

Optimalizace layoutu slévárny ve společnosti Continental Barum s.r.o.

Bc. Vladimír Lanšperk

Diplomová práce
2022



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: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Vladimír Lanšperk
Osobní číslo: M200313
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Optimalizace layoutu slévárny ve společnosti Continental Barum s.r.o.

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k danému tématu.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav layoutu slévárny ve společnosti Continental Barum s.r.o.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte návrh nového layoutu.
- Zhodnotte navrhovaná řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

DELGADO Sobrino a Rolando DAYNIER. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016, 93 s. ISBN 978-80-7380-600-2.
CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
JUROVÁ, Marie a kolektiv. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 264 s. ISBN 978-80-271-9330-1.
MORAN, Sean. *Process plant layout*. Amsterdam: Elsevier, BH, 2017, 734 s. ISBN 978-01-280-3355-5.
VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013, 685 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2022**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 11. února 2022

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 jsem seznámen 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 užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-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, považuji 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

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je navrhnout nové uspořádání layoutu ve společnosti Continental Barum s.r.o. v oddělení slévárny, která je součástí Výroby forem Continental neboli VFC. Pomocí metod a nástrojů průmyslového inženýrství identifikujeme úzká místa stávajícího výrobního procesu a jeho reorganizací optimalizujeme materiálový tok. Současná kapacita výroby je dostačující pro pokrytí poptávky, ale výrobní prostor je stísněný a je na hraně požadované kapacity.

Klíčová slova: kapacita, optimalizace, metody průmyslového inženýrství

ABSTRACT

The goal of this diploma thesis is to propose new layout in foundry which is part of Mold production department in Continental Barum company. By using of industrial engineering tools and methods we identify bottlenecks of current production process. Based on this we change the work organization to optimize the material flow. Current production capacity is sufficient but production space is very tight. Due to lack of space the production capacity utilization might be significantly limited.

Keywords: capacity, optimization, industrial engineering methods

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za podnětné rady, metodickou a odbornou pomoc při zpracování mé práce.

Chtěl bych také poděkovat vedoucímu slévárny Ing. Jaroslavu Žujovi za konzultace, ochotu a cenné rady.

Velké poděkování patří mé manželce, která při mně po celou dobu studia stála a podporovala mě.

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	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.2 PLÝTVÁNÍ.....	15
1.3 METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY	16
2 VÝROBNÍ PROCES A JEHO ČLENĚNÍ	19
2.1 PODLE TYPU VÝROBY	19
2.2 PODLE PLYNULOSTI TECHNOLOGICKÉHO PROCESU	20
2.3 PODLE ORGANIZAČNÍ FORMY VÝROBNÍHO PROCESU.....	20
2.4 VLASTNOSTI VÝROBNÍHO SYSTÉMU	20
3 LAYOUT	22
3.1 PRINCIPY PŘI TVORBĚ LAYOTU	22
3.2 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ	22
4 MAPOVÁNÍ A METODY PROCESNÍCH TOKŮ	24
4.1 MATERIÁLOVÝ TOK.....	24
4.2 METODY PRO ROZBOR MATERIÁLOVÉHO TOKU	25
4.2.1 Mapa plýtvání.....	25
4.2.2 Sankey diagram	26
4.2.3 Spaghetti diagram.....	26
4.2.4 Procesní analýza.....	27
4.2.5 Standardizace a vizualizace.....	27
5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
6 SPOLEČNOST	31
6.1 VFC	31
6.2 VÝROBNÍ PROCES FORMY	31
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	34
7.2 FRÉZOVÁNÍ MODELU	35
7.3 VKLÁDÁNÍ LAMEL – MODELÁRNA	35
7.4 PRYŽOVÝ ODLITEK	36
7.5 VKLÁDÁNÍ LAMEL DO PRYŽOVÉHO ODLITKU.....	37
7.6 VÝROBA SÁDROVÝCH JADER.....	37
7.7 PŘÍPRAVA PÍSKOVÉ FORMY.....	37
7.8 ODLÉVÁNÍ.....	38

8	PROCESNÍ ANALÝZA.....	40
8.1	SOUČASNÝ LAYOUT.....	45
8.2	NEDOSTATKY VE VÝROBĚ	47
9	MATERIÁLOVÝ TOK PO OPTIMALIZACI.....	51
9.1	SIMULACE PROCESNÍ ANALÝZY NOVÉHO LAYOUTU	55
9.2	NOVÝ VÝROBNÍ LAYOUT	59
10	NOVÉ UMÍSTĚNÍ SÁDRY A MODELOVÝCH PŘÍPRAVKŮ.....	61
10.1	REGÁLY A ULOŽENÍ.....	62
10.2	REGÁLY PRO MODELOVÉ PŘÍPRAVKY	63
10.3	REGÁLY PRO SÁDRU	63
10.4	ROZLOŽENÍ REGÁLŮ	64
10.4.1	Varianta č.1	65
10.4.2	Varianta č.2	66
10.5	APLIKACE METODY 5S	67
10.5.1	Umístění modelových přípravků.....	67
10.5.2	Označení regálů sádry	69
11	NOVÉ VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ.....	71
11.1	SUŠÁRNA SV 2400/30 Mk.II.....	71
11.2	PŘEDEHŘÍVACÍ PEC SV9700/25 KM.II.....	72
11.3	ELEKTRICKÉ TAVÍCÍ SKLOPNÉ PECE RKL700TS	73
11.4	STRÍKACÍ KABINA SKSE 900	74
11.5	NÁKLADY NA POŘÍZENÍ NOVÝCH STROJŮ	75
12	DALŠÍ NAVRHOVANÁ VYLEPŠENÍ.....	76
12.1	PŘÍPRAVA SÁDROVÝCH JADER.....	76
12.2	VÝROBA PRYŽOVÝCH ODLITKŮ	76
13	ZHODNOCENÍ	77
	ZÁVĚR	81
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	82
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM TABULEK.....	89
	SEZNAM PŘÍLOH.....	90

ÚVOD

Ve společnosti Continental Barum s. r. o. se nachází divize pro výrobu forem, její součástí je slévárna, ve které jsou vyráběny hrubé odlitky forem, které slouží k dalšímu zpracování. Na tomto výrobním oddělení stojí a padá celá výroba lisovacích forem, jedná se o začátek celého procesu a na výrobcích, které z této výrobní operace vycházejí, se odráží kvalita vyrobených forem.

Výroba 1 300 forem ročně plně pokrývá poptávku. Současný výrobní layout neodpovídá nárokům na výrobní prostor. Modernizací strojního zařízení a lepšího uspořádání výrobních kroků dosáhneme lepšího materiálového toku.

Schválené investice nepočítají s navyšováním kapacity výroby, ale výroba je v současném prostoru na hraně svých kapacit. Slévárna dostala k dispozici nový výrobní prostor, do kterého bude převedeno několik operací, které stojí na začátku výrobního procesu. Stávající výrobní prostor bude nově a lépe uspořádán.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce je navrhnout nové uspořádání layoutu slévárny ve společnosti Continental Barum s.r.o. v její divizi VFC. Pomocí pozorování výroby, metod a nástrojů průmyslového inženýrství zjistíme slabá místa v současném rozložení výroby slévárny a optimalizujeme materiálový tok, který je již řadu let stejný a nesplňuje nároky na dnešní výrobu. Součástí úpravy materiálového toku je také modernizace strojního zařízení. Po rozhovorech se zaměstnanci a pečlivém sledování výrobního procesu, byl vytvořen tok výroby a procesní analýza, díky které byl zpracován materiálový tok pomocí Spaghetti diagramu.

Současná výroba plně pokrývá poptávku. Cílem tedy není navyšování kapacit, ale optimální uspořádání výroby. Slévárna dostane k dispozici nový výrobní prostor, do kterého bude přesunuta část výroby, která na sebe nejlépe navazuje. Díky přesunutí části výroby vznikl v současné výrobní hale prostor, do kterého bylo potřeba navrhnout ideální regálové umístění pro sádku a modelové přípravky, které jsou používány pro přípravu pískových zad pro odlévání forem. A samozřejmě se přesunem části výroby do nové výrobní haly uvolní další prostor, kde je možné přeskupit výrobu. Pro lepší vizualizaci výrobního layoutu nám pomáhá program AutoCAD, ve které byly všechny tyto návrhy zpracovány.

Literární rešerše zpracovaná v teoretické části nám dává dobrý základ pro splnění praktické části diplomové práce. Zejména základní vysvětlení pojmů, co je proces, mapování, metody procesních toků a plýtvání ve výrobě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství si klade za hlavní cíl eliminovat ztráty u výrobních, a také u administrativních procesů. V podnicích se průmysloví inženýři soustředí na správné nastavení výrobních procesů, které jsou zároveň navázány na administrativní procesy. Oba tyto procesy jsou tedy vzájemně propojeny, a proto je důležité, eliminovat plýtvání v těchto procesech zároveň. Jedná se o neustálé hledání inovačních řešení, motivování zaměstnanců a především o ustavičné hledání zlepšení pro všechny procesy. Oblast, kterou se zabývá průmyslový inženýr, je produktová přidaná hodnota procesů, strojů a lidí v podniku. Spolu tato přidaná hodnota tvoří zájem o naše produkty u našich odběratelů. (Chromjaková, 2013, s. 4)

Dle Chromjakové (2013, s. 6-10) jsou klíčové znalosti průmyslového inženýra následující:

- Znalosti v oblasti materiálových a informačních toků.
- Znalosti s řízením projektů.
- Znalosti v oblasti strategického plánování.
- Správná organizace výroby.
- Správné plánování.
- Správné provádění flexibilních změn.
- Finanční management.
- Implementace a vývoj nových výrobních konceptů.
- Analýza a správné měření pracovních procesů, produktivity nebo ergonomie.

Průmyslové inženýrství klade velký důraz na potřeby pracovníků a na samotné pracovníky v rámci zvýšení výrobní produkce. Cílem je navrhovat takové pracovní prostředí, aby bylo dosaženo maximálního výkonu při nejušpornějším způsobu práce. Obor průmyslový inženýr je aplikace metod, znalostí a praktik, které jsou určeny pro výrobní společnosti. (Badiru, 2014, s. 4)

1.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba se skládá z denní praxe, disciplíny a intenzivního zaměření na proces a nástroje štíhlé výroby, které po zavedení do výroby udržujeme. Zaměřením se na proces udržujeme a rozšiřujeme štíhlou implementaci. (Mann, 2015, s. 5)

Svozilová (2011, s. 32) definuje štíhlou výrobu takto „*Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.*“

Prvky štíhlé výroby se vyvíjí už od počátků průmyslové výroby ve výrobcích Taylora a Forda. K jejímu systematictějšímu a důslednějším používání došlo v japonské automobilce Toyota ve druhé polovině 20.stol. Ukázalo se, že komplexní využití různých metod dává mnohem vyšší užitek, než kdybychom tyto metody používali odděleně. Celý tento systém se nazývá štíhlá výroba neboli „*Lean Production*“.

Charakteristické rysy štíhlé výroby:

- V první řadě se zaměříme na zákazníka a jeho potřeby.
- Naší snahou je skloubení vhodných metod do systému podniku, kde chceme štíhlou výrobu zavádět. Každá výroba je jiná a vyžaduje specifický přístup.
- Snažíme se z výroby odstranit plýtvání, které pro nás představuje ztráty.
- Klademe důraz na zapojení a motivaci zaměstnanců, aby s námi pracovali na hledání i drobných zlepšení.

Štíhlá výroba byla poprvé zaváděna do hromadné výroby, to ale neznamená, že její principy nemůžou pomáhat pro všechna odvětví od výroby až po služby. (Váchal, Vochozka a kolektiv, 2013, s. 466-467)

Dle Svozilové (2011, s.33-34) se principy štíhlé výroby uplatňují ve vysoce konkurenčních oblastech výroby, kde je kladen důraz na cenu a kvalitu služeb. Je zde tlak na co nejnižší cenu a společnost se snaží snížit skladové zásoby na minimum. Vlastníci cítí, že zvýšením kvality produktů zvyšují tržní potenciál a také vyvíjejí tlak na vyšší návratnost vloženého kapitálu.

Chromjaková (2013, s. 36–41) uvádí, že v rámci štíhlé výroby se zaměříme na následující parametry:

- Řízení tahovým systémem.

