Vytipování pracovnice, která se na nové pracoviště přestěhuje
	Vytvoření seznamu osob, které musí být na změnu proškoleny
	Naplánování přesného místa, kde budou skladovány vozíky k očištění a vozíky s očištěnými modely
D	Vytvoření pracoviště čištění vyplavitelných jader v IS
	Úprava technologických postupů u všech vyplavitelných jader
	Přestěhování vybrané pracovnice
	Vytyčení přesného místa pro skladování neočištěných jader a místa pro skladování očištěných jader

	Přestěhování všech již přivezených jader z pracoviště čištění voskových modelů na pracoviště čištění vyplavitelných jader
	Školení všech zainteresovaných pracovníků
C	Ověření správnosti nastavení pracoviště a technologických postupů
	Ověření dodržování implementované podoby procesu
	Porovnání plánovaného stavu se skutečným stavem
	Vyhodnocení přínosů implementovaného opatření
A	Analýza odchylek skutečného stavu od plánovaného stavu
	Vymyšlení a realizace nápravných opatření
	Ověření funkčnosti realizovaných opatření
	Standardizace procesu
	Seznámení všech účastníků se standardizovanou podobou procesu

8.4.3 Odstranění zbytečné manipulace s vtokovými soustavami

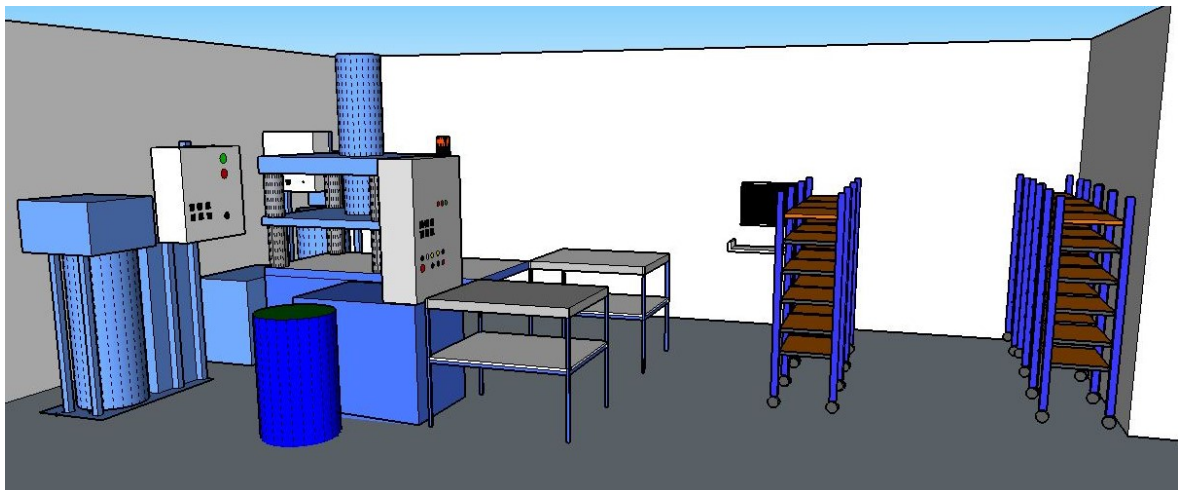
Při výrobě vtokových soustav dochází k plýtvání při výrobě vtokových soustav z ručních forem. V kapitole 7.3 bylo totiž zjištěno, že výroba vtokových soustav z přišroubovaných forem je několikanásobně rychlejší a zároveň ergonomicky vhodnější pro obsluhu lisu. Z toho vyplývá, že by bylo vhodné vyrobit ještě jednu přišroubovanou formu, ze které by se daly vyrábět další vtokové soustavy, které se nyní vyrábí z ručních forem. Vzhledem k tomu, že některé z vtokových soustav vyráběných z ručních forem se vyrábějí jen zřídka, nevyplatilo by se vyrábět více forem.

Dále bylo v kapitole 7.3 zjištěno, že v průběhu manipulace i zpracování vtokových soustav dochází k plýtvání kvůli nevhodnému skladování vtokových soustav (viz obrázek č. 19). Kvůli odstranění by bylo vhodné skladovat vyrobené vtokové soustavy v pojízdných vozících. Obsluha lisu by po vytažení vtokových soustav z formy ukládala vtokové soustavy přímo do vozíků.



*Obrázek 19 Současný způsob skladování
vtokových soustav (vlastní zpracování)*

Momentálně je u lisu, na kterém se vyrábí vtokové soustavy pevný regál a před ním jsou uskladněny bedny. Není zde tedy místo pro pojízdné regály na vtokové soustavy. Další obrázek č. 20 zobrazuje novou podobu pracoviště uzpůsobenou pro ukládání vtokových soustav přímo do pojízdných regálů.



Obrázek 20 Nový layout pracoviště výroby vtokových soustav (vlastní zpracování)

V novém uspořádání pracoviště byl odstraněn pevný regál a bedny na zemi. V místě, kde byl původně regál budou nyní umístěny prázdné vozíky na vtokové soustavy. Pracovník si pak k lisu přisune vozíky, do kterých bude aktuálně vyráběné vtokové soustavy ukládat. Do-

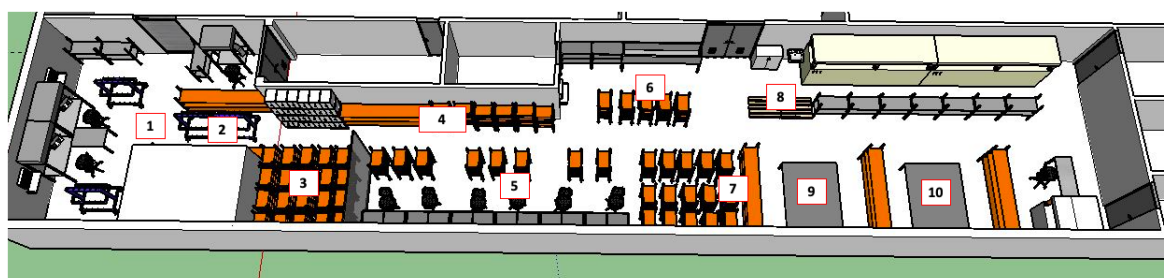
jde tím také ke zlepšení ergonomických podmínek pracoviště, protože pracovníci už nebudou vyrobené vtokové soustavy skládat a odebírat z beden položených na podlaze. Tímto krokem dojde k vyčištění pracoviště a rozšíření manipulačního prostoru.

Jakmile by obsluha lisu zaplnila celý vozík, převezla by ho rovnou na pracoviště příprava párání. Díky této změně by nebyly na pracoviště příprava párání převáženy pouze vtokové soustavy pro konkrétní zakázku (např. 20 ks), ale bylo by najednou převezeno větší množství kusů, čím dojde k významné úspoře, protože doposud byly přiváženy pouze vtokové soustavy pro konkrétní dávky. Následující tabulka č. 20 zobrazuje počty převážených kusů vtokových soustav vybraných 3 druhů vtokových soustav.

Tabulka 20 Počty kusů přepravovaných vtokových soustav jednotlivých druhů (vlastní zpracování)

Druh vtokové soustavy	Počet kusů přepravovaných na vozíku
Druh č. 1	70
Druh č. 2	105
Druh č. 3	72

Kvůli tomuto opatření by muselo dojít ke změně uspořádání na pracovištích příprava párání, párání a čištění voskových modelů, aby zde bylo možné vozíky uskladnit, protože při současném layoutu zde není pro další skupinu vozíků místo.



- | | |
|---|--|
| 1. Pracoviště párání | 6. Voskové modely k očištění |
| 2. Vozíky pro pracoviště párání | 7. Voskové modely k očištění |
| 3. Vozíky s očištěnými voskovými modely | 8. Palety s velkými formami |
| 4. Voskové modely k očištění | 9. Využívané pracoviště výroby voskových modelů |
| 5. Pracoviště čištění voskových modelů | 10. Nevyužívané pracoviště výroby voskových modelů |

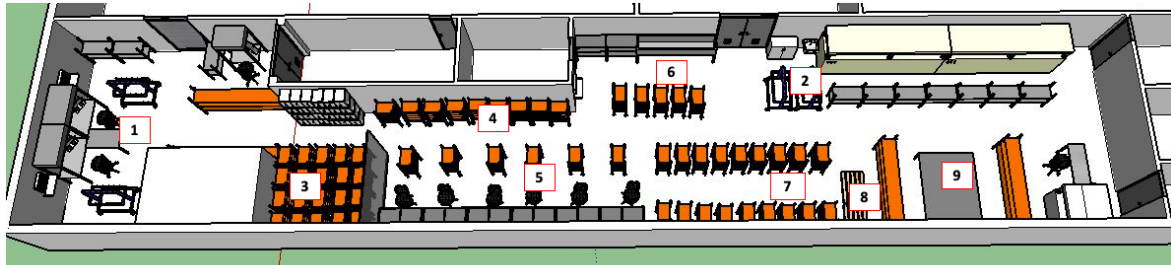
Obrázek 21 Současný layout pracovišť (vlastní zpracování)

Nevýhody současného uspořádání:

- U pracoviště příprava párání (1) není místo pro vozíky s vtokovými soustavami
- Připravené vozíky pro párání jsou umístěny v uličce (2)

- c) Na pracovištích výroby VM se v této hale vyrábí voskové modely původní technologií. Tu firma postupně ukončuje, takže je část pracovišť nevyužitá (10)

Aby bylo možné na pracoviště umístit vozíky s vtokovými soustavami, bude nutné změnit layout jednotlivých pracovišť. Návrh nového layoutu je znázorněn na obrázku č. 23.