- Tok jednoho kusu, plynulý tok informací a materiálu mezi jednotlivými operacemi, bez zbytečného zdržování a čekání.
- Rychlé přetypování, vhodná je metoda SMED, cílem této metody je zajištění rychlého přehozu na další dávku, a tím získáme část kapacity stroje pro výrobu.
- TPM, jinak řečeno totálně produktivní údržba. Tato metoda se zaměřuje na včasné i drobné opravy stroje, aby se předešlo zbytečným větším opravám. Získáme tak větší celkovou efektivnost strojního zařízení.
- Systém zlepšování, vhodná je metoda či filozofie kaizen, která znamená neustálé zlepšování.
- Koncept řešení problémů, v tomto případě je nejčastěji používán PDCA cyklus. Metoda, která je založena na 4 stále se opakujících krocích. Naplánuj, proved', ověř a jednej.

Tab. 1 – Tradiční vs štlhlé myšlení (Chromjaková, 2011, s.46)

Tradiční myšlení	Myšlení štlhlým procesem
Kvalita závisí od útvaru kvality	Kvalita závisí od toho, kdo ji produkuje
Sklady ve výrobě jsou užitečné	Sklady ve výrobě je nutno minimalizovat, příp. úplně eliminovat
Vyrábí a nakupuje se v optimálních dávkách	Vyrábí a nakupuje se v dávkách, které požaduje zákazník
Akceptovatelná kvalita	Totální kvalita
Výroba začíná u surovin a polotovarů	Výroba začíná u hotového produktu
Ve výrobě musí být vše, co je nutné k tomu, aby se výroba nezastavila	Problémy je nutné řešit i za cenu toho, že dojde k částečnému zastavení výroby
Podnik se člení na dílčí útvary	Podnik je jeden celek
Cena = náklady + zisk	Zisk = cena – náklady
Cena jednoho produktu	Cena jednotky průtoků

Změnou, kterou chceme dosáhnout v oblasti zeštíhlování podnikových procesů, je změna myšlení. Protože štíhlé neznamená levné. Je potřeba změnit tradiční myšlení, směrem ke štíhlým procesům (tab. 1).

1.2 Plýtvání

Dennis (2016, s. 20) uvádí, že podnikové procesy dělíme na procesy nehodnotvorné a hodnotvorné. Dle Svozilové (2011, s. 34) se nejčastěji se štíhlou výrobou mluví o plýtvání, které má několik forem a existuje v každém procesu. Plýtvání je vše, co nám nepřináší žádnou přidanou hodnotu. Aplikace štíhlé výroby pro nás znamená zbavení se všech druhů plýtvání. Rozeznáváme několik druhů plýtvání, přesněji je jich 8.

1. Zbytečné pohyby – Patří sem špatně přizpůsobená výroba, příliš velké vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti, jedná se o jakýkoliv pohyby lidí, který nám nepřidávají žádnou hodnotu a představují ztrátu. V dnešní době se klade stále větší důraz na ergonomii pracoviště, aby bylo pracovní prostředí pro operátora příjemnější. (Chromjaková, 2011, s. 48) Za zbytečné pohyby se dají označovat taktéž složité ověřovací a schvalovací procedury, čekání na emailovou korespondenci, zbytečné reporty atd. (Benedikt, 2019)
2. Ztráty čekáním – Tato ztráta vzniká, když pracovník čeká na opravu stroje, výrobní materiál, pracovní instrukce nebo rozpracovaný výrobek, aby na něm mohl provádět navazující operace. Pravidelné třídění a uklizení elektronické a papírové dokumentace. Nedostatek a nepřehlednost potřebných informací v podnikovém systému, to způsobuje prodlevy v hledání pracovního postupu, pracovní dokumentace atp. Ve firmách vzniká dilema, zda je čekání nutné zlo v technologickém procesu nebo zda je možné mu předcházet správným načasováním a nadefinováním podnikových procesů. (Chromjaková, 2011, s. 48)
3. Nadvýroba – Nadprodukce nad výrobní plán nám přináší samé dodatečné náklady na rozpracovanou výrobu, skladové prostory a nadměrné zásoby hotových výrobků. Vzniká v důsledku špatného plánování výroby. Produkce, která není ihned prodejná, nevyužitá kapacita pracovníků. Nadvýroba se netýká jen výroby, ale je s ní spojena také nadměrná produkce zbytečných informací, které zahlcují výrobu. Jedná se například o standardy a reporty které nikdo nečte při řízení procesů a rozesílání emailů a korespondence lidem kterých se netýká. (Marek, 2012)

4. Nadbytečná práce – Jedná se například o příliš mnoho prováděných kontrol, kterými se snažíme dosáhnout dokonalosti. V důsledku provádíme duplicitní kontrolu kvality, která nám nepřináší žádnou přidanou hodnotu. (Burieta, 2013, s. 19)
5. Skladové zásoby – Velké skladové zásoby nám prozrazují o podniku, že má špatně nastavené výrobní procesy a nedokáže včas reagovat na měnící se poptávku na trhu. Velké skladové zásoby nám přinášejí velké náklady na jejich skladování, a také na morální a mechanické zastarávání zboží a materiálu. (Burieta, 2013, s. 16-17)
6. Doprava – Je třeba odstraňovat zbytečnou dopravu tam, kde není potřeba. Doprava má být účelná a její správné použití přidává potenciálnímu zákazníkovi hodnotu v ušetřeném čase. Je důležité odstranit zbytečnou manipulaci s materiálem nebo zbožím z místa na místo, jen proto, že mám plné sklady a nevím, kde zboží nebo materiál uskladnit. (Kumar, 2015)
7. Potenciál pracovníků – Tato ztráta je způsobena nevhodným chováním a špatnou motivací vedoucích pracovníků, kteří nedostatečně motivují zaměstnance, aby sami projevovali iniciativu zlepšit pracovní prostředí a procesy. Za touto ztrátou stojí přesvědčení, že vedoucí zná vše nejlépe a nedokáže využít potenciál zaměstnanců. (Friedel, 2019)
8. Opravy – Ztráta, která je způsobená vzniklou nekvalitou ve výrobě. Její odstraňování nám způsobuje zpoždění a další náklady spojené s jejím odstraňováním. Pokud je vada na výrobku neopravitelná, vzniká nám zmetek a tím zbytečný odpad z výroby, který nás stojí náklady. (Buriata, 2013, s. 17) Riziko velkého množství oprav vzniká hlavně při hromadné výrobě, kdy na výrobní lince může vzniknout za krátký čas velké množství zmetků a linka je zastavena. Jako prevence této ztráty by měly být takové linky vybaveny automatickým mechanismem, který při detekování vadné výroby sám linku odstaví. (Váchal, Vochozka a kolektiv, 2013, s. 473)

1.3 Metody štíhlé výroby

Vybrané metody štíhlé výroby, jedná se o výšeč nejpoužívanějších metod.

- FIFO – metoda nám pomáhá zpracovávat materiál v pořadí, ve kterém vstoupil do systému. Jinými slovy „první dovnitř, první ven“. Tato metoda je používána například pro materiál nebo i potraviny s omezenou dobou použitelnosti. Musíme mít na paměti, že tento materiál je potřeba co nejdříve zpracovat.

- Úzké místo – Tato metoda nám pomáhá vyhledávat úzká místa ve výrobě, úzkým místem rozumíme bod v pracovním procesu, který nás nějakým způsobem omezuje a brzdí. Na takové místo je nutné se zaměřit, zeštíhlit jej a optimalizovat.
- 5S – Tato metoda slouží k zamezování ztrátám a zlepšení organizace na pracovišti, kde nesmí zůstat nic, co je nepotřebné a musíme udržovat čistotu a pořádek, uplatňujeme ji především ve výrobních podnicích. Metoda je založena na 5 krocích, které je nutné dodržovat a tím udržovat pracoviště uklizené a bezpečné. Zásady metody 5 S, platí pro všechny zaměstnance na daném pracovišti, od dělníků až po vedoucí. Tyto kroky vycházejí z japonských slov začínající písmenem S, tyto kroky jsou Seiri (Separuj), Seiton (Systematizuj), Seiso (Stále čisti), Seiketsu (Standardizuj), Shitsuke (Sebedisciplína).
- TPM – Totálně produktivní údržba, jedná se o metodu, kdy se snažíme udržet strojní zařízení co nejdéle a v co nejlepším stavu. Systematickými opravami a kontrolami v určitých intervalech. Je to pravidelná údržba strojního zařízení samotnými operátory, u kterých je předpoklad, že stroj, na kterém vyrábějí, také nejlépe znají.
- Standardizace – Jedná se o proces, kdy stanovujeme ideální čas nějakého výrobního cyklu ve standardních podmínkách. Sjednocujeme a stabilizujeme různé varianty vstupů, procesů transformace výstupů a procesů. Tento proces vede ke kompatibilitě, koordinaci a opakovatelnosti v kvalitě výroby. Vytvoříme normu.
- Kaizen – Jedná se o filozofii, která vznikla v Japonsku a znamená pro nás neustálé zlepšování v osobním a společenském životě. Ve výrobních podnicích znamená neustálé zlepšování procesů ve výrobě, kdy je důležité motivovat zaměstnance na všech úrovních, aby se na tomto zlepšování podíleli a přicházeli se svými nápady.
- One piece flow – V překladu znamená „tok jednoho kusu“. Jedná se o ideální případ pro výrobu, která je orientovaná tokově. V případě, že výrobní dávka je jen jeden kus a nikoliv více kusů. Tento výrobní kus probíhá mezi operacemi plynule bez meziskladů. Výhodou takového typu výroby je rychlá identifikace vadného dílu, čímž zamezíme většímu výskytu takových chyb. Další výhodou této metody jsou krátké průběhy výrobku výrobou, nižší náklady na skladování, zařízení pro výrobu je možné navrhnout v minimální velikosti. (Váchal, Vochozka a kolektiv, 2013, s. 476-478)

- Poka yoke – Tento nástroj nám pomáhá vyvarovat se chyb, zajišťuje bezpečnost a požadovanou kvalitu. Jedná se o velmi jednoduchý nástroj, kterým usnadníme práci operátorům při častějších chybách ve výrobě. Ideální je například pro výrobu, kde dochází ke špatnému upínání výrobku, špatné poloze výrobku při vkládání atd. Výrobky a přípravky jsou zkonstruovány tak, aby poloha pro umístění byla pouze jedná správná, a tím se minimalizovala možnost udělat chybu. Díky tomuto nástroji zkracujeme dobu montáže a dobu přeseřízení. (API © 2005-2018)
- SMED – Nástroj sloužící pro rychlé přeseřízení stroje, cílem je zkracovat čas procesu při přechodu na jiný výrobní proces, z jedné dávky na druhou. Při variabilní výrobě jsou právě časy na seřízení naší hlavní časovou ztrátou. Dobu mezi seřizeními dělíme na čas, kdy výroba stále probíhá a na čas, kdy výrobní zařízení již stojí. Optimalizací takových procesů získáme další důležitý čas pro výrobu, získáme větší výrobní kapacitu. (Svět produktivity, 2020)

2 VÝROBNÍ PROCES A JEHO ČLENĚNÍ

Keřkovský a Valsa (2012, s. 9) definují výrobní proces jako: „*Výrobní proces je realizován výrobním systémem – což je transformace výrobních faktorů na zboží/služby, výrobní systém je determinován určením výrobku/služby, variantou a množstvím výrobků/služeb, použitými technologiemi, uspořádáním a organizací výroby, stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku.*“ Výrobní proces definujeme jako přeměnu vstupů na výstupy s pomocí transformačního procesu. Na výrobní proces nahlížíme z několika úhlů pohledu, níže si představíme některé pohledy na výrobní proces.

Daynier a Delgado (2016, s. 28) uvádějí, že výroba je logistický a technologický soubor činností, které jsou realizovány tak, aby výrobek splňoval požadovanou kvalitu, množství, náklady a termín zhotovení.

Dle Synka (2011, s. 252) dělíme výrobní proces na etapy. První etapa, etapa předvýrobní je příprava výroby, tam patří konstrukce, technologie, výroba, až po zajištění materiálu. Další etapa je výrobní a odbytová, poté se výrobek skládá z přesně stanového sledu operací.

2.1 Podle typu výroby

Pokud rozlišujeme výrobu podle typu výroby, bereme v úvahu počet druhů výrobků a množství, které firma vyrábí. Dělíme-li, výrobní proces podle typu výroby, dělíme výrobu na kusovou, sériovou a hromadnou.

- Kusová výroba je charakteristická neopakovatelností výrobního procesu, jedná se různorodou výrobu a každý výrobek je originál a odlišuje se od sebe. Příklad kusové výroby je například zakázková výroba obuvi, CNC obráběcí centra atd.
- Sériová výroba, pro tuto výrobu je charakteristické rychle vyrobít větší množství stejných standardizovaných produktů. Tento druh výroby vyžaduje přesné řízení a plánování výroby.
- Hromadná výroba vyrábí jeden druh výrobků v obrovském množství. Výroba pneumatik, ropy, spojovací materiál atd. Výroba se neustále opakuje, nejvyšší stupeň této výroby je výroba proudová, výrobek „*proudí*“ mezi jednotlivým pracovišti. (Jurová, 2013, s. 29)

Každá z těchto výrob s sebou nese náklady, při pořízení univerzálního zařízení na výrobu bude toto zařízení levné, ale náklady na výrobu jednoho výrobku budou vysoké. Pokud

pořídíme dražší výrobní linku, náklady na výrobu jednoho výrobku se budou pohybovat nízko. Rozdíl je tedy v množství vyráběných výrobků a využití strojního zařízení. Na základě těchto informací můžeme konstatovat, že u kusové výroby budeme mít nízké fixní náklady, ale variabilní náklady porostou s objemem výroby. Hromadná výroba s sebou ponese vysoké fixní náklady, ale variabilní náklady budou nižší s růstem objemu produkce. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 13-14)

2.2 Podle plynulosti technologického procesu

U tohoto členění máme výrobu přerušovanou a plynulou. Přerušovaná výroba existuje v mnoha firmách, váže se na pracovní dobu. Například práce od 6:00 do 14:00 anebo od 6:00 do 22:00. Pro tuto výrobu platí že je výrobní proces rozdělen na několik částí a operací. Na jednom pracovišti provedeme jednu část výroby a poté výrobky přesuneme na jiné pracoviště, kde může výroba pokračovat. Plynulou výrobou rozumíme výrobu nepřetržitou, která neustále plyne a zastavujeme ji jen v případě důležitých oprav a poruch. Například zpracování elektrické energie, nepřetržité výrobní provozy, zpracování ropy atd. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11)

2.3 Podle organizační formy výrobního procesu

Organizační formu výrobního procesu rozumíme výrobu proudovou, fázovou a skupinovou. Proudová výroba se nachází tam kde se nachází málo výrobků podobného charakteru, klidně i jeden výrobek. Netvoříme mezioperační zásoby a nedochází zde k rozpojování procesu. Fázovou výrobou rozumíme produkci, kde se vyrábí mnoho různých výrobků standardních anebo o výrobky s jasně danými specifiky od odběratelů. V tomto typu je velká rozmanitost výrobních tras, kde se výrobek pohybuje v celé firmě a také různá délka výrobních časů. Poslední typ je skupinová výroba, která má několik druhů produktů. Všechny tyto produkty mají předem danou trasu ve výrobě, kde se budou pohybovat. Vyskytují se zde mezioperační zásoby. (Jurová, 2013, s. 30–32)

2.4 Vlastnosti výrobního systému

Výrobní systém má celou řadu vlastností. Elasticita a kapacita jsou rozhodující pro jeho úspěšné uplatnění.

Kapacita – V daném časovém úseku vyrobíme výrobek o libovolné velikosti, druhu a struktuře, tím získáme kapacitu výrobního systému nebo výrobní jednotky. Zjednodušeně

řečeno je to schopnost dílny, stroje, podniku vyrobit za optimálních podmínek maximální možné množství výrobku. Tím získáme standart výrobní kapacity.

Elasticita – Přestavitelnost, přizpůsobivost nebo pohyblivost výrobního systému při náhlé změně pracovního úkolu nazýváme elasticitou. Dělíme jí na kvantitativní a kvalitativní, kdy kvalitativním označujeme možnost výrobního systému pro alternativní využití. tzn. u výrobních prostředků rozlišujeme mezi jednoúčelovými, víceúčelovými, speciálními a univerzálními. Kvantitativní elasticita je schopnost výrobního systému pružně reagovat na změny v objemu výroby. Nejčastěji je určována tím, za jak dlouho dokážeme přestavět pracoviště na změněný výrobní úkol, dělíme ji na:

- Intenzivním přizpůsobení – Více rychlostí při provádění operací.
- Časovém přizpůsobení – Za jakou dobu můžeme pokračovat v práci.
- Průřezovém přizpůsobení – Hledáme ve variantě kapacitního průřezu. (Gustav, Vávrová, 2014, s. 30-32)

3 LAYOUT

Dle Morana (2017, s. 64) se disciplína návrhu layoutu zabývá prostorovým propojením a uspořádáním a správného rozmístění dosahuje, když jsou splněny požadavky na ochranu pracovníků, ochranu provozu, bezpečnost a ekonomickou situaci v podniku. Na výrobní proces a jeho efektivitu má rozvržená pracoviště přímý vliv.

Bauer (2012, s. 108) uvádí, že layout pracoviště uspořádáváme podle technických možností a technologických požadavků výroby. Při tvorbě layoutu zvažujeme pohyb pracovníka a uspořádání linky, abychom zvolil správné uspořádání daného pracoviště. Musíme myslet na ergonomické požadavky, abychom vytvořili přijatelné pracovní prostředí. Soustředíme se například na správné uspořádání nástrojů, výšku pracovního stolu, pracovní pozici, správné osvětlení pracoviště atd.

3.1 Principy při tvorbě layoutu

Rushton (2014, s. 332) uvádí, že vytvoření layoutu výroby má vliv na efektivnost celého procesu dané společnosti a při jeho tvorbě má být dodržen následující postup:

1. Vstupní data – Pro tvorbu layoutu jsou nezbytná správná vstupní data, která získáme pomocí analýzy toku materiálu a vztahy jednotlivých činností na pracovišti.
2. Diagram vzájemných vazeb – Vypracujeme diagram vzájemných vazeb, ty nám pomůžou získat informace o důležitých vazbách ve výrobě.
3. Layout a jeho příprava – Provedeme analýzu možností uspořádání v dané společnosti a definujeme konkrétní požadavky na prostorové uspořádání.
4. Prostorový diagram – Vytvoříme prostorový diagram abychom mohli porovnat jednotlivé návrhy a varianty layoutů.
5. Závěrečný výběr – Vybereme variantu layoutu, která splňuje požadavky prostorového uspořádání daného pracoviště.

3.2 Uspořádání pracovišť

Jurová (2013, s. 76-78) uvádí, že v rámci výrobního procesu je nutné mít správně sestavené pracoviště. Definujeme 3 různá rozmístění pracoviště, buňkové, předmětné a technologické.

- Buňkové uspořádání – Je to kombinace předmětného a technologického uspořádání. Dle Tomka a Vávrové (2014, s. 45-46) označujeme buňkové uspořádání jako výrobu

v centrech, kdy spojujeme různorodá pracoviště dohromady dle předmětné organizace. Tyto výrobní centra je možné použít ve výrobě, kde je možné členění výrobků. Všechny prováděné činnosti jsou v jednom místě a důležitou roli zde hraje decentralizace řízení a komplexní zajištění úkolů. Jurová (2013, s. 77) jej definuje jako „*Prostorové seskupení technologicky rozdílných strojů, které umožňuje zpracovat technologicky příbuzné komponenty, účelem je výroba mixu malých a středních objemů více druhů komponent.*“ Vznikají tak tzv. výrobkové rodiny, sdružující výrobky s podobnými vlastnostmi a způsobem jejich zpracování. Využití těchto center je ve výrobě, kde je možná segregovat výrobky.

- **Předmětné uspořádání** – Výhodou tohoto uspořádání jsou nižší manipulační náklady, snížení průběžné doby, přehlednější tok materiálu, nižší kvalifikace pracovníků a tím menší nároky na organizaci výrobního procesu. Mezi nevýhody řadíme malou flexibilitu výroby, vyšší náklady na přípravu linky, závislost jednotlivých provázaných pracovišť. Pokud nejsme schopni provést určitou činnost ostatní zůstávají stát. To s sebou nese velké náklady na údržbu a pokud špatně naplánujeme dodávky pro nějakou část, zastavíme všechny výrobní činnosti. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 45) Tento typ uspořádání se soustředí na výrobek, pro který jsou vytvářeny malé výrobní jednotky, pro které zaručujeme kompletní zpracování části výrobků. Pokud se firma rozhodne pro předmětné uspořádání, měla by nejprve provést analýzu svého výrobního sortimentu. Poté následuje vytvoření decentralizovaných výrobních buněk, díky kterým se zjednoduší řízení ve výrobě. (Jurová (2013, s. 76-78)
- **Technologické uspořádání** – Výhody technologického uspořádání neboli dílenské výroby je velká schopnost přizpůsobit se díky velké flexibilitě, rychle reagovat na poruchy strojů v kusové i sériové výrobě, rychlá reakce na změny plánu, větší pravomoc v rozhodování pro kvalifikované pracovníky a větší prostor pro náhlé objednávky. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 44) Takové uspořádání výroby umožňuje slučování jednotlivých operací, které jsou si příbuzné, tzn. na montážní dílně dochází k montáži. Takové uspořádání se často používá při výrobě, kde je potřeba mnoho součástek a při dražších zakázkách. Toto uspořádání je velice složité na řízení výroby a plánování z hlediska vyvažování kapacit. Častým problémem je hromadění zásob a je nutná dobrá organizace přípravy a manipulace. Dochází k nerovnoměrnému toku materiálu a tím k nerovnoměrnému rozvržení práce mezi operátory, což s sebou přináší dlouhé průběžné časy výroby. (Jurová, 2013, s. 76-78)

4 MAPOVÁNÍ A METODY PROCESNÍCH TOKŮ

Pro účely vizualizace procesních toků nám slouží jejich mapování. Výsledkem jsou speciální diagramy pro procesní analýzu. Výhody této skupiny nástrojů jsou:

- Usnadňují komunikaci s odborníky a pracovními týmy, pro které slouží tyto diagramy na tvorbu a realizaci návrhů do praxe.
- Poskytují srozumitelnou a přehlednou dokumentaci vývoje procesu v čase.
- Poskytují odhalení a signalizaci výrazných problémů procesu, například nedostatečné návaznosti jednotlivých procesů, chybějící řešení pro méně obvyklé scénáře, nevhodná místa pro předávání odpovědnosti atd.
- Zachycují místa a okamžiky, kdy dochází v procesu k větvení, kde jsou prodlevy v důsledku čekání a kde je proces spojen se spolupracujícími procesy.
- Vizualně vymezí místa, kde dochází k předávání zdrojů nebo vydávání výsledků.
- Procesní tok je díky nim doplněn o řadu údajů, například výkonost jednotlivých činností, používaných nástrojích nebo o stavu rozpracované výroby. (Svozilová, 2011, s. 131)

4.1 Materiálový tok

Chromjaková (2013, s. 46) uvádí, že pohyby materiálu a jejich oběh, chápeme jako materiálový tok. Tento materiálový tok je prováděn pomocí dopravních, manipulačních a pomocných prostředků tak, abychom potřebný materiál dopravili spolehlivě na dané místo v požadované kvalitě a čase. Opakováním nám vznikají materiálové řetězce a hledáme optimální logistické řešení pro materiálové toky. Výrobní proces rozdělujeme na pět druhů činností, kterými materiál prochází výrobou. Jedná se o:

- Výrobní operace – Transformace vstupů na výstupy.
- Doprava – Pohyb z místa na místo.
- Kontrola – Ověření kvantity a kvality.
- Skladování – Všechny kategorie shromážděny ve skladech.
- Prodlení – Neplánované čekání, hromadění a zdržení.

Materiálový tok a jeho úroveň hodnotíme a analyzujeme na základě několika aspektů:

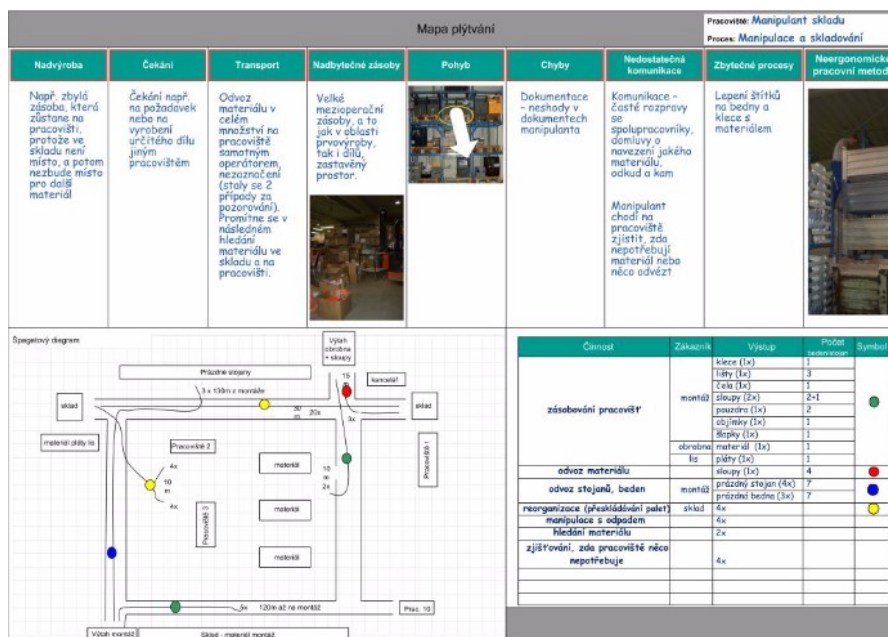
- Délka materiálového toku.
- Náklady na manipulaci a počet zaměstnanců.
- Struktura materiálového toku.
- Podíl operací na délku průběžného času výrobku.
- Objem manipulačních výkonů, každá společnost má své interní nastavení.