- | | | |
|---|--|---|
| 1. Pracoviště páření | 4. Vozíky s vtokovými soustavami | 7. Voskové modely k očištění |
| 2. Vozíky pro pracoviště páření | 5. Pracoviště čištění voskových modelů | 8. Palety s velkými formami |
| 3. Vozíky s očištěnými voskovými modely | 6. Voskové modely k očištění | 9. Využívané pracoviště výroby voskových modelů |

Obrázek 22 Nový layout pracovišť (vlastní zpracování)

Podle návrhu výše by došlo k následujícím změnám:

- Nevyužitá prostora na pracovištích výroby voskových modelů budou odstraněny (v předchozím obrázku 10). Na toto místo bude přesunuto využívané pracoviště výroby voskových modelů (9) a palety s velkými formami (8).
- Nově vzniklé prostora budou využity pro skladování vozíku pro pracoviště páření (2) a bude rozšířeno místo pro vozíky s neočištěnými voskovými modely (7), kam se přesunou vozíky s neočištěnými modely z původního místa č. 4. Vozíky pro páření budou sice umístěny dále od pracoviště páření, ale zato už nebudou umístěny v uličce.
- Z částečně uvolněného místa č. 4 bude odstraněn pevný regál a na místě č. 4 budou nyní stát vozíky s vtokovými soustavami.

Přínosy změny layoutu:

- Využití dosud nevyužívaných prostorů
- Sníží se počet přeprav vtokových soustav
- Pracovníci přípravy páření vznikne denně časový prostor, který bude moci být využit například pomocí na vytížených pracovištích.

Přehled činností nutných k racionalizaci procesu je uveden v tabulce č. 21.

Tabulka 21 Přehled činností třetí fáze projektu (vlastní zpracování)

Výroba vtokových soustav	P	Návrh nové přišroubované formy (druhy a počty jednotlivých vtokových soustav)
		Kalkulace očekávané úspory
	D	Poptání formy u dodavatele – získání cenové nabídky
		Schválení nákupu formy
		Objednání formy
		Zkušební provoz
	C	Vyhodnocení dosažených úspor
	A	Nápravná opatření – změny v organizaci práce
		Standardizace procesu
	Ukládání a zpracování vtokových soustav	P
D		Vytvoření prototypu vozíku
		Testování prototypu (ukládání, manipulace s vozíkem, odbírání atd.)
		Vyčíslení potřebného počtu vozíků
		Poptání nových vozíků
		Schválení nákupu
		Objednání nových vozíků
		Odstranění pevných regálů u lisu
		Odstranění pevného regálu u čištění voskových modelů
		Úprava pracoviště výroby voskových modelů
		Označení prostoru pro skladování vozíků s vtokovými soustavami a prostoru pro parkování vozíků na párání
		Přeskládání vyrobených vtokových soustav do pojízdných vozíků
		Proškolení pracovníků
		Zkušební provoz
C		Vyhodnocení zkušebního provozu
A		Standardizace nového procesu

8.4.4 Zlepšení ergonomie na pracovišti výroby voskových modelů

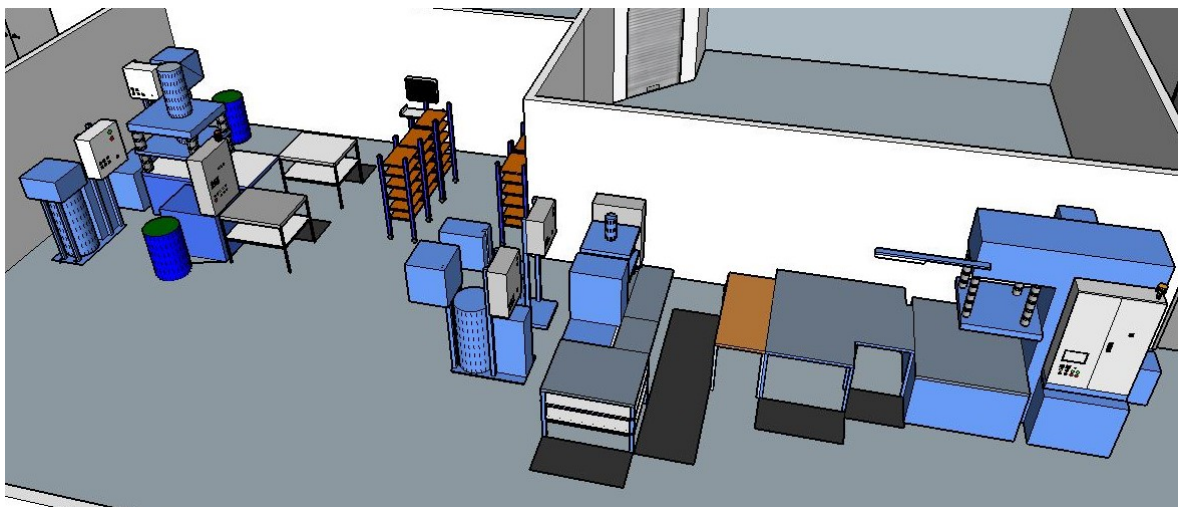
Ke zlepšení ergonomie dojde již ve fázi změny skladování vyrobených vtokových soustav – viz kapitola č. 8.4.3. Pracovníci už totiž nebudou muset vyrobené vtokové soustavy skládat do beden na zemi a pracovnice přípravy páření je nebude ze země odebírat. Ergonomické podmínky na pracovišti lze ale ještě zlepšit.

Jak bylo zjištěno v průběhu analýzy (viz kapitola 7.5), pracovníci u lisů celou pracovní směnu stojí, což negativně působí na jejich pohybový aparát. Z tohoto důvodu by bylo vhodné ke všem lisům nainstalovat protiúnavové rohože do míst, na kterých pracovníci stojí při rozdělování forem nebo ovládání lisu.



Obrázek 23 Protiúnavová rohož (Flomat)

Na obrázku č. 24 je jsou zobrazeny prostory, do kterých by bylo vhodné rohože umístit.



Obrázek 24 Náskres rozmístění protiúnavových rohoží (vlastní zpracování)

Na základě předběžného odhadu lze říci, že ke všem lisům by bylo potřeba 10 metrů rohoží, širokých cca 60 – 80 cm.

Požadavky na rohože a dodavatele:

- Musí být vhodné pro stání u strojů
- Povrch musí být protiskluzový a olejivzdorný
- Náběhová hrana po obvodu
- Musí být určeny pro volné položení
- Snadné omyvatelnost
- Možnost vyzkoušení vzorků

Dalšího zlepšení pracovních podmínek by bylo dosaženo nainstalováním kuličkových dopravníků do pracovních stolů všech lisů. Tyto dopravníky ulehčí pracovníkům přesun forem z lisu na pracovní plochu.



Obrázek 25 Kuličkový dopravník (LOGSYS)

Odhadované rozměry kuličkových dopravníků u jednotlivých lisů:

Lis č. 1 – 1500 x 400 mm

Lis č. 2 – 1500 x 200 mm

Lis č. 3 – 300 x 700 mm

Jednotlivé kroky výběru a nákupu protiúnavových rohoží:

1. Průzkum trhu
2. Výběr vhodných dodavatelů
3. Oslovení dodavatelů za účelem vyžádání cenových nabídek

4. Vyhodnocení zaslaných nabídek
5. Vyžádání vzorků od firmy s nejpříznivější nabídkou
6. Otestování vzorků
7. Schválení / zamítnutí nákupu
8. Nákup / opakování kroků č. 5 – 8 pro firmu s další nejpříznivější nabídkou
9. Instalace protiúnavových rohoží

Jednotlivé kroky výběru a nákupu kuličkových přepravníků:

1. Průzkum nabídky dodavatelů
2. Výběr vhodných dodavatelů
3. Oslovení dodavatelů za účelem vyžádání cenových nabídek
4. Vyhodnocení zaslaných nabídek
5. Objednání přepravníků
6. Instalace přepravníků

8.4.5 Vytvoření metodiky normování pro pracoviště čištění voskových modelů

V průběhu analýzy v kapitole 7.4 vyšlo najevo, že firma nemá jednotnou metodiku pro normování pracoviště čištění voskových modelů. Kvůli tomu neodpovídají normy nastavené v IS realitě. Tato skutečnost má několik důsledků:

- a) Není možné hodnotit výkon pracovníka
- b) Je zkresleno plánování výroby
- c) Není možné vyčíslit zásobník práce
- d) Může být špatně oceněn finální výrobek

Z těchto důvodů by bylo vhodné vymyslet nový způsob normování a postupně znormovat co nejvíce produktů. Pro normování by firma mohla zvolit buď přímé nebo nepřímé měření. Výhody a nevýhody obou metod zobrazuje následující tabulka č. 22.