4.2 Metody pro rozbor materiálového toku

Metod pro rozbor materiálového toku máme několik, používají se metody statistické, speciální a grafické. Definujeme kritéria použití, kterým mají odpovídat výsledky. Použité kritéria jsou náklady transportu, přepravní objem, časová náročnost přepravy, vzdálenost pracovních cest, využití úložného prostoru atd.

4.2.1 Mapa plýtvání

Jedná se o jednoduchý formulář nebo nástroj, který slouží pro připomenutí, jaké máme druhy plýtvání. Pomáhá nám uvědomit si, které činnosti nám nepřidávají žádnou hodnotu. Slouží hlavně k tréninku operátorů, aby měli povědomí o plýtvání. (Pavelka, 2015)



Obr. 1 – Mapa plýtvání (Pavelka, 2015)

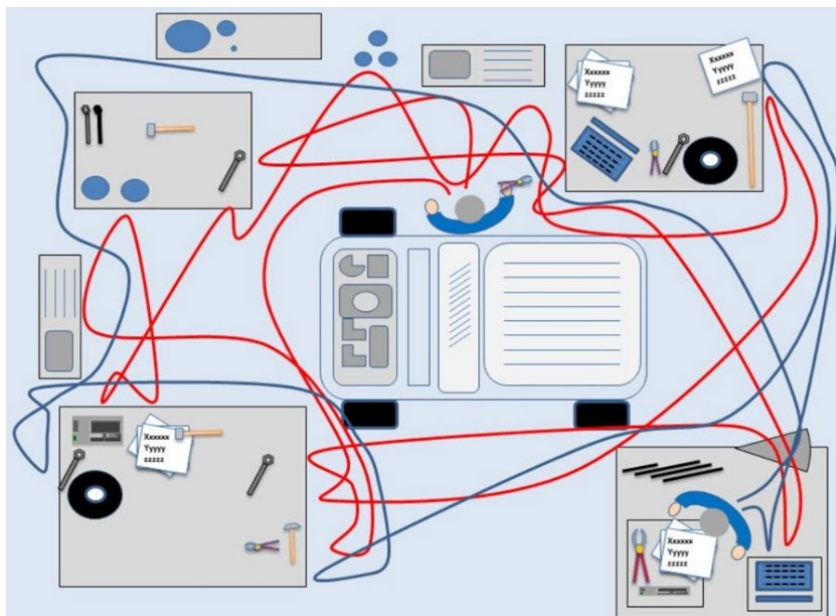
4.2.2 Sankey diagram

Nejnámějším a nejpoužívanějším způsobem pro znázornění a vizualizaci materiálového toku je Sankey diagram. Pomocí tohoto diagramu znázorňujeme pohyb lidí, materiálu a financí za určité časové období. (Jurová a kolektiv, 2016, s. 219)

4.2.3 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram patří k nejjednodušším metodám pro analýzu materiálového toku, je vhodný pro zmapování materiálového toku a pro návrh nového layoutu pracoviště. Tato metoda pracuje s přesným zakreslením každého pohybu operátora na daném pracovišti v určitém časovém úseku. V případě, že zaměstnanec provádí zbytečnou cestu, je tato cesta odlišena barevně. Zohledňujeme také cesty s materiálem při plném a polovičním zatížení. Tuto metodu lze provádět i díky softwaru, kdy přesně mapujeme, například pomocí mobilního zařízení, přesný pohyb operátorů. (Jurová a kolektiv, 2016, s. 219)

Svozilová (2011, s. 133) píše, že Spaghetti diagram je vhodné použít v případech, kdy potřebujeme znát zároveň sled kroků v čase a rozložení v prostoru. Vhodné je použití tam, kde potřebujeme zjednodušit nebo minimalizovat nadměrný pohyb materiálu nebo pracovníků po jednotlivých pracovištích.



Obr. 2 – Schéma Spaghetti diagramu (Latest quality, 2018)

4.2.4 Procesní analýza

Dalším nástrojem je postupový diagram neboli procesní analýza. Cílem je znázornit posloupnosti technologických, manipulačních a kontrolních operací, které provádíme na dávce určitého procesu anebo na určitém výrobku. Postupový diagram má široké využití pro zobrazení posloupnosti procesů skupiny výrobků, jednoho výrobku nebo u nevýrobních operací a služeb. Při jeho sestavování pracujeme s jednoduchými symboly, které na sebe navazují a ukazují nám závislosti a posloupnost zobrazovaných procesů. Díky postupovému diagramu zmapujeme a racionalizujeme proces a na základě něho můžeme posoudit vhodnost jednotlivých kroků. (Jurová, 2011, s. 219-221)

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018, s. 90) uvádějí, že hlavní funkcí a účelem procesní analýzy je pochopení posloupnosti a získání přehledu o daném procesu, jeho časovém trvání a vzdálenosti v rámci transportu. Metoda si klade za cíl odhalit úzká místa v procesu, které protahují průběžnou dobu výroby u námi sledovaného procesu.

Procesní analýza		operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků
č.	činnost								
1	Přijem zboží	○	→	⊗	△			1	1
2	Kontrola			⊗				0,5	
3	Skladování				△				
4	Transport		→				24		
6	Dělení materiálu	○	→	⊗				10	0,5
7	Kontrola			⊗				0,5	
8	Transport		→				70		
9	Soustružení	○	→					7,27	0,5
11	Transport		→				32		
12	Broušení	○	→					7,27	1
14	Transport		→				29		
15	Protáhnutí	○	→					0,94	0,5
16	Jehlení	○	→					0,35	0,3
17	Kontrola			⊗				1,5	
18	Transport		→				9		
19	Soustružení	○	→					0,75	1
21	Transport		→				90		
22	Soustružení	○	→					3,88	0,5
24	Transport		→				59		
25	Skladování				△				
30	Transport		→				29		
31	Odmaštění	○	→					0,27	0,5
32	Transport		→				11		
33	Skladování				△				
43	Transport		→				300		
45	Broušení	○	→					5,31	1
48	Transport		→				91		
59	Kontrola			⊗				2	
60	Balení	○	→					2,5	1
Celkem: - četnost		11	11	4	3				7,8
- součet časů (min)								44,04	
- vzdálenost (m)							744		

Obr. 3 – Schéma procesní analýzy (Pavelka, 2015)

4.2.5 Standardizace a vizualizace

Standardizace a vizualizace patří mezi základní metody pro popis, jak vykonávat předem definovaný výrobní proces, stále stejným a požadovaným způsobem, kdy na konci tohoto procesu bude stále stejný výstup. Základem je rozčlenění výrobního procesu na jednotlivé

pracovní operace, které mají jasně daný technologický postup, který je doplněný pracovní normou, popisem organizace pracoviště, pracovní pozice a ergonomickým uspořádáním, aby se předcházelo nemocem z povolání a pracovník tak mohl být efektivnější. Standardizujeme sled operací spolu s pracovním postupem, který je ověřený praxí, vzniklý standard vizualizujeme pro lepší představu o dané pracovní činnosti. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 65)

5 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části byl definován hlavní cíl průmyslového inženýrství, kterým je převážně eliminace plýtvání ve výrobě. Byly uvedeny klíčové znalosti, které jsou pro tento obor důležité. Bylo vysvětleno, co znamená pojem štíhlá výroba a definováno všech 8 druhů plýtvání, se kterými se ve výrobě potýkáme. Dále byl vysvětlen pojem výrobní proces a jeho členění dle typu výroby, plynulosti technologického procesu, organizační formy výrobního procesu a vlastnosti výrobního procesu.

Byla popsána disciplína návrhu layoutu, která se zabývá prostorovým propojením a uspořádáním pracovišť. Tato uspořádání jsou popsána třemi různými způsoby, a to buňkové, předmětné a technologické. Důležitým tématem je mapování a metody procesních toků. Dále vysvětlení materiálového toku a jeho rozdělení do 5 druhů činností, kterými materiál prochází výrobou. K těmto účelům nám slouží metody pro rozbor materiálového toku, jako jsou mapa plýtvání, Sankey diagram, Spaghetti diagram, procesní analýza, standardizace a vizualizace. Všechny jmenované metody jsou důležité pro rozbor materiálového toku.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 SPOLEČNOST

V roce 1932 byla založena Tomášem Baťou společnost, jejíž sídlo se nacházelo ve Zlíně. V tomto roce se kromě pneumatik začaly vyrábět také formy pro jejich lisování. Společnost získala svůj název až v roce 1945, kdy se spojily začáteční písmena 3 největších tehdejších výrobců. Jednalo se o počáteční písmena společnosti Baťa, Rubena a Matador, tak vznikl název Barum. V roce 1972 byla v Otrokovicích slavnostně otevřena pneumatikárna, která nesla tehdejší název Rudý říjen. V roce 1992 uzavřela společnost Barum dohodu s koncernem Continental AG a od 1. března 1993 se stala její součástí. Tak vznikl dnešní název Barum Continental s.r.o., který byl v nedávné historii změněn na Continental Barum s.r.o. Do společnosti tak byly postupně zaváděny německé technologie pro výrobu pneumatik a kromě pneumatik klasických se zde začaly vyrábět i pneumatiky vysokorychlostní. V posledních letech je zde zaváděna a navyšována výroba nákladních pláštů. Ve Zlínském kraji patří tato společnost k největším zaměstnavatelům, pracuje zde více než 4900 zaměstnanců. Je zde vyráběno přibližně 22 milionů pláštů ročně, a to tuto společnost řadí k největším výrobcům pneumatik. (Mechl a Mušinský, 2011, s. 62)

6.1 VFC

Divize výroby forem v Continental Barum se váže k roku 1932, ve strojírenském závodě firmy Baťa byly vyráběny formy, které byly určeny pro lisování pneumatik pro osobní automobily. V této výrobě jsou převážně vyráběny formy pro nákladní, osobní a traktorové formy. V dnešní době jsou zde nejvíce vyráběny formy pro výrobu osobních pneumatik, nejvíce těch se zimním vzorkem. Ročně se v tomto výrobním oddělení vyrobí cca 1300 forem určených pro osobní automobily. Díky zvyšující se poptávce toto číslo neustále roste. Polovinu všech vyrobených forem, které potřebuje k lisování pneumatik koncern Continental, dodává divize výroby forem v Otrokovicích. V roce 2016 patří VFC neboli výroba forem Continental do skupiny CMM, Continental Molds and Machinery. (Mechl a Mušinský, 2011, s. 62)

6.2 Výrobní proces formy

Divize výroby forem je prostředí moderní výroby, kde pracují zaškolení a kvalifikovaní odborníci. Na výrobě spolupracuje tým programátorů, ekonomů, konstruktérů, technologů, plánovačů a zaškolených pracovníků. Pro přesnou výrobu je nejdůležitější výroba modelů a hliníkových odlitků. Na 5osých CNC frézách jsou frézovány modely z umělého dřeva

a odlévání probíhá v ochranné atmosféře, aby odlitek dosahoval špičkové kvality. K těmto nejdůležitějším operacím patří nespočet jednotlivých úkonů, kdy je odlitá forma dál opracovávána na CNC frézkách, soustruzích a gravírovacích 5osích frézkách. V průběhu celého procesu je přísně hlídána kvalita a jakákoliv odchylka od vysokého standardu je ihned řešena a opravována.

Segmentová forma se skládá z těchto částí:

- Bočnice.
- Patkové kroužky.
- Dezénové segmenty.