Tabulka 22 Srovnání přímého a nepřímého měření práce (vlastní zpracování)

	PŘÍMÉ MĚŘENÍ	NEPŘÍMÉ MĚŘENÍ
VÝHODY	<ul style="list-style-type: none"> - Normující osoba vymyslí způsob stanovení normy a následně bude pouze sbírat data, které bude přepočítávat - Sběr dat může zajišťovat i méně kvalifikovaná, ale dobře proškolená osoba - Budou více zohledněny rozdíly v jednotlivých kusech v dávce, protože u 	<ul style="list-style-type: none"> - Nižší časová náročnost - Nižší mzdové náklady

	všech kusů se nemusí začíšťovat to samé	
NEVÝHODY	<ul style="list-style-type: none"> - Větší časová náročnost - Vyšší mzdové náklady 	<ul style="list-style-type: none"> - Vyšší nároky na znalosti normující osoby - Norma bude stanovena na základě vyhodnocení jednoho kusu, ale na každém kusu v dávce se můžou čistit jiné věci - Bude nutný nákup kamery

Při srovnávání obou metod vyšlo najevo, že vhodnějším způsobem sběru dat bude přímé měření práce. U každého kusu ve výrobní dávce totiž mohou být začíšťovány jiné „vady“. Hodně záleží na kvalitě voskového modelu, která může být ovlivněna zkušenostmi pracovníka výroby voskových modelů i kvalitou formy. Z tohoto důvodu firmou je preferováno přímé měření práce.

Ještě před zahájením všech činností spojených s normováním musí být pracovníci o normování informováni a musí jim být vysvětlen jeho účel. Normování bývá totiž pro pracovníky často nepříjemné, a proto by bylo vhodné už na začátku pracovníkům vysvětlit účel normování. Tímto by se firma alespoň pokusila o snížení negativních reakcí pracovníků.

Aby bylo možné vymyslet co nejvhodnější metodiku normování, bude nejdříve nutné provést snímek pracovního dne. Jeho přínosy jsou popsány v kapitole 1.2.1. Na základě tohoto snímku bude možné určit činnosti vykonávané na pracovišti a odstranit plýtvání. Následně bude možné určit činnosti, které jsou nezbytné pro zpracování dávky. Může se jednat o:

- Přijetí úkolu v IS
- Čtení technologického postupu
- Přivezení dávky
- Příprava plochy pro uložení očištěných kusů
- Příprava pracoviště
- Odvezení hotových kusů
- Odepsání dávky v IS
- Úklid pracoviště, atd.

Na základě snímku pracovního dne bude možné určit čas potřebný pro úkony nezbytné k vykonání úkolu. Ty by firma mohla zahrnout do norem buď formou přírážky k normě jednoho kusu, nebo formou času na dávku. Tento čas by se pak neměnil dle počtu zpracovávaných kusů.

Dále by norma měla zahrnout čas na odpočinek pracovníka (např. drobné protažení, hygienické potřeby, pití apod.). Tato přírážka by měla být stanovena s ohledem na fyzickou i psychickou náročnost vykonávané práce. Podrobnější popis řešené problematiky je uveden v kapitole 1.2.2.

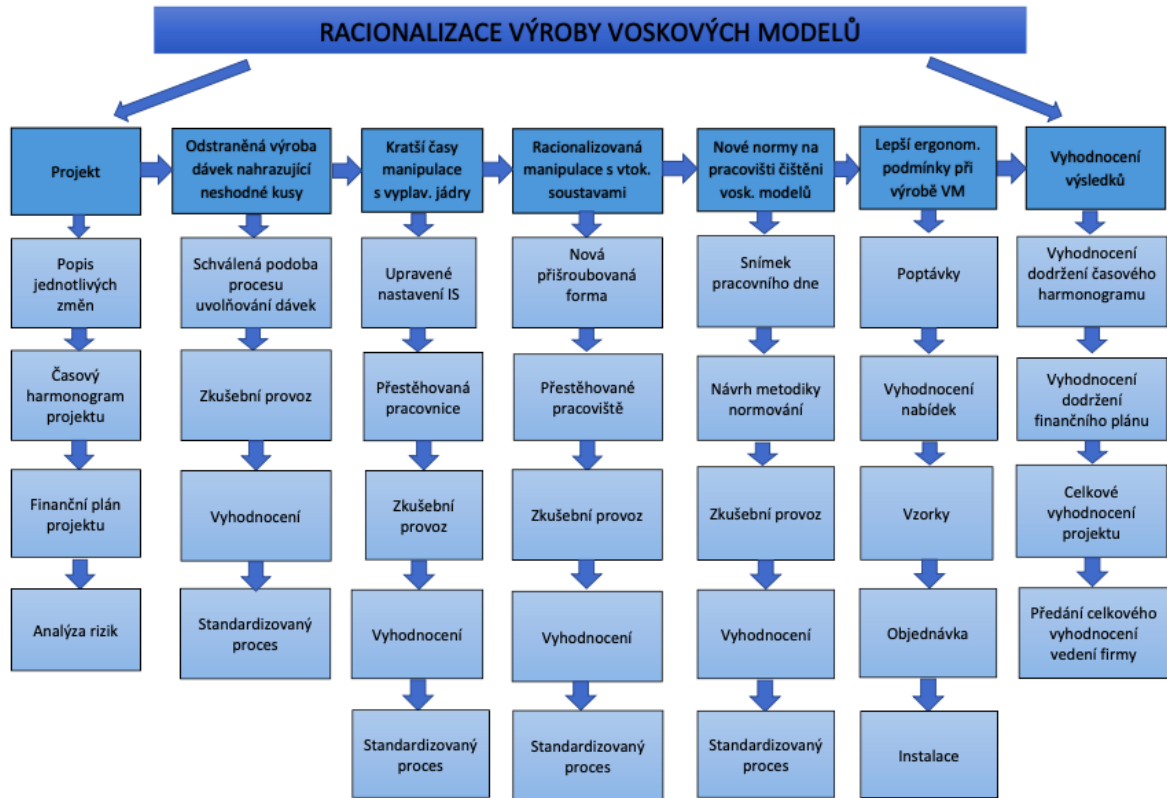
Po promyšlení těchto aspektů by bylo vhodné začít sbírat konkrétní data o délce trvání. Vždy by měla být stopována stanovená procentní část dávky. Naměřená data by měla být očištěna o výrazné odchylky a následně by byl stanoven průměr. Tento průměr by měl být přepočten na 100% výkon pracovníka. Tzn. norma stanovená dle slabších pracovníků by měla být snížena a naopak norma stanovená dle rychlejších pracovníků by měla být zvýšena. Zároveň by bylo vhodné data sbírat pomocí jednotného formuláře, do kterého by se vždy vypisovaly stejné údaje o normované dávce. Tyto formuláře by také měly být archivovány.

Tabulka 23 Přehled činností páté fáze projektu (vlastní zpracování)

P	Naplánování vytvoření snímku pracovního dne s mistrem výroby a příslušnými pracovníky
D	Vytvoření snímku pracovního dne na pracovišti čištění voskových modelů u dvou pracovníků
	Vyhodnocení snímku pracovního dne
	Rozhodnutí, zda budou činnosti nezbytné pro vykonání úkolu zahrnuty do normy formou přírážky, nebo budou připočítány jako čas na dávku
	Určení přírážky na odpočinek, hygienické potřeby apod.
	Určení procenta měřených kusů z dávky
	Pořízení stopek, podložky pro psaní
	Informování pracovníků o významu a způsobu normování
	Zkušební provoz normování
C	Zhodnocení vypočítaných norem mistrem výroby (ověření reálnosti)
	Zhodnocení metodiky
	Změny v metodice
	Vytvoření časového plánu pro normování všech dílů
A	Standardizace procesu

8.5 Work breakdown structure

Následující obrázek č. 26 zobrazuje hierarchické rozdělení činností projektu. Hlavní cíl projektu je zde rozčleněn na jednotlivé dílčí cíle.



Obrázek 26 Hierarchická struktura činností projektu (vlastní zpracování)

8.6 Časová analýza projektu

Časový plán projektu bude rozdělen do fází podle WBS.

Cíl	Úkol	Leden			Únor				Březen				Duben				Květen				Červen				Červenec					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Odstranění výroby dívek za neshodné díly	Schválení procesu a délky zkušební doby																													
	Školení zainteresovaných pracovníků																													
	Zkušební provoz																													
	Vyhodnocení a prezentace výsledků																													
	Nápravná opatření																													
Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry	Standardizace procesu a školení pracovníků																													
	Vytvoření plánu změny																													
	Změna nastavení informačního systému																													
	Přesun pracovníce																													
	Přízpůsobení pracoviště																													
	Školení pracovníků																													
	Zkušební provoz																													
	Vyhodnocení změny a prezentace výsledků																													
Nápravná opatření																														
Vytvoření metodiky pro normování pracoviště čistění voskových modelů	Standardizace procesu a školení pracovníků																													
	Snímek pracovního dne a jeho vyhodnocení																													
	Určení přírážek																													
	Školení pracovníků																													
	Zkušební provoz																													
	Zhodnocení norem mistrů																													
Odstranění zbytečné manipulace s vtokovými soustavami	Celkové zhodnocení a návrh dalšího postupu																													
	Standardizace procesu																													
	Poptání a objednání nové formy																													
	Výroba formy																													
	Vyhodnocení úspor																													
	Změny v organizaci práce																													
	Standardizace procesu																													
	Vytvoření a testování prototypu vozíku																													
	Nákup nových vozíků																													
	Úprava layoutu pracovišť																													
Nákup protiúnavových rohoží	Zkušební provoz																													
	Vyhodnocení a prezentace výsledků																													
	Standardizace procesu																													
	Průzkum trhu																													
	Výběr vhodných dodavatelů																													
	Oslouvení vybraných dodavatelů																													
	Vyhodnocení zaslanych nabídek																													
	Vyžádání vzorků																													
Nákup kuličkových dopravníků	Testování vzorků																													
	Schválení nákupu																													
	Nákup																													
	Instalace																													
	Průzkum trhu																													
	Výběr vhodných dodavatelů																													

Obrázek 27 Časová analýza projektu (vlastní zpracování)

8.7 Nákladová analýza projektu

V další fázi projektu je nutné stanovit náklady související s navrhovanými opatřeními. V nákladové analýze rozlišujeme 2 druhy nákladů:

- a) Mzdové náklady – náklady spojené s činností člověka za účelem dokončení určité projektové fáze (např. standardizace procesu, kterou provádí jeden člověk 2 hodiny). Všechny tyto náklady jsou počítány s hodinovou sazbou 250 Kč pro výrobní operátory a 400 Kč pro technickohospodářské pracovníky.
- b) Pořizovací náklady – náklady na pořízení konkrétní věci, příp. věci. Tyto náklady byli stanoveny buď na základě předchozích nákupů této věci společností, nebo odhadem, na základě nabídky firem na internetu.

Tabulka 24 Nákladová analýza projektu (vlastní zpracování)

Cíl	Náklad	Délka trvání(hod)	Počet osob	Částka bez DPH
Odstranění výroby dávek za neshodné díly	Tvorba návrhu procesu	2	1	800 Kč
	Schválení procesu	0,5	4	800 Kč
	Testování nastavení v IS	3	1	1 200 Kč
	Školení pracovníků	0,5	10	2 000 Kč
	Vyhodnocení výsledků	1	1	400 Kč
	Prezentace výsledků	0,5	12	2 400 Kč
	Standardizace procesu	2	1	800 Kč
	Celkem			
Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry	Vytvoření plánu změny	2	2	1 600 Kč
	Změna informačního systému	8	2	6 400 Kč
	Přesun pracovníce	0,5	2	325 Kč
	Přizpůsobení pracoviště	0,5	2	400 Kč
	Školení pracovníků	0,5	8	2 150 Kč
	Vyhodnocení výsledků	1	1	400 Kč
	Prezentace výsledků	0,5	6	1 200 Kč
	Standardizace procesu	1	1	400 Kč
Celkem				12 875 Kč
Vytvoření metodiky pro normování pracoviště čištění VM	2 snímky pracovního dne a jejich vyhodnocení	15	1	6 000 Kč
	Určení přírážek	4	1	1 600 Kč
	Školení pracovníků	0,5	8	1 200 Kč
	Zkušební provoz	112,5	1	45 000 Kč
	Zhodnocení norem mistrem	1	2	800 Kč
	Celkové zhodnocení a návrh dalšího postupu	5	1	2 000 Kč
	Standardizace procesu	3	1	1 200 Kč
	Celkem			
Odstranění zbytečné manipulace s vtokovými systémy	Poptání a objednání nové formy	/	/	80 000 Kč
	Nákup přepážek do prototypu vozíku	/	/	1 000 Kč
	Nákup 10 nových vozíků a přepážek	/	/	60 000 Kč
	Úprava pracoviště	8	4	8 000 Kč
	Vyhodnocení výsledků	2	1	800 Kč
	Prezentace výsledků	0,5	4	800 Kč
	Standardizace procesu	1	1	400 Kč
	Celkem			

Cíl	Náklad	Délka trvání(hod)	Počet osob	Částka bez DPH
Nákup protínávacích rohoží	Průzkum trhu	4	1	1 600 Kč
	Výběr vhodných dodavatelů	2	1	800 Kč
	Oslovení vybraných dodavatelů	1	1	400 Kč
	Vyhodnocení zaslaných nabídek	2	2	1 600 Kč
	Vyžádání vzorků	1	1	400 Kč
	Schválení nákupu	1	4	1600 Kč
	Nákup rohoží	/	/	20 000 Kč
	Instalace	1	1	250 Kč
	Celkem			
Nákup kuličkových dopravníků	Průzkum trhu	4	1	1 600 Kč
	Výběr vhodných dodavatelů	2	2	1 600 Kč
	Oslovení vybraných dodavatelů	2	1	800 Kč
	Vyhodnocení zaslaných nabídek	1	4	1 600 Kč
	Nákup dopravníků	/	/	60 000 Kč
	Instalace	8	2	4 000 Kč
	Celkem			
Celkové náklady				324 075 Kč

Do nákladové analýzy projektu nebyly zahrnuty náklady na analýzu procesu výroby voskových modelů. Pokud bychom je chtěli do nákladové analýzy zahrnout, zvýšila by se celková částka zhruba o 10 %, tj. o 32 408 Kč bez DPH. Celková finanční náročnost by tedy byla 356 483 Kč bez DPH.

8.8 Riziková analýza projektu

Analýza rizik projektu byla provedena pomocí metody RIPRAN. Tato metoda umožňuje definovat rizika, vyhodnotit je a definovat opatření. Kritéria hodnocení:

Pravděpodobnost hrozby a scénáře:

- Nízká: 0,01 – 0,33
- Střední: 0,34 – 0,66
- Vysoká: 0,67 – 0,99

Výsledná pravděpodobnost (kategorie):

- MP (malá pravděpodobnost): 0,01 – 0,33
- SP (střední pravděpodobnost): 0,34 – 0,66

- VP (vysoká pravděpodobnost): 0,67 – 0,99

V první části analýzy RIPRAN jsou definována jednotlivá rizika, scénáře a jejich pravděpodobnosti. Vynásobením těchto pravděpodobností je určena výsledná pravděpodobnost, na základě které, jsou jednotlivé rizika rozděleny do kategorií.

Tabulka 25 Analýza RIPRAN – 1. část (vlastní zpracování)

Poř. č.	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost hrozby (0-1)	Pravděpodobnost scénáře (0-1)	Výsledná pravděpodobnost (0-1)	Výsl. pravděpodobnost (kategor.)
1.	Neochota pracovníků	Nebude možné dlouhodobě udržet navrhované změny	0,5	0,8	0,4	SP
2.	Nedostatek času ředitele výroby na uvolňování nových dávek	Některá dávky budou do výroby uvolňovány pozdě, popř. na pracovišti bude málo práce	0,25	0,7	0,175	MP
3.	Nedodržení časového plánu projektu	Dojde ke zpoždění v jednotlivých fázích projektu	0,2	0,5	0,1	MP
4.	Vedení firmy neschválí náklady na nákup hmotných položek	Nebude možné realizovat některé cíle ve stanovených termínech	0,5	0,8	0,4	SP
5.	Nezájem vedení společnosti	Projekt nebude realizován	0,1	0,1	0,01	MP
6.	Překážky v implementaci navrhovaných opatření kvůli nedostatkům v analýze	Nebudou splněny projektové cíle	0,2	0,6	0,12	MP

V druhé části analýzy RIPRAN jsou pak vyhodnoceny dopady na projekt, hodnota rizika a následně opatření.

Tabulka 26 Analýza RIPRAN – 2. část (vlastní zpracování)

Poř. č.	Dopad (kategorie)	Hodnota rizika	Opatření
1.	SD	VHR	Průběžné informování pracovníků o chystaných změnách, pravidelné školení zaměstnanců
2.	SD	SHR	Určení zástupce, který bude v případě zaneprázdnění výrobního ředitele dávky uvolňovat
3.	SD	SHR	Realizace více fází projektu ve stejných týdnech tak, aby byl dohnán skluz
4.	VD	SHR	Důkladná prezentace přínosů vedení společnosti a pravidelné informování o průběhu projektu
5.	VD	VHR	Průběžné informování o průběhu projektu a o dosažených výsledcích
6.	SD	SHR	Průběžná tvorba operativních plánů za účelem dosažení projektových cílů

Na základě hodnocení rizik dle metody RIPRAN vyšlo najevo, že nejvýznamnější rizika jsou:

- Neochota pracovníků
- Nezájem vedení společnosti

V obou případech je jako opatření navrženo průběžné informování (zaměstnanců nebo vedení společnosti) o průběhu projektu a o dosažených výsledcích.