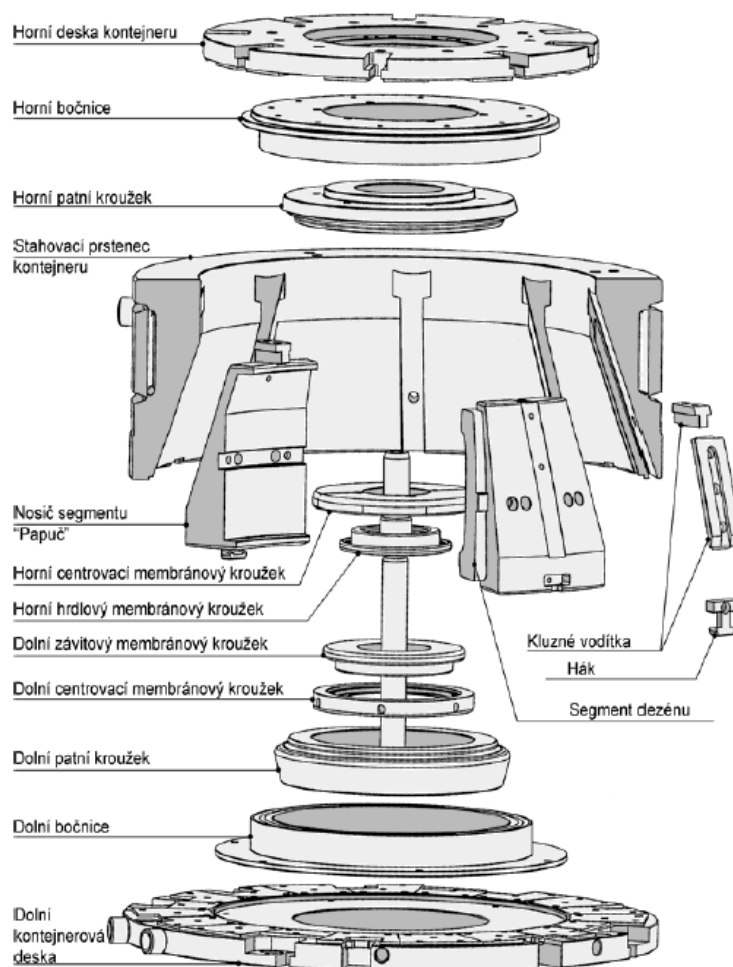
Výše jmenované součásti jsou jeden celek, který se vkládá do kontejneru. Tento kontejner zajišťuje vytápění formy a mechanické pohyby všech částí, které jsou nutné pro lisování pneumatiky.

Bočnice – jsou soustruženy z ocelových výpalků. Po vysoustružení do základního tvaru jsou na bočnici na gravírovacích frézách vytvořeny drážky, které slouží pro změny štítků ve vytvořeném popisu. Štítky jsou vsazeny a zarovnány, dalším krokem je gravírování popisu do bočnice. Popis je gravírován na vnější a vnitřní bočnici. Jsou zde dovrtnána odvodu vzduchu, které pomáhají v procesu lisování odvodu vzduchu a vlhkosti. Na konci tohoto procesu jsou bočnice ručně opracovány a doladují se detaily výsledného dezénu.

Patkové kroužky – z vypálených ocelových polotovarů jsou po tepelném opracování vysoustruženy patkové kroužky. Do vysoustruženého patního kroužku se vyvrtají odvodu vzduchu otvory a frézují se zde odvodu vzduchu drážky. Díky těmto drážkám je zajišťováno správné odvodu vzduchu formy. Do vzniklých otvorů jsou vkládány euro ventilky, které zabraňují zatékání gumy do formy.

Dezénové segmenty – segmenty určené pro lisování pneumatik se vyrábí z hliníkových odlitků, které jsou odlévány na slévárně. Do modelu, který je vyfrézován na 5osé frézce z umělého dřeva, jsou vkládány ocelové lamely. Z takto vyhotoveného modelu se vytvoří gumový otisk s vysokou rozměrovou pamětí. Do takto vzniklého otisku jsou znovu vloženy lamely a zhotoví se ze sádry odlévací forma. Po vytvoření odlévací formy, musíme zkontrolovat její kvalitu a odstranit drobné nerovnosti povrchu a ostatní vady. Odlitím formy končí práce ve slévárně a odlitek pokračuje do výroby.

Odlitek je dále opracováván na frézách a soustruhu. Musíme jeho rozměry upravit tak, aby se vzniklá forma vešla do lisovacího kontejneru. Nejpracnější jsou ruční operace na segmentech. Prvním krokem je vyvrtání odvodu, kdy jsou do segmentu vyvrtány tisíce otvorů, do kterých jsou vkládány euro ventilky, které slouží pro odvodu deženu při lisování. Dalším krokem je nespočet ručních operací, které jsou prováděny proškolenými zaměstnanci. Odstraňují vady, které vznikají při odlévání a jsou dopracovány detaily výsledného deženu. (Mechl a Mušínský, 2011, s. 63)

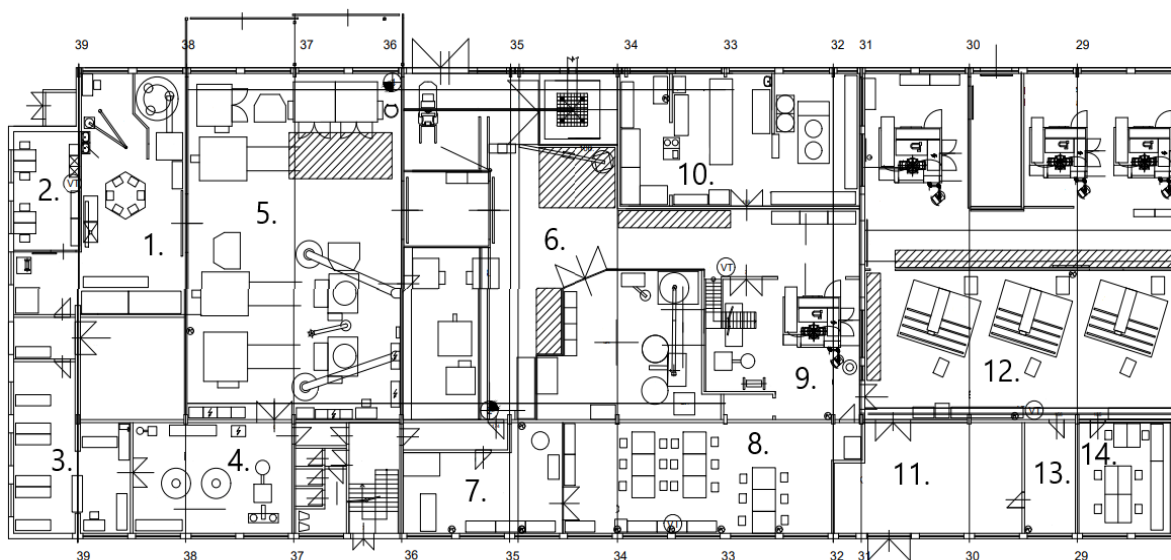


Obr. 4 – Sestava formy pro osobní plášť
(interní zdroj)

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Na začátku procesu výroby formy je spolupráce mezi oddělením konstrukce a vývojovým konstruktérem. Pracovník konstrukce vyhotoví výkresovou dokumentaci, která putuje k programátorům. Výkresovou dokumentací se řídí celá následná výroba. Naprogramovaný model se vyfrézuje, poté tento model putuje na modelárnu, kde jsou do něj vsazeny lamely a následně dojde k zalití silikonem, který po vytvrnutí přesně kopíruje zhotovený model. Po vytvrnutí silikonového modelu, osadíme tento model lamelami, které jsou již součástí formy pro lisování a zalijeme takový model sádrom. Sádrový model, ve kterém jsou již produkční lamely, necháme vysušit a seskládáme jeho jednotlivé části do kruhu. Tento kruh se zaformuje pískovou formou a odleje se hliníkovou slitinou. Po odlití formy se vodou vystříká sádra pryč a zbude nám hotový odlitek, který jde dále ke zpracování.

7.1 Současný layout slévárny

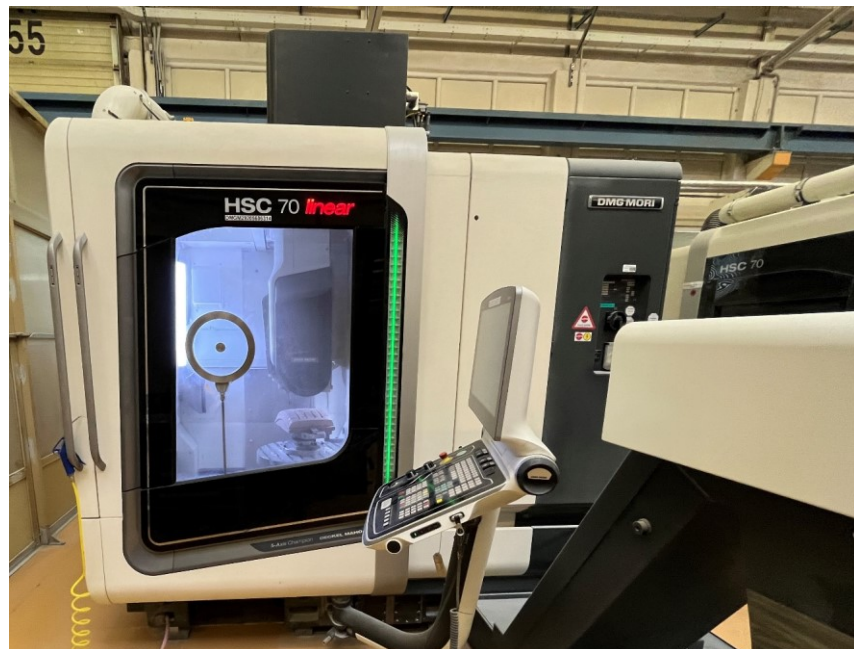


Obr. 5 – Původní layout slévárny (Vl. zpracování)

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Výroba sádrových jader | 2. Dokončování sádrových jader |
| 3. Sklad | 4. Příprava jader |
| 5. Slévárna | 6. Příprava pískových zad |
| 7. Kontrola kvality | 8. Dokončovna modelů |
| 9. Příprava polotovarů | 10. Výroba flexu |
| 11. Sklad slévárna | 12. Frézování modelů |
| 13. Obsluha CNC frézek | 14. Vkládání lamel |

7.2 Frézování modelu

Frézování modelů z umělého dřeva je první a zároveň nejdůležitější operace při výrobě segmentových forem. Tzv. první forma, která tímto vznikne, musí být vysoké kvality, protože od ní se odvíjí výroba dalších opakovaných forem. Zhotovený model se ukládá pro opakované použití. Frézování takových modelů probíhá na 5osé CNC frézce od společnosti DMG a FIDIA. Pro výrobu těchto modelů se používá polymerní dřevo. Materiál pro výrobu modelů je dodáván jako polotovár. Tento materiál má ideální vlastnosti, má hladký povrch, velkou hustotu, minimální pórovitost a je velmi dobře obrobitelný. Vyhrubovaný polotovár se upne do upínacího přípravku.



Obr. 6 – DMG MORI 5osá frézka (Vl. zpracování)

7.3 Vkládání lamel – modelárna

Na vyfrézovaném modelu, který by měl mít požadovaný tvar, provedou technici z oddělení kvality měření 3D geometrie, kde porovnávají vyfrézovaný model s modelem v CADu. Pokud kvalita potvrdí správné rozměry modelu, putuje tento model k dalšímu kroku a tím je osazení lamelami. Modeláři ručně opracují model, odstraní různé vady a nerovnosti, které mohly vzniknout při frézování. Takto opracovaný model osadí lamelami, které musí být vsazeny v toleranci do určité výšky podle výkresové dokumentace. Používané lamely jsou buď z ohýbaného plechu anebo jsou vytisknuty na 3D tiskárně.



Obr. 7 – Model z umělého dřeva osázen lamelami
(VI. zpracování)

7.4 Pryžový odlitek

Dopracovaný model z modelárny jde na další pracoviště a tím je tzv. „flex“ pro výrobu silikonové formy. Silikonová forma je vyrobena z polyadičního silikonového kaučuku, který má vysokou rozměrovou přesnost a tvarovou paměť. Na model je nastříkaný separátor, který nám pomáhá ke snadnějšímu vyjmutí modelu ze silikonové formy. Pro každý jednotlivý rozměr se vyberou dílenské přípravky, které mají tvar půlměsíce. Určíme zadní stranu pro silikonovou formu na základě šablony. Model se správným tvarem půlměsíce a rádiusem ustavíme, vycentrujeme a upneme na něj přípravek. Takto zaformovaný model utěsníme technickou plastelínou a zalijeme materiálem pro výrobu silikonové formy. Po procesu tuhnutí vyjmeme model ze silikonové formy. Pokud proběhne vizuální kontrola v pořádku a model odpovídá požadované kvalitě, putuje forma na další operaci.



Obr. 8 – Pryžový odlitek s lamelami (VI. zpracování)

7.5 Vkládání lamel do pryžového odlitku

Další operací je vkládání lamel. Na tomto pracovišti operátoři osadí silikonový odlitek výrobními lamelami, dle výkresové dokumentace. Takto hotový model přesuneme na pracoviště, kde dojde k odlévání sádrových jader.

7.6 Výroba sádrových jader

Před samotným litím sádry je nejdůležitější příprava správné směsi. V současné době je ruční příprava nahrazena plně automatickou strojní výrobou. Před zalitím hotové formy, je forma ze silikonu vystříkaná separátorem a uzavře se do přípravku, který je utěsněn. Provedeme nástřik sádrovou směsí, která připomíná kaši. Tento první nástřik je silný zhruba 5 mm, poté formu zalijeme celou. Po vytvrdnutí vyjmeme sádrové jádro z formy. Takto hotové jádro je zkontrolováno na přesnost geometrie, přečistíme lamely a přetoky. Zkontrolujeme, zda se při vyjmutí jádra z formy nepohnuly vsazené lamely. Do sádrového jádra jsou vytvořeny technologické vpichy ke zlepšení zabíhavosti. Takto hotová forma putuje do sušící pece, kde projdou jádra sušícím procesem. Po jejich vysušení jsou seskládána do kruhu na licí desku a putují na předposlední operaci před samotným litím, a to je operace předsušení/předehtání formy.



Obr. 9 – Sádrová jádra naskládána do celo kruhu
(VI. zpracování)

7.7 Příprava pískové formy

Důležitým krokem před samotným litím je výroba pískové formy, používáme modelový přípravek, který se skládá z ocelového rámu s dřevěným modelem, vtokovou soustavou a nálitky. Vytvořená forma je zasypana formovací směsí, která je tvořena slévárenským

pískem, tvrdidlem a pojivem. Forma je upěchována a po vytvrnutí se tato písková forma vystříká vodním sklem, abychom předešli erozi při odlévání. Nalepíme filtry, které při odlévání zachycují případné nečistoty a regulují průtok taveniny. Takto připravená písková forma schne 24 hodin a poté je připravena k odlití.



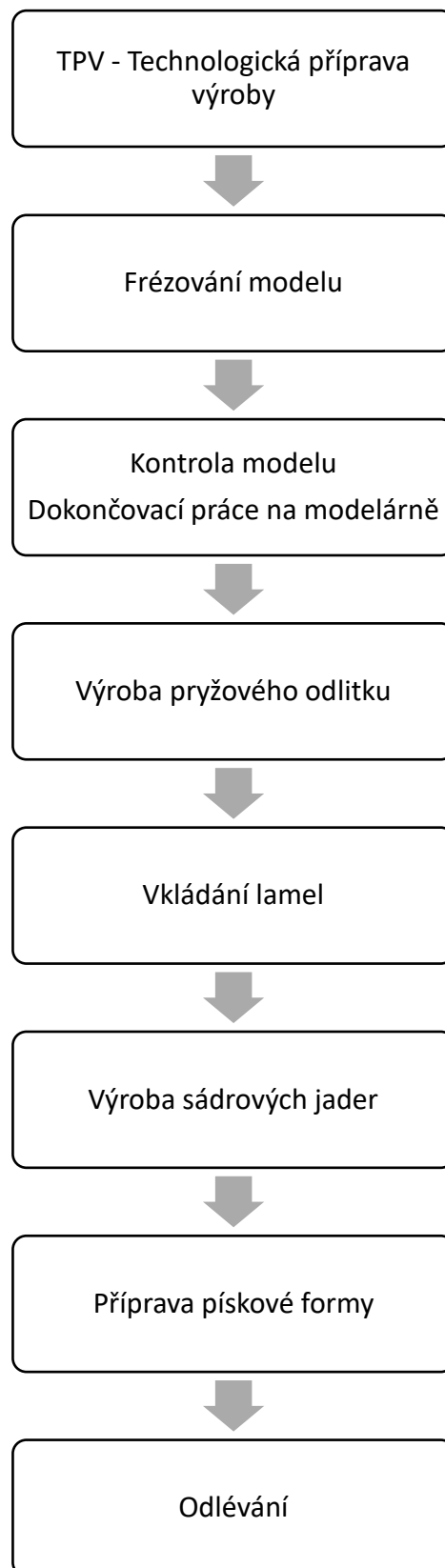
Obr. 10 – Hotová písková záda (VI. zpracování)

7.8 Odlévání

Připravená písková forma a sádrová jádra, která jsou předsušená a seskládaná na licí desce, ustavíme před tavící pec. Utěsníme případné otvory a vystředíme sádrová jádra a pískovou formu. Nyní už přistoupíme k lití taveniny přes vtokový kanálek. Celá forma se zalije taveninou. Odlitek necháme vychladnout a položíme jej na vytloukací rošt, kde je sádrové jádro a formovací směs vytřesena. Odlitek vyjmeme z pískové formy a po odstranění vtokové soustavy a nálitků, provedeme apretaci, kdy vystříkáme surový odlitek od nečistot. Takto hotový odlitek putuje k dalšímu zpracování do výroby.



Obr. 11 – Hotový hrubý odlitek (VI. zpracování)



Obr. 12 – Výrobní tok slévárny (Vl. zpracování)

8 PROCESNÍ ANALÝZA

Procesní analýza je zpracována na výrobní proces lisovací formy, která se skládá z 9 nebo 11 segmentů. V námi sledované výrobě, jsem se zaměřil na 9 segmentové formy, které tvoří 92 % všech vyrobených forem. Bylo provedeno 12 náměrů, ze kterých jsem vyloučil nejnižší a nejvyšší hodnoty. K lepšímu porozumění procesu byly použity rozhovory se zaměstnanci a technologické postupy výroby. Časy procesů byly zprůměrovány a zaokrouhleny na celá čísla. Transporty byly ponechány v původních hodnotách. V procesní analýze jsou popsány všechny operace a činnosti, které se týkají veškeré přípravy při odlévání formy. Měření operací probíhalo na ranní směně. V tomto provozu je většina operací prováděná ve dvou směnách. Frézování modelů probíhá na 12tuhodinových směnách v nepřetržitém harmonogramu. Některé procesy jsou jednosměnné, kvůli technologii, kapacitám a plynulosti výroby je tento současný stav rozložení směn vyhovující. Roční plánovaná výroba je cca 1300 forem, týdně je vyrobeno 28 hrubých odlitků forem v závislosti na objednávkách a vytíženosti výroby. Obsazení směn je následující tabulce (tab. 2):

Tab. 2 – Počet zaměstnanců a směn slévárna (Vl. zpracování)

Pracovní operace	Provoz	Počet zaměstnanců
Hrubování modelů	1 směnný	1
Frézování	4 směnný	8
Modelárna	2 směnný	16
Vkládání lamel	1 směnný	4
Výroba pryžového odlitku	2 směnný	4
Skládání celo kruhu	2 směnný	2
Kontrola	2 směnný	4
Výroba sádry	2 směnný	6
Slévači	1 směnný	5
















V procesní analýze byly používány symboly, které jsou standardizované a vyjadřují činnosti v procesu, vysvětlení symbolů je v následující tabulce (tab. 3).

Tab. 3 - Symboly používané v procesní analýze (VI. zpracování)

Operace	
Transport	
Kontrola	
Skladování	

Procesní analýza (tab. 4) ukazuje, že celkový čas výroby jedné formy je 11 832 min., včetně transportů a kontrol. To je více jak 197 hodin práce na jedné vyrobené formě. Z toho je 1 079 min zaměřených na kontrolu kvality a měření, 131 min na transport a 10 622 min je čas prováděných výrobních operací. Výroba jedné lisovací formy na slévárně je komplexní a složitý proces, který vyžaduje velkou přesnost, proto je potřebné neustále kontrolovat jednotlivé operace na kontrole kvality anebo příslušnými zaměstnanci, aby byla zajištěna požadovaná kvalita.

Tab. 4 - Procesní analýza (VI. zpracování)

č.	činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)
Příprava modelů							
1	Transport materiálu k CNC					16	2,56
2	Zhotoví základní tvar polotovarů						258
3	Transport 1.segmentu na kontrolu					28	4,48
4	Kontrola profilu 1.segmentu						50
4	Transport 1.segmentu na modelárnu					5	1,00
5	Modelář opraví zkoušku modelu						20
6	Transport 1.segmentu na kontrolu					5	0,8
7	Kontroluje zkoušku modelu						275
8	Kontroluje test modelu						80
9	Transport 1. segmentu na frézování					28	1,90
10	Transport vyhrubovaných modelů na frézování					64	8,96
11	Frézování 9 modelů						5441
12	Transport na kontrolu					270	43,2
13	Kontrola měří hotové modely						115
14	Transport na modelárnu					45	7,2
	četnost	3	8	4	0		
	součet					461	6309

Práce na modelárně									
15	Operátor kontroluje lamely			■					163
16	Otisk lamel a vychystání lamel na kontrolu	●							78
17	Transport lamel a otisku na mezioperační kontrolu		→				5	0,80	
18	Dokončení 9 modelů	●							1765
19	Transport modelů na kontrolu		→				45	7,20	
20	Kontrola modelů			■					45
21	Transport do výroby pryžových modelů		→				32	5,12	
	četnost	2	3	2	0				
	součet						82	2064	
Výroba pryžového odlitku									
22	Přeměření lamel a celková kontrola modelu			■					44
23	Kontrola a příprava modelů pro odlití			■					36
24	Příprava formy pro odlití flexu	●							208
25	Příprava a lití flexu	●							23
26	Dokončení flexu pro 9 dílů	●							73
27	Balí modely do smršťovací fólie	●							20
28	Transport na vkládání lamel		→				33	5,28	
	četnost	4	1	2	0				
	součet						33	410	
Práce na vkládání lamel									
29	Čistí flexibelový odlitek	●							54
30	Operátor kontroluje úplnost lamel			■					15
31	Vkládá lamely do 9 odlitků	●							277
32	Střihá lamely v dělení	●							60
33	Kontroluje vkládání lamel			■					34
34	Transport na sádru		→				67	10,72	
	četnost	3	1	2	0				
	součet						67	450	
Práce na sádře									
35	Ustavuje jaderníky v licích přípravcích	●							14
36	Utěsňuje licí přípravek	●							13
37	Mísí sádru	●							43
38	Provádí nástřik základní vrstvy	●							14
39	Lití sádry	●							60
40	Odformuje jaderník STA	●							12
41	Vyjme sádrová jádra z jaderníků	●							12
42	Čistí jaderník	●							11
43	Transport na kontrolu		→				23	3,68	
44	Kontrola jader			■					10
45	Kontrola profilu sádrových jader			■					90
46	Transport na dokončení sádrových jader		→				31	4,96	
	četnost	8	2	2	0				
	součet						54	287	
Práce na dokončení sádrových modelů									
47	Začistí jádra	●							168
48	Zhotoví vpichy	●							66
49	Kontroluje výšku lamel			■					64
50	Kontroluje jádra			■					30
51	Transport a vložení do vysoušecí pece		→				15	2,40	
52	Suší sádrová jádra	●							1320
53	Transport na operaci sládání do kruhu		→				18	2,88	
	četnost	3	2	2	0				
	součet						33	1654	

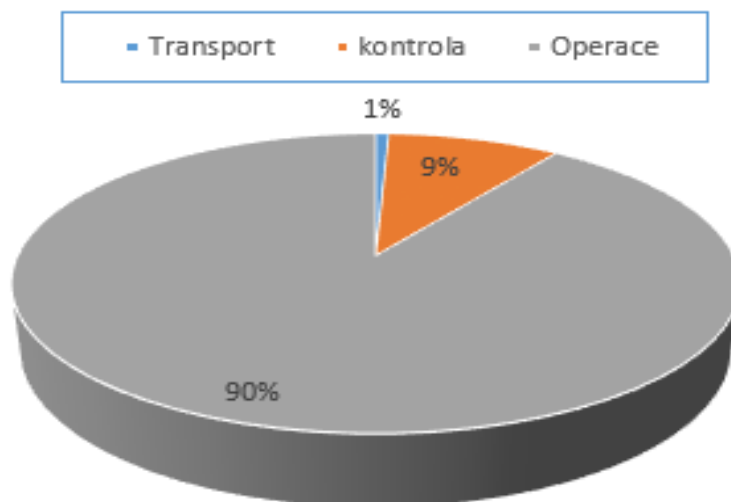
Práce na skládání do kruhu							
54	Suší sádrový celokruh před litím	●					50
55	Skládání jader do celokruhu	●					64
56	Ustaví licí desku na kruhový stůl	●					15
57	Měří délky jader	●					12
58	Řeže délky jader	●					12
59	Ustaví jádra do celokruhu	●					12
60	Kontroluje jádra sestavená do kruhu			■			13
61	Transport na slévárnu		➔				12
	četnost	6	1	1	0		
	součet					12	180
Práce na přípravě pískových zad							
62	Transport modelového přípravku		➔				23
63	Ustaví modelové zařízení a rám na form.stůl	●					5
64	Osadí model vtokovou soistavou	●					5
65	Mísí formovací materiál	●					11
66	Formuje pískové formy v rámu - ZD	●					73
67	Odformuje model a vtokovou soustavu	●					11
68	Provádí nástřik vodním sklem	●					13
69	Lepí filtry a izolaci	●					11
70	Transport na slévárnu ke kompletaci		➔				24
	četnost	7	2	0	0		
	součet					47	136,5
Slévárna							
71	Kontroluje celokruh před odléváním			■			15
72	Vsázkování a příprava odlévání taveniny	●					18
73	Očkuje taveninu	●					13
74	Rafinuje taveninu	●					2
75	Stahuje strusku	●					18
76	Měří index naplynění	●					5
77	Sestavení formy	●					28
78	Zalije formu	●					26
79	Vyplní licí protokol	●					5
80	Transport na vytloukání		➔				20
81	Vytloukání odlitku	●					204
82	Transport do výroby		➔				60
	četnost	9	2	1	0		
	součet					80	342
Celkem							
	četnost						
	součet	45	22	16	0	869	11832

Celkem je prováděno 45 pracovních operací, 22 transportů a 16 kontrol. V tomto čase jsou zahrnuty i operace, které zlepšují technologické vlastnosti pro následné odlévání. Jedná se o sušení sádrových jader, které je nastaveno na 1 320 min. a mezi časově nejnáročnější operace patří frézování všech 9 modelů. Čas pro výrobu se v závislosti na složitost požadované formy liší. Z měření jsme zjistili, že průměrný čas frézování 9 modelů trvá 5 441 min a ruční

opracování vyfrézovaných modelů trvá průměrně 1 765 min. V grafu (obr. 13) je znázorněn podíl činností na celkový čas výroby.