9 IMPLEMENTACE NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Z navrhovaných opatření už bylo realizováno buď částečně, nebo úplně:

- Odstranění výroby dávek nahrazující neshodné kusy
- Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry
- Vytvoření metodiky pro normování pracoviště čištění voskových modelů
- Odstranění zbytečné manipulace s vtokovými soustavami

Časový harmonogram realizace zobrazuje následující obrázek č. 28.

Úkol	2019				2020		
	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen
Zahájení projektu							
Definování cílů projektu							
Tvorba nápravných opatření							
Tvorba časového plánu, analýzy rizik, WBS							
Tvorba metodiky pro normování							
Odstranění výroby náhradních dávek							
Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry							
Racionalizace manipulace s vtokovými soustavami							

Obrázek 28 Časový harmonogram implementace navrhovaných opatření (vlastní zpracování)

Na začátku projektu probíhaly jednotlivé projektové fáze výrazně rychleji, než bylo původně plánováno. Podle plánu projektu (viz kapitola 8.1) měly být do konce roku 2019 hotovy analýzy a definovány cíle. Realizace nápravných opatření měla začít až v lednu 2020. Ve skutečnosti už ale byly v lednu realizovány 3 návrhy na zlepšení. Důvodem zrychlené realizace bylo brzké dosažení předpokládaných úspor.

9.1 Odstranění výroby dávek za neshodné kusy

Na konci září 2019 bylo rozhodnuto o implementaci navrhovaných opatření. Výrobní analytik otestoval nastavení IS a v listopadu 2019 se navrhované opatření implementovalo, tj. byl zahájen zkušební provoz a následně standardizován proces navržený v tomto projektu – viz kapitola 8.4.1. S výrobním ředitelem společnosti bylo domluveno, že zkušební doba bude 4 týdny. Dávky během ní uvolňoval do výroby výrobní ředitel a v případě jeho nepřítomnosti

jím zvolený zástupce. Na změnu procesu proškolil výrobní ředitel pracovníky obchodního oddělení, vedoucího výroby a výrobní mistry.

V průběhu zkušebního provozu byl evidován počet dávek uvolněných do výroby jako náhrada za neshodné kusy. Analýza je zobrazena v následující tabulce č. 27.

Tabulka 27 Analýza výroby náhradních dávek pro implementaci navrhovaných opatření (vlastní zpracování)

Pořadové číslo pozorovaného týdne	Počet dávek menších než 10 ks
1.	2
2.	0
3.	1
4.	1

Celková měsíční náročnost výroby náhradních dávek byla vypočítána stejně jako při analýze v kapitole 7.1 s tím, že ve sledovaném období byly vyrobeny 4 náhradní dávky.

Časová náročnost dodatečné výroby náhradních dávek:

Přivezení 4 forem – 60 minut

Doba výroby 20 kusů – 100 minut

Doba čištění 20 kusů – 40 minut

Manipulace - 4 dávky – 20 minut

Příprava párání 4 dávky – 60 minut

Odvezení 4 forem – 60 minut

Celková časová náročnost dodatečné výroby náhradních dávek byla ve sledovaném období 340 minut, tj. 5,7 hodin. Cílem bylo, aby časová náročnost klesla o 85 procent a průměrná doba výroby náhradních dávek byla měsíčně maximálně 7 hodin. Jelikož výroba náhradních dávek trvala ve sledovaném období 5,7 hodin, byl splněn projektový cíl. Z tohoto důvodu už nebyl navrhovaný proces nijak upravován. Zároveň byly dodrženy předpokládané náklady 8400 Kč, které byly stanoveny v kapitole 8.7.

Výrobní mistři i pracovníci navázející formy hodnotí změnu velmi kladně. Za hmotné přínosy uvádějí:

- Na pracoviště se již tak často nenaváží formy, které byly před pár dny odvezeny do skladu

- Uvolnili se skladovací prostory napříč celou firmou
- Výrobní mistři nemusí tak často popohánět výrobu náhradních dávek

V době odevzdání této práce je proces ve společnosti již standardizován.

9.2 Zkrácení času manipulace s vyplavitelnými jádry

Za účelem odstranění plýtvání byl v prosinci 2019 realizován návrh z tohoto projektu, který je uveden v kapitole 8.4.2. V informačním systému založil výrobní analytik (zároveň vedoucí diplomové práce) nové pracoviště, které nastavili výrobní analytik a technolog do technologických postupů všech vyplavitelných jader. Výrobní mistr zároveň určil pracovníci, která se následně natrvalo přestěhovala přímo k lisům. Výrobní mistr také určil, kde se budou na novém pracovišti ukládat modely k očištění a očištěné modely. Na tuto změnu proškolil pracovníky z výroby VM i určenou pracovníci čištění VM.

Po vytvoření pracoviště čištění vyplavitelných jader a trvalém přestěhování pracovnice čištění VM přímo k lisům bylo úplně odstraněno plýtvání vzniklé přepravou jader do jiné haly.

Na základě analýzy dosažených výsledků lze říci, že byl splněn projektový cíl určený v kapitole 8.2. Zároveň byly dodrženy plánované náklady ve výši 12 875 Kč.

Mezi další přínosy tohoto opatření lze jistě zařadit zvýšení skladovací kapacity na původním pracovišti čištění voskových modelů.

9.3 Vytvoření metodiky pro normování pracoviště čištění voskových modelů

V září a říjnu 2019 se uskutečnila fáze navrhování metodiky pro normování pracoviště čištění voskových modelů. Vzhledem k výhodám a nevýhodám přímých a nepřímých metod měření práce uvedených v kapitole 8.4.5 bylo rozhodnuto, že bude normování probíhat pomocí přímých metod měření práce. Reálný postup pro vytvoření metodiky se ale lišil oproti plánovanému postupu v kapitole 8.4.5. Podle něj měly být nejdříve sestaveny 2 snímky pracovního dne. Vzhledem k tomu, že na pracovišti bylo v době zahájení této fáze projektu 6 pracovníků, které sedí přímo vedle sebe, bylo od snímku pracovního dne upuštěno. Místo toho začal výrobní analytik se sbíráním časových norem (tj. čistých časů zpracování jednotlivých výrobků). Během toho měření, mohl pozorovat ostatní pracovníce, čímž získal data pro stanovení vzorce pro výpočet norem, který je založen na metodice uvedené v teoretické části práce – v kapitole 1.2.2. Před zahájením měření vysvětlil pracovnícům důvod normování a budoucí přínosy stanovených norem. Sbíráni dat i tvorbu norem měl a v době odevzdání této

práce stále má na starosti analytik výroby. V průběhu sbírání dat byly zaznamenány nejasnosti pracovníků ohledně účelu normování. Znovu jim ho proto vysvětlil analytik výroby spolu s mistrem výroby. Později bylo ještě přidáno informační sdělení na nástěnku, ve kterém byl účel normování znovu vysvětlen.

Vzhledem k velké časové náročnosti sbírání norem bylo rozhodnuto, že výrobní analytik nebude normy sbírat sám, ale bude na tuto činnost přijat brigádník – normovač. Ten byl řádně proškolen. Výrobní analytik ještě vytvořil formulář, do kterého normovač zapisuje nasbírané údaje a ty pak výrobní analytik zpracovává.

Kód:	
Datum:	
Stopující:	
Pracoviště:	Čištění voskových modelů
Dávka:	
Počet kusů v dávce:	
Poř. č.	Čas
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

Obrázek 29 Vzor formuláře pro normování (interní materiály společnosti)

Na základě pozorování byla stanovena přírážka na činnosti nezbytné ke zpracování dávky (např. čtení technologického postupu) a přírážka na hygienické potřeby. Z kapitoly 5.2 vyplývá, že firma za poslední 3 roky vyrobila ročně průměrně 589 typů výrobků. V cíli této části projektu bylo stanoveno, že nové normy mají být ověřeny u 15 % výrobků. Z toho vychází, že bylo nutné stanovit 89 norem, aby byla metodika ověřena. Jakmile byly stanoveny normy pro požadovaný počet výrobků, vypočítal výrobní analytik dosažený denní výkon (tzn. procento plnění norem) jednotlivých pracovníků. Tyto výsledky konzultoval s výrobním ředitelem, vedoucím provozu a mistrem výroby, který měl za úkol vytvořit si ve

stejném období vlastní procentní hodnocení podle jeho znalostí a zkušeností. V okamžiku tohoto ověření byly normy odsouhlaseny jako správné, čímž byl splněn projektový cíl. O novém způsobu normování bylo informováno vedení společnosti. Na základě toho byl zahájen navazující projekt – „Normování ve společnosti Alucast“, ve kterém už bylo normování rozšířeno i na další pracoviště. Byly tak využity poznatky a zkušenosti získané při tvorbě metodiky na pracovišti čištění voskových modelů. V době odevzdání této práce je vytvořena metodika pro normování pracovišť – výroba voskových modelů, čištění voskových modelů, páráni, kalibrace.

Projektový cíl byl splněn, nicméně celkové náklady na projekt se značně liší oproti plánovaným, protože čas potřebný k posbírání požadovaného počtu norem bylo 2x delší, než se původně plánovalo a lišily se i činnosti prováděné v rámci projektu.

Tabulka 28 Skutečné náklady na realizaci 3. fáze projektu (vlastní zpracování)

Činnost	Časová náročnost	Počet osob	Náklady celkem
Sbírání dat u požadovaného počtu výrobků včetně stanovení norem	225 hodin	1	63 750 Kč
1.Školení pracovníků	0,25 hodin	7	475 Kč
2.Školení pracovníků	0,25 hodin	8	575 Kč
Tvorba inf. letáku	1 hodina	1	400 Kč
Školení normovače	1 hodina	2	650 Kč
Tvorba metodiky	16 hodin	1	6 400 Kč
Ověření metodiky	4 hodiny	1	1 600 Kč
Hodnocení metodiky	1 hodina	4	1 600 Kč
Schůzka s vedením firmy	0,5 hodin	4	800 Kč
Celkem			76 250 Kč

Celková náklady na tuto fázi projektu (viz kapitola 8.7) byly původně plánovány na 57 800 Kč. Reálné náklady ale dosáhly výše 76 250 Kč, což bylo způsobené tím, že k posbírání potřebného počtu norem bylo potřeba téměř dvojnásobek času, než bylo původně plánováno.

Tyto náklady ale plně vyvažují přínosy, které nová metodika firmě přináší. Jedná se zejména o:

- Přesnější plánování výroby
- Zvýšení OTD
- Zvýšení spokojenosti zákazníků
- Možnost hodnocení výkonu pracovníků

9.4 Odstranění zbytečné manipulace s vtokovými soustavami

Tato část projektu byla zatím realizována pouze částečně. V únoru 2020 vytvořili ředitel výroby spolu s vedoucím provozu prototyp vozíku pro usnadnění manipulace s vtokovými soustavami.



*Obrázek 30 Prototyp vozíku (interní materi-
ály společnosti)*

Výroba prototypu vozíku stála 1000 Kč bez DPH, jak bylo původně plánováno.

V březnu 2020 proběhlo stěhování pracovišť podle layoutu navrženého v kapitole 8.4.3, obrázek 22. Stěhování naplánoval vedoucí provozu a mistr výroby, přičemž samotné stěhování prováděli pracovníci údržby. Na dalším obrázku č. 31 je zachycena změna způsobu parkování vozíků pro pracoviště páření.



Obrázek 31 Změna způsob parkování vozíků (interní materiály společnosti)

Protože zatím nebyly realizovány všechny navrhovaná opatření, není zatím možné vyhodnotit dosažení stanoveného cíle.

10 SHRNUÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI A DALŠÍ DOPORUČENÍ

V úvodu praktické části byla představena společnost Alucast, s.r.o. i technologie přesného lití metodou vytavitelného modelu, kterou se společnost zabývá. Dále byly podrobně popsány stroje, nástroje a organizace práce při výrobě a zpracování voskových modelů. Cílem práce bylo snížit plýtvání při výrobě voskových modelů o 10 %. V průběhu analýzy vyšlo najevo, že dochází měsíčně k plýtvání ve výši 288,75 hodin. Zjištěné plýtvání je zároveň kořenovou příčinou plýtvání v dalších fázích výrobního procesu. Aby byl splněn projektový cíl, mělo by měsíční plýtvání klesnout o 28 hodin.

Prvním problémem zjištěným v rámci analýzy byla automatická výroba dávek nahrazujících neshodné kusy vyřazené v jiných fázích výroby. Na zkoumaných pracovištích díky tomu dochází k plýtvání v rozsahu 46,75 hodin měsíčně (tj. 6,2 směn). Pomocí brainstormingu bylo následně zjištěno, že se jedná o kořenovou příčinu plýtvání na dalších pracovištích. Kvalifikovaným odhadem lze říci, že celkové plýtvání může být až čtyřnásobně vyšší. Metodou 5x proč byla stanovená kořenová příčina problému, tj. chybějící proces uvolňování náhradních dávek do výroby. V projektu bylo následně stanoveno, že výroba náhradních dávek na těchto pracovištích musí měsíčně zabrat maximálně 7 hodin. Byl kvůli tomu navržen proces uvolňování dávky, který měl být implementován pomocí metody PDCA. Změna měla být implementována v únoru a v lednu 2020, přičemž předpokládané náklady měly dosahovat 7200 Kč. Změny byly nakonec implementovány již v listopadu 2019 kvůli úsporám, které měly přinést. Implementace probíhala podle plánovaného harmonogramu a podíleli se na ní výrobní analytik a výrobní ředitel. Po implementaci bylo ověřeno, zda bylo dosaženo projektového cíle. Ve sledovaném období zabrala výroba dávek pouze 5,7 hodin, čímž došlo ke splnění stanoveného cíle. Zároveň byly dodrženy předpokládané náklady a proces byl standardizován.

Druhým zjištěným problémem bylo převážení vyplavitelných jader k očištění do jiné haly a následný transport zpět kvůli dalšímu zpracování. Během něho docházelo k několika násobnému křížení materiálového toku, což bylo znázorněno pomocí Sankey diagramu. Samotný transport způsoboval plýtvání 8 hodin měsíčně. Projektovým cílem bylo snížit dobu přeprava na maximálně 3 hodiny měsíčně. Aby bylo minimalizováno zjištěné plýtvání, bylo navrženo přesunutí jedné pracovnice přímo k lisům, kde by čistila prioritně vyplavitelná jádra. Návrh implementace byl sestaven pomocí metody PDCA a podle původního plánu měla implemen-

tace proběhnout v únoru a březnu 2020. Kvůli nízké náročnosti proběhla změna už v prosinci 2019. Plánované náklady 12 875 Kč byly dodrženy. Díky zavedenému opatření klesla měsíční doba přepravy na 1 hodinu za měsíc. Tím došlo k naplnění projektového cíle.

Třetím zjištěným nedostatkem bylo plýtvání spojené s výrobou a zpracováním vtokových soustav. Bylo zjištěno, že lis č. 3 vyrábí průměrně 87 % směn v měsíci vtokové soustavy a pouze 13 % směn se věnuje výrobě voskových modelů. Na základě snímků z části pracovních směn bylo zjištěno, že výroba vtokových soustav z ručních forem je o 2,6 minuty/ks pomalejší, než z pevných forem. Díky tomu dochází k plýtvání až 13 hodin měsíčně. Jelikož byl ale údaj o počtu vyrobených vtokových soustav za měsíc stanoven kvalifikovaným odhadem, může být reálné plýtvání až dvojnásobné. Aby bylo možné toto plýtvání snížit, bylo v rámci projektu navrženo, aby byla pro nejčastěji vyráběné vtokové soustavy z ručních forem vyrobena další přišroubovaná forma. Tím by se snížilo procento využití kapacity lisu pro vtokové soustavy a lis by mohl být více využíván pro výrobu voskových modelů.

V rámci tohoto bodu bylo ještě zjištěno plýtvání kvůli opakované manipulaci s vtokovými soustavami během skladování a jejich nevhodnému transportu na další pracoviště. Celkové plýtvání bylo vyčísleno na 43 hodin za měsíc. Nevhodný transport navíc tvoří 38 % doby trvání úkoly na pracovišti příprava párání, takže jeho odstranění by významně zvýšilo výkon pracoviště. Tato přeprava byla v analytické části znázorněna pomocí špagetového diagramu. Aby bylo odstraněno plýtvání, bylo navrženo vytvoření nového vozíku pro přepravu vtokových soustav a změna layoutu u lisů i u pracoviště příprava párání. Podle časového harmonogramu projektu měla změna proběhnout v květnu/červnu 2020 a celkové náklady měly být ve výši 151 000 Kč. V únoru – březnu 2020 byl vymyšlen nový vozík pro převážení vtokových soustav a došlo ke změně uspořádání u pracoviště příprava párání. Další změny zatím neproběhly.