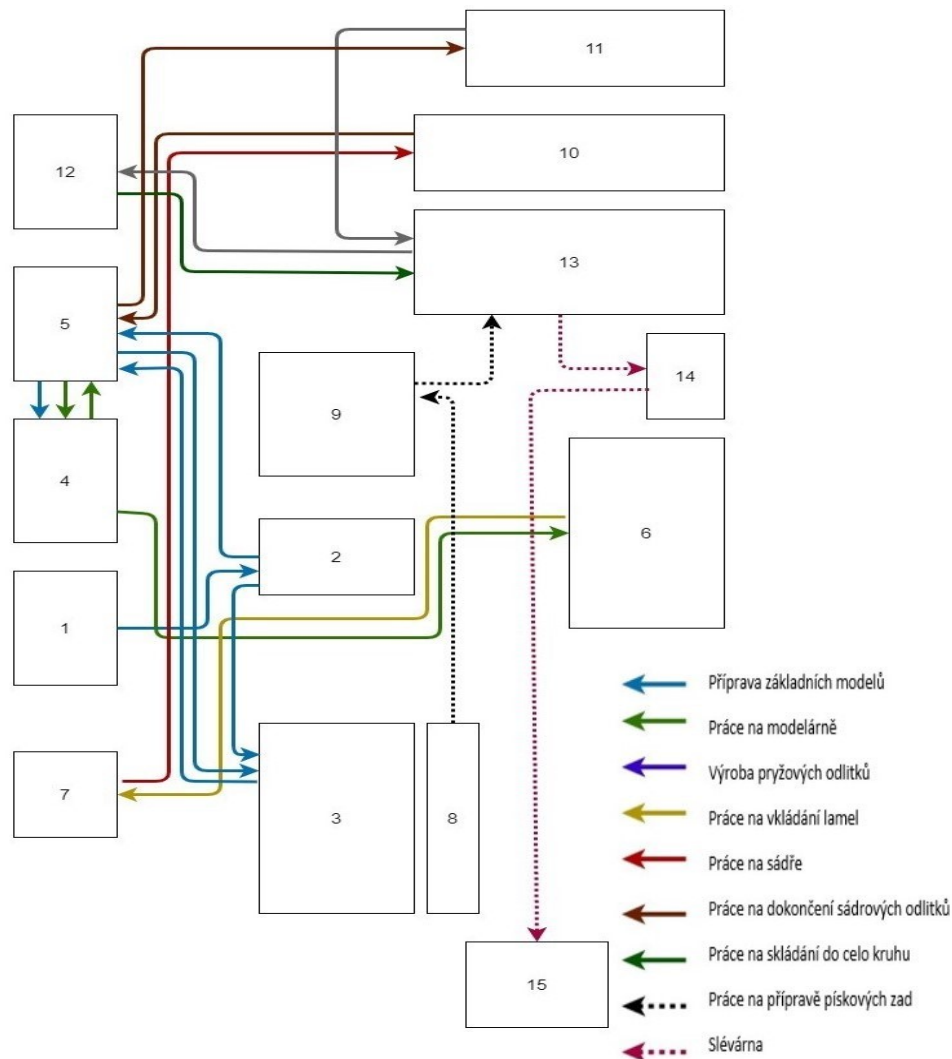
Obr. 13 – Koláčový graf (VI. zpracování)

Podíl činností na celkovém času výroby



8.1 Současný layout

Na obrázku (obr. 14) je znázorněn materiálový tok výroby, který byl vytvořen pomocí Spaghetti diagramu.



Obr. 14 – Spaghetti diagram, stávající výrobní layout
(VI. zpracování)

Legenda k materiálovému toku:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 - Sklad materiálu | 2 - Hrubovací frézka |
| 3 - 5osé frézky | 4 - Modelárna |
| 5 - Kontrola | 6 - Výroba pryžových odlitků |
| 7 - Skládání lamel | 8 - Umístění modelových přípravků |
| 9 - Výroba pískových zadních dílů | 10 - Výroba sádrových odlitků |
| 11 - Dokončení sádrových odlitků | 12 - Příprava jader do celo kruhu |
| 13 - Slévárna | 14 - Vytluokání a očištění odlitku |
| 15 - Následná výroba | |

Layout pro materiálový tok byl vytvořen na základě procesní analýzy a dle skutečného rozmístění pracovišť ve výrobě. V layoutu je znázorněno celkem 9 cest materiálového toku, na jejichž konci je hotový hrubý odlitek formy.

1. Layout začíná (světle modrá šipka) navezením materiálů (umělého dřeva) z materiálového skladu 1, k hrubovací frézce na pracoviště 2, odkud první vyhrubovaný kontrolní model putuje na kontrolu 5, kde je přeměřen. Pokud je vše v pořádku putuje tento model na vyfrézování dezénu 3. Ze stanoviště 2 putuje zbytek vyhrubovaných modelů na pracoviště 3. Po vyfrézování dezénu, přemístíme všechny hotové modely zpět na kontrolu 5 a poté na pracoviště 4, kde jsou tyto vyfrézované modely ručně opracovány a jsou osázeny ocelovými lamelami.
2. Pohyb vyfrézovaných modelů (zelená barva), které jsou opracovávány na pracovišti 4, zkontrolovány na pracovišti 5, vrací se na pracoviště 4 a odtud putují na pracoviště 6.
3. Na pracovišti 6 jsou vytvořeny pryžové modely a od tohoto pracoviště je značen tok materiálu (žlutá barva) na pracoviště číslo 7.
4. Cesta pryžových odlitků (červená barva), které putují z pracoviště 7 na pracoviště 10, kde jsou vytvořeny sádrové odlitky.
5. Hotové sádrové odlitky (hnědá barva) putují z pracoviště 10 na 5 a 11.
6. Cesta odlitků (šedá barva) z pracoviště 11 do vysoušecích pecí, které jsou umístěny na pracovišti 13 a odtud na skládání do celo kruhu na pracoviště 12.
7. Na pracovišti 12 je sádrová forma naskládána a putuje (tmavě zelená barva) na pracoviště 1 a 3, kde je slévárna.
8. V tomto kroku (přerušovaná černá barva), operátor ze stanoviště 8, bere modelový přípravek a ten putuje na pracoviště 9, kde probíhají práce na přípravě pískových zad a vše putuje na pracoviště 13, ke kompletaci se sádrovou formou ze stanoviště 12.
9. Poslední krok (přerušovaná růžová barva), ve kterém jde odlitá forma ze slévárny 13 na vytloukání 14 a poté hotový hrubý odlitek putuje do výroby 15.

8.2 Nedostatky ve výrobě

Při rozhovorech se zaměstnanci, vedoucími a při pozorování výroby jsme identifikovali tyto nedostatky:

- Špatně uskladněné modelové přípravky – Modelové přípravky, které se používají pro výrobu pískových zad, jsou naskládány podél zásobovací a přepravní uličky (obr. 15) a také různě po výrobě (obr. 16). V případě změny ve výrobě je nutné tyto modelové přípravky dohledávat, protože nemají určené místo. Řešením by bylo určit jim prostor, kde by bylo možné je všechny vměstnat, aby byly na jednom místě a ideálně dostupné.



Obr. 15 – Modelové přípravky podél uličky
(VI. zpracování)



Obr. 16 – Modelový přípravek před sušící pecí
(VI. zpracování)

- Malé skladové prostory pro sádro – V současném layoutu je sádra umístěna přímo ve výrobě sádrových jader a kapacita skladů pro sádro je pro 15 palet. V případě nové dodávky je sádra umístěna ve skladu a pokud se nevejde do regálů, které jsou umístěny přímo ve výrobě sádrových jader, jsou tyto palety umístěny přímo před regály nebo jsou dočasně uskladněny v hutním skladu. Pro spotřebu sádry je ideální kapacita regálů pro 24 palet. Současný sklad je nedostačující kapacitou, je nepřehledný a je nutné hledat nové umístění v rámci změn, které budou ve výrobě provedeny. Pokud bychom se chtěli dostat k sádře, která je umístěna na obrázku (obr. 17), musíme přesunout vozíky na volné místo a musíme dávat velký pozor, abychom neshodili sádrová jádra, které jsou umístěna na vozících. Navíc pokud bychom chtěli sundat z vrchních pater paletu se sádro, musíme tento prostor vyklidit, aby bylo možné najet vysokozdvížným vozíkem, což vyžaduje další zbytečnou manipulaci s vozíky.



Obr. 17 – Umístění sádry (Vl. zpracování)

- Zastaralé výrobní zařízení – Výrobní zařízení, které se používá je již zastaralé a je třeba vyměnit stroje za novější a výkonnější, které nejsou tak náročné na energetickou spotřebu. Na obrázku (obr.18) vidíme starší sušící pec, která bude nahrazena novější, výkonnější a již vyzkoušenou sušící pecí (obr.19), která se již ve výrobě používá. Celkově bude ve výrobě nakoupeno 6 sušících pecí, 3 stříkací komory, 2 nové tavicí pece a 1 přehřívací pec.



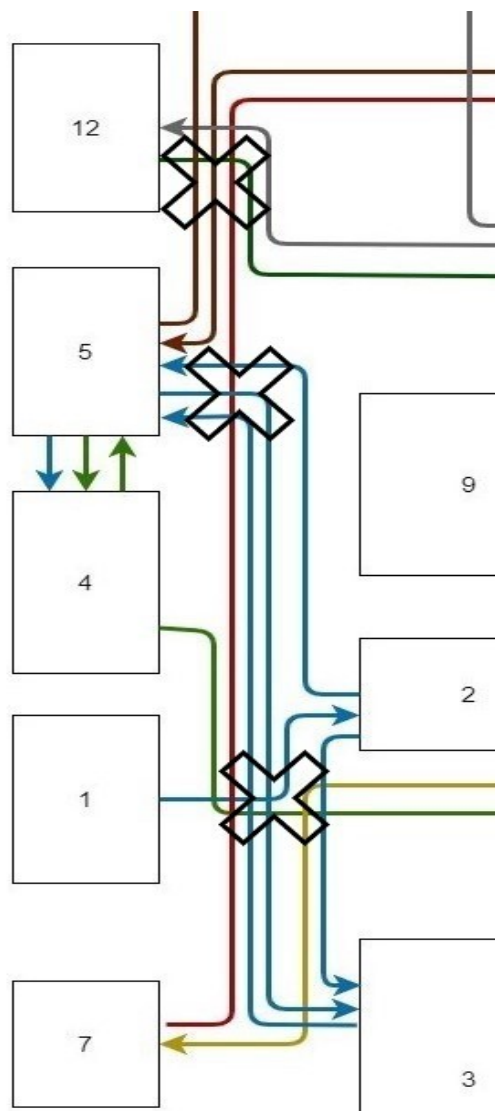
Obr. 18 –Starší sušicí pec
(VI. zpracování)



Obr. 19 – Nová sušicí pec
(VI. zpracování)