Dalším zjištěným plýtváním byly nevhodně stanovené normy výkonu na pracovišti čištění voskových modelů. Na základě analýzy za pomoci základních nástrojů kvality bylo zjištěno, že pouze 10 % ověřených norem je stanoveno tak, že čas trvání činnosti je navýšen o přírážku na odpočinek a činnosti spojené s úkolem. To může mít vliv na plánování výroby, OTD, hodnocení výkonu pracovníka, nebo cenu finálního výrobku. Celkové plýtvání tedy může dosahovat až 178 hodin za měsíc. Cílem projektu proto bylo navrhnout novou metodiku normování, která bude ověřena u 15 % aktivních dílů. V projektu pak byly rozepsány výhody přímého a nepřímého měření práce a byl sestaven plán projektu. Předpokládané náklady dosahovaly výše 57 800 Kč a tato fáze projektu měla být implementována v březnu – dubnu

2020. Vzhledem ke své závažnosti ale byla implementována už v září a říjnu 2019. Časy práce byly sbírány pomocí přímého měření práce. Implementace navrhovaného opatření ne probíhala podle stanoveného plánu kvůli urychlení. Během září a října 2019 byly sesbírány data pro stanovení norem u 15 % aktivních dílů. Následně byl na základě norem vypočítán výkon jednotlivých pracovníků, který byl konzultován s mistrem výroby, vedoucím provozu a výrobním ředitelem. Nová metodika byla označena za správnou, čímž byl splněn projektový cíl. Následně byl ve firmě zahájen nový projekt, který je zaměřený na normování dalších pracovišť. Bohužel ale nebyly dodrženy předpokládané náklady na projekt, protože posbírání dat pro stanovení potřebného počtu norem trvalo téměř dvojnásobek předpokládaného času. Skutečné náklady nakonec dosáhly výše 76 250 Kč.

Posledním námětem na zlepšení byla ergonomie při výrobě voskových modelů. Byly zjištěny dvě oblasti, ve kterých lze ergonomii zlepšit. První z nich je celodenní stání u lisů a druhou pak přetahování forem z lisů na pracovní stůl vlastní silou. V rámci projektu bylo doporučeno pořízení protiúnarových rohoží do míst, kde pracovníci nejčastěji stojí a instalace kuličkových přepravníků do pracovních stolů u lisů. Realizace byla naplánována na červen/červenec 2020 a předpokládané náklady byly vyčísleny na 91 200 Kč.

Celkové zhodnocení navrhovaných opatření obsahuje následující tabulka č. 29.

Tabulka 29 Závěrečné zhodnocení navrhovaných opatření (vlastní zpracování)

Návrh	Současné plýtvání (v hod.)	Cílové plýtvání (v hod.)	Přínosy / Bariéry	Celkové náklady bez DPH
Manuální uvolňování dávek	46,75	7	Přínosy: * snížení času stráveného výrobou náhradních dávek o 80% * snížení celkové hodnoty rozpracované výroby * zvýšení přehlednosti pracovišť * racionálnější navázení forem * zkrácení průběžné doby výroby ostatních dávek Bariéry: * neochota pracovníků ke změnám	8 400 Kč
Nové pracoviště čištění VJ	8	3	Přínosy: * zkrácení časů manipulace s VJ o 60% Bariéry: * neochota pracovníků ke změnám	12 875 Kč

Návrh	Současné plýtvání (v hod.)	Cílové plýtvání (v hod.)	Přínosy / Bariéry	Celkové náklady bez DPH
Metodika pro normování čištění VM	178	155	Přínosy: * Přesnější plánování výroby * Zvýšení OTD * Zvýšení spokojenosti zákazníků * Možnost hodnocení výkonu pracovníků Bariéry: * Obavy pracovníků z normování * Velká časová náročnost pro normující osobu * Nebude možné najít vhodného normovače	57 800 Kč
Výroba vtokových soustav z pevných forem	46	28	Přínosy: * Uvolnění kapacity lisu * Úspora času pracovníka * Zvýšení přehlednosti pracovišť Bariéry: * Finanční náročnost * Neochota pracovníků ke změnám	151 000 Kč
Nový způsob přepravy vtokových soustav				
Protiúnavové rohože			Přínosy: * Zlepšení ergonomických podmínek pracoviště * Zvýšení spokojenosti pracovníků Bariéry: * Neochota pracovníků ke změnám	24 400 Kč
Kuličkové dopravníky			Přínosy: * Zlepšení ergonomických podmínek pracoviště * Zvýšení spokojenosti pracovníků Bariéry: * Finanční náročnost * Náročnost instalace	69 600 Kč
Celkem	278,75	193		324 075 Kč

V oblasti normování nebylo cílové plýtvání nastaveno na 0 hodin, protože byl v rámci projektu vykonán teprve první cyklus metody PDCA. Aby bylo plýtvání i jeho důsledky odstraněno, je nutné dále pokračovat ve zkoumání současného stavu i zlepšování metodiky pomocí metody PDCA. I v ostatních oblastech by bylo vhodné periodicky kontrolovat dodržování nastavených standardů a dále je rozvíjet, například formou miniauditů. Zároveň by bylo vhodné pokračovat v hledání plýtvání i v dalších fázích výrobního procesu. Vhodné nástroje může poskytnout například filozofie kaizen, která byla představena v kapitole 1.1.1.

ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na racionalizaci výroby voskových modelů ve firmě Alucast s.r.o. Záměrně byl vybrán proces výroby voskových modelů, protože se jedná o první část výrobního procesu a navržená opatření budou tedy sloužit jako základ pro další zlepšování.

Teoretická část práce shrnuje základní teoretické informace o výrobě a jejím plánování a řízení. Dále je pak vysvětlena problematika normování a ergonomie pracovišť. Správně nastavené výkonové normy jsou totiž základním předpokladem pro sestavení reálného plánu výroby. Naopak správné ergonomické podmínky pracovišť pomáhají zaměstnancům dlouhodobě dosahovat požadovaných výkonů. Dále je v teoretické části rozebráno plýtvání, ke kterému ve výrobě dochází. Nakonec jsou představeny vybrané metody průmyslového inženýrství pro identifikaci, analýzu a odstranění plýtvání.

Praktická část práce pak začíná představením společnosti Alucast, s.r.o. a technologie přesného lití metodou vytavitelného modelu, kterou se společnost zabývá. Následuje analýza procesu výroby voskových modelů včetně rozboru zjištěného plýtvání. Na základě výsledků analýzy byl sestaven projekt za účelem odstranění zjištěného plýtvání dle požadovaných kritérií. Součástí projektu je popis navrhovaných opatření, WBS, časový harmonogram, nákladová analýza a analýza rizik. Jelikož se před odevzdáním této práce podařilo část návrhů implementovat do praxe, je v závěru praktické části uvedeno zhodnocení prozatím dosažených výsledků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DOMBROSKI, Stephen a Lukáš DOLNÍČEK, *Štíhlé principy a procesně orientovaná výroba*. SystemOnLine [online]. 30.9.2013 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/stihle-principy-a-procesne-orientovana-vyroba.htm>

DLABAČ, Jaroslav, *Analýza a měření práce*. API Academy of Productivity an Innovations [online]. 29.10.2015 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DLABAČ, Jaroslav, *Ergonomie a pohybová ekonomie*. API Academy od Productivity and Innovations [online]. 19.7.2017 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25855n-ergonomie-a-pohybova-ekonomie>

DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA, *Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku*. API Academy of Productivity and Innovations [online]. 29.10.2015 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku>

FLOMAT [online], [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.flomat.cz/cerna-gumova-protiunavova-prumyslova-rohoz-skystep-delka-60-cm-sirka-90-cm-a-vyska-1-3-cm/#&gid=1&pid=>

FORD, Henry, [online]. [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://citaty.net/citaty/20531-henry-ford-vetsina-lidi-ztraci-cas-a-energii-mluvenim-o-probl/>

What is a Sankey diagram? [online]. ifu Hamburg [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.ifu.com/en/e-sankey/sankey-diagram/>

Interní materiály společnosti Alucast, s.r.o.

JACOBS, F. Robert et al., 2018. *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*. 2. vydání. USA: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-260-10838-5.

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 176 s. ISBN 978-80-261-0800-9.

JUROVÁ, Marie a kolektiv, 2016. *Výrobní a logistické systémy v podnikání* [online]. Praha: Grada Publishing [cit. 2020-04-22]. ISBN 978-80-247-5717. Dostupné z: <https://www.bo-okport.cz/e-kniha/vyrobní-a-logisticke-procesy-v-podnikani-171130/#>

KOŠTURIÁK, Ján et al., 2010. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2349-2.

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. ISBN 80-7358-095-5.

LIKER, Jeffrey K., 2007. *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.

LINHARTOVÁ, Lucie, *Znáte pojem ergonomie pracoviště a víte, proč je tak důležitý?* [online]. 28.9.2019 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.deliving.cz/ergonomie-pracoviste/>

LOGSYS [online], [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.logsys.cz/cs/kulickove-stoly>

MANN, David, 2015. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. 3. vydání. Broken Sound Parkway NW, Suite 300: Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4822-4323-9.

MILLER, Jon, Mike WROBLEWSKI a Jaime VILLAFUERTE, 2017. *Kultura Kaizen: Změňte pohled na svůj business a dosáhněte průlomových výsledků*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0618-8.

NĚMEC, Milan, Jan SUCHÁNEK a Jan ŠANOVEC, 2016. *Základy strojírenské technologie I*. 3. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-06056-8.

NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ, 2007. *Racionalizace výroby*. In: <http://projekty.fs.vsb.cz> [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská Technická univerzita [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/attachments/421/Racionalizace_vyroby.pdf

O teorii omezení [online], Goldratt CZ [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <http://www.goldratt.cz/teorie-omezeni/o-teorii-omezeni>

PAVELKA, Marcel, *Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání*. API Academy of Productivity and Innovations [online]. 29.10.2015 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>

RAI, Rahul, *Differences between push and pull manufacturing*. Lean Enterprises Blog [online]. 30.6.2008 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <http://leanenterprises.blogspot.com/2008/06/differences-between-push-and-pull.html>

REICHERT, Daniel, Claudio CITO a Ivan BARJASIC. 2018. *Lean & Green: best practice: wie sich Ressourceneffizienz in der Industrie steigern lässt*. Wiesbaden: Springer Gabler, 141 s. ISBN 9783658216856.

ROSER, Christoph, *Muda, Mura, Muri: The Three Evils of Manufacturing*. All About Lean [online]. 21.4.2015 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/muda-mura-muri/>

ROSER, Christoph, *What Is "Just in Time"?*. AllAboutLean [online]. 21.6.2016 [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/what-is-just-in-time/>

ROSER, Christoph, *Why Pull Is So Great!* AllAboutLean.com [online]. 9.6.2015 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/why-pull-is-great/>

ROTHER, Mike, 2017. *TOYOTA KATA, Systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2.

SERRAT, Olivier, *The Five Whys Technique* [online]. 30.2.2009 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27641/five-whys-technique.pdf>

SKŘEHOT, Petr a kol., *Praktické aspekty ergonomie pracovišť*. BOZPinfo.cz [online]. 9.5.2013 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/prakticke-aspekty-ergonomie-pracovist>

STŘELEČEK, Jiří, *7 nástrojů kvality*. Vlastnicestacz [online]. 23.4.2012 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/7-nastroju-kvality/>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu* [online]. Praha: Grada Publishing [cit. 2020-04-22]. ISBN 978-80-247-1479-0. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/rizeni-vyroby-a-nakupu-171238/#>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby* [online]. Praha: Grada Publishing [cit. 2020-04-22]. ISBN 978-80-247-4486-5. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/integrované-řízení-vyroby-171133/#>

Toyota Production System [online], Toyota [cit. 2020-04-28]. Dostupné z: <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>

VÍTEK, Václav, *Kanban: Tahový systém řízení výroby*. Svět produktivity [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>

VLACH, Mira, Projektové řízení [online]. 17.1.2007 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://navolnenoze.cz/blog/projektove-řízení/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

VHR	Vysoká hodnota rizika
SHR	Střední hodnota rizika
SD	Střední dopad
VD	Vysoký dopad
WBS	Work breakdown structure
IS	Informační systém
TP	Technologický postup
VM	Voskové modely
VJ	Vyplavitelná jádra

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Schéma výrobního procesu.....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 2 Troj – imperativ plánování výroby</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 3 Systém výroby firmy Toyota</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 4 Fáze ergonomických projektů (vlastní zpracování dle Dlabáče, 2017)</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 5 Rozdělení činností v procesu</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 6 Hliníkový odlitek (interní materiály společnosti)</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 7 Postup výroby hliníkových odlitků metodou vytavitelného modelu (vlastní zpracování podle interních materiálů společnosti)</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 8 Schéma výroby a zpracování vtokových soustav.....</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 9 Ishikawa diagram (vlastní zpracování)</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 10 Sankey diagram materiálového toku (vlastní zpracování)</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 11 Manipulace s vtokovými soustavami</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 12 Způsob převážení vtokových soustav (interní materiály společnosti)</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 13 Spaghetti diagram jednoho přivezení vtokových soustav (vlastní zpracování)</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 14 Porovnání naměřených časů a nastavených norem (vlastní zpracování podle informací z IS společnosti)</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 15 Procentní podíl naměřeného času v nastavené normě (vlastní zpracování podle informací z IS společnosti)</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 16 Analýza stanovených norem (vlastní zpracování)</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 17 Návrh procesu uvolňování dávek do výroby (vlastní zpracování)</i>	<i>64</i>
<i>Obrázek 18 Nový způsob převozu vyplavitelných jader na očištění (vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Obrázek 19 Současný způsob skladování vtokových soustav (vlastní zpracování)</i>	<i>68</i>
<i>Obrázek 20 Nový layout pracoviště výroby vtokových soustav (vlastní zpracování) .</i>	<i>68</i>
<i>Obrázek 21 Současný layout pracovišť (vlastní zpracování)</i>	<i>69</i>
<i>Obrázek 22 Nový layout pracovišť (vlastní zpracování)</i>	<i>70</i>
<i>Obrázek 23 Protiúnavová rohož (Flomat)</i>	<i>72</i>
<i>Obrázek 24 Nákras rozmístění protiúnavových rohoží (vlastní zpracování).....</i>	<i>72</i>
<i>Obrázek 25 Kuličkový dopravník (LOGSYS)</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 26 Hierarchická struktura činností projektu (vlastní zpracování).....</i>	<i>77</i>
<i>Obrázek 27 Časová analýza projektu (vlastní zpracování)</i>	<i>78</i>

<i>Obrázek 28 Časový harmonogram implementace navrhovaných opatření (vlastní zpracování)</i>	<i>83</i>
<i>Obrázek 29 Vzor formuláře pro normování (interní materiály společnosti)</i>	<i>86</i>
<i>Obrázek 30 Prototyp vozíku (interní materiály společnosti)</i>	<i>88</i>
<i>Obrázek 31 Změna způsob parkování vozíků (interní materiály společnosti)</i>	<i>89</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Použité metody v analytické části (vlastní zpracování)</i>	10
<i>Tabulka 2 Použité metody v projektové části (vlastní zpracování)</i>	11
<i>Tabulka 3 Srovnání jednotlivých typů výroby podle typu výroby</i>	14
<i>Tabulka 4 Nástroje kvality (vlastní zpracování dle Štřelce, 2012)</i>	29
<i>Tabulka 5 Přehled tržeb společnosti v letech 2015 – 2018 (vlastní zpracování podle interních materiálů společnosti)</i>	33
<i>Tabulka 6 Analýza struktury výroby</i>	34
<i>Tabulka 7 Přehled počtu dávek menších než 10 ks (vlastní zpracování)</i>	43
<i>Tabulka 8 Podíl výroby vtokových soustav na celkovém pracovním fondu ve jednotlivých měsících roku 2019 (vlastní zpracování)</i>	47
<i>Tabulka 9 Snímek z části směny při výrobě vtokových soustav z ručních forem</i>	48
<i>Tabulka 10 Snímek z části směny při výrobě vtokových soustav z přišroubovaných forem (vlastní zpracování)</i>	49
<i>Tabulka 11 Srovnání výroby vtokových soustav z ruční a přišroubované formy (vlastní zpracování)</i>	50
<i>Tabulka 12 Časový snímek zpracování dávky na pracovišti příprava páření (vlastní zpracování)</i>	52
<i>Tabulka 13 Počet cest pro vtokové soustavy</i>	53
<i>Tabulka 14 Mapa plýtvání (vlastní zpracování podle materiálů z předmětu Průmyslové inženýrství – metody II)</i>	58
<i>Tabulka 15 Shrnutí analýzy rozsahu plýtvání (vlastní zpracování)</i>	60
<i>Tabulka 16 Plán projektu (vlastní zpracování podle materiálů z předmětu Průmyslové inženýrství – metody II)</i>	61
<i>Tabulka 17 Definování cíle projektu metodou SMART (vlastní zpracování)</i>	62
<i>Tabulka 18 Přehled činností první fáze projektu (vlastní zpracování)</i>	65
<i>Tabulka 19 Přehled činností druhé fáze produktu (vlastní zpracování)</i>	66
<i>Tabulka 20 Počty kusů přepravovaných vtokových soustav jednotlivých druhů (vlastní zpracování)</i>	69
<i>Tabulka 21 Přehled činností třetí fáze projektu (vlastní zpracování)</i>	71
<i>Tabulka 22 Srovnání přímého a nepřímého měření práce (vlastní zpracování)</i>	74
<i>Tabulka 23 Přehled činností páté fáze projektu (vlastní zpracování)</i>	76
<i>Tabulka 24 Nákladová analýza projektu (vlastní zpracování)</i>	79

<i>Tabulka 25 Analýza RIPRAN – 1. část (vlastní zpracování)</i>	<i>81</i>
<i>Tabulka 26 Analýza RIPRAN – 2. část (vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>
<i>Tabulka 27 Analýza výroby náhradních dávek pro implementaci navrhovaných opatření (vlastní zpracování)</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 28 Skutečné náklady na realizaci 3. fáze projektu (vlastní zpracování).....</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 29 Závěrečné zhodnocení navrhovaných opatření (vlastní zpracování)</i>	<i>92</i>