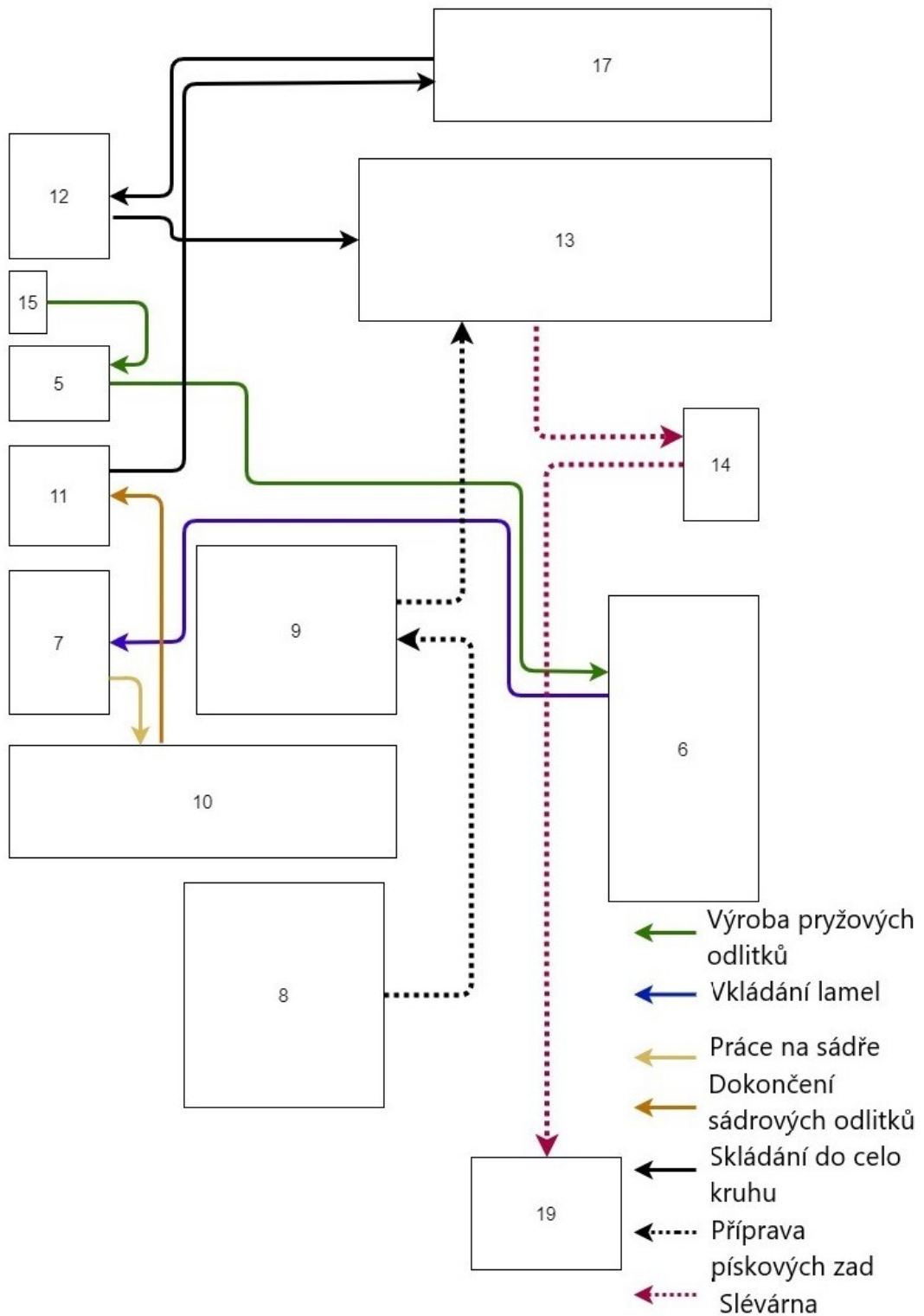
- Nevhodně rozložené výrobní operace – Na sestaveném spaghetti diagramu (obr. 14) i z procesní analýzy (tab. 3) vidíme, že rozložení výrobních operací není ideální. Pokud nám to stávající a nová výrobní hala dovolí, přesuneme výrobní operace tak, aby na sebe lépe navazovaly a proces se stal plynulejší. Spaghetti diagram, který je sestaven z průměrných naměřených časů se týká jedné vyrobené formy za ideálních

výrobních podmínek. To znamená, že proces je plynulý a není důvod k dalšímu křížení výroby. Denně je vyrobeno přibližně 5 až 6 forem. Při takovém objemu vyrobených forem dochází ke křížení cest zaměstnanců, protože tuto část výroby obsluhuje téměř 50 zaměstnanců. Na obrázku (obr. 20), vidíme, že nejvytíženější místa jsou přesun materiálu u kontroly, před přípravou jader do celokruhu a v prostoru mezi skládáním lamel, skladem, modelárnou a hrubovací frézou. Tento stav chceme po sestavení nového layoutu napravit a vyhnout se těmto kolizním místům.

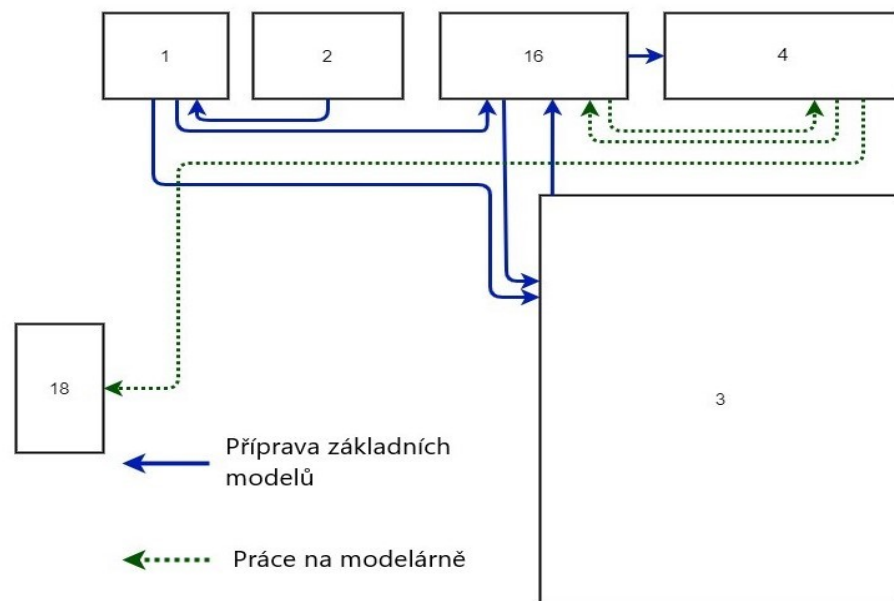


Obr. 20 - Nejvytíženější místa v procesu (VI. zpracování)

9 MATERIÁLOVÝ TOK PO OPTIMALIZACI



Obr. 21 - Spaghetti diagram nový výrobní layout (VI. zpracování)



Obr. 22 - Spaghetti diagram nová hala (VI. zpracování)

Legenda k materiálovému toku (obr. 21-22):

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 – Sklad materiálu | 2 – Hrubovací frézka |
| 3 – 5osé frézky | 4 – Modelárna |
| 5 – Kontrola | 6 – Výroba pryžových odlitků |
| 7 - Skládání lamel | 8 – Sádra a modelové přípravky |
| 9 - Výroba pískových zadních dílů | 10 – Výroba sádrových odlitků |
| 11 – Dokončení sádrových odlitků | 12 – Příprava jader do celo kruhu |
| 13 – Slévárna | 14 – Vytluokání a očištění odlitku |
| 15 – Vstup | 16 – Kontrola |
| 17 – Vysoušecí pece | 18 – Transport do výroby/sklad |
| 19 – Následná výroba | |

Protože sled procesů z vypracované procesní analýzy je neměnný a úpravou layoutu nedošlo k žádným změnám. Byl na jeho základě vypracován materiálový tok pro nové rozmístění výrobní layoutu ve stávající výrobní hale a v nové výrobní hale. Materiálový tok ve stávající výrobní hale (obr. 21) je následující:

1. Materiál (znázorněn zeleně) přichází na vstup do výroby, z nové výrobní haly v případě, že se jedná o první formu anebo ze skladu již hotových modelů. Pokud se jedná o první formu, ta ihned putuje od vstupu 15 do výroby pryžových modelů pracoviště 6. V případě, že se jedná o již hotové modely, které jsou umístěny ve

skladu modelů, putují tyto modely, ještě na kontrolu, pro zkontrolování kvality, zda nedošlo při přesunu nebo uložení k jejich poškození.

2. Odtud putují hotové pryžové modely (vyznačeno žlutě) z pracoviště 6 na pracoviště 7.
3. V dalším kroku (tmavě žlutá barva) putují z pracoviště 7, hotové pryžové odlitky osázené lamelami na přípravu sádrových jader na pracoviště 10.
4. Z pracoviště 10 (černá barva) putují na pracoviště 11, kde jsou sádrová jádra opracována na pracovišti 5 zkontrolována a poté jsou přesunuta na pracoviště 18, kde dochází k technologickému procesu vysoušení sádrových jader, aby při odlévání nepopraskala. Po tomto technologickém procesu putují na pracoviště 12, kde jsou skládána do celo kruhu.
5. Z tohoto pracoviště 12 (tmavě zelená), putuje nachystaný model k odlévání na slévárnu 13.
6. V tomto kroku (přerušovaná černá barva), operátor z nového skladu 8, bere požadovaný modelový přípravek a ten putuje na stanoviště 9, kde probíhají práce na přípravu pískových zad a vše putuje na slévárnu 13 ke kompletaci se sádrovou formou z pracoviště 12.
7. V posledním kroku jde odlitá forma ze slévárny 13 na vytloukání 14 a poté hotový hrubý odlitek putuje do následné výroby 19.

V novém výrobním layoutu (obr. 22) jsou pracovní operace v následujícím pořadí:

1. V novém výrobním layoutu (modrá barva) začíná výroba navedením materiálů ze skladu 2, k hrubovací frézce na pracoviště 1, odkud vyhrubovaný model putuje na kontrolu 16, kde je přeměřen a zkontrolován. Pokud je vše v pořádku, putuje tento vyhrubovaný model na pracoviště 3. Ze stanoviště 1 putuje zbytek vyhrubovaných modelů na pracoviště 3. Po vyfrézování dezénu, přemístíme všechny hotové modely zpět na kontrolu 16 a poté na pracoviště 4, kde jsou tyto vyfrézované modely ručně opracovány a jsou osázeny ocelovými lamelami.
2. Takto hotový model putuje znovu na kontrolu 16 a poté zpět na modelárnu 4. Dokud není splněna požadovaná kvalita opracovaných modelů. Po dokončení prací putují hotové modely na stanoviště 18, dle plánu výroby putují na sklad nebo do výroby, kde jsou dopracovány až po hotovou odlitou formu.

V nově uspořádaném layoutu ve stávající výrobě (obr. 21) můžeme vidět oproti původnímu (obr. 14) layoutu zjednodušení v toku materiálu, kterého jsme chtěli dosáhnout. Příprava modelů a práce na modelárně byly přesunuty do nové výrobní haly, aby se usnadnila úprava materiálového toku. Ročně je výrobní plán stanoven na 1300 forem, z těchto 1300 forem je polovina, tj. 650 ks, tzv. první forma. To znamená, že tato první forma projde tímto celým procesem od TPV až po hotovou odlitou formu. Druhá polovina naplánovaných forem pro výrobu má již hotový model z umělého dřeva osázen lamelami a vozí se do výroby ze skladu, který je v areálu Continental Barum s.r.o. Tyto modely budou dle nového uspořádání ihned převezeny do stávající výrobní haly a na nové výrobní hale (obr. 22) se budou vyrábět pouze první formy, které budou také převáženy do výroby nebo do skladů. Vzhledem k plánování výroby, která se vždy plánuje na následující týden, je tento stav dostačující.

9.1 Simulace procesní analýzy nového layoutu

V tabulce (tab. 6) je zpracovaná procesní analýza v nové výrobní hale. Do nové výrobní haly bude přesunuta část kontroly, hrubovací frézka, 5osé frézky a modelárna. Přesunutím těchto operací bude uvolněn prostor ve stávající výrobě. Tímto krokem se vzdálenosti mezi operacemi sníží z 543 metrů na 418 metrů a čas se zkrátí ze 74,26 min na 62,70 min. To operátorům ušetří přepravní vzdálenost a čas který stráví transportem se sníží o 16 %.

Tab. 5 – Simulovaný stav procesní analýzy v nové hale (VI. zpracování)

č.	činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)
Příprava modelů							
1	Transport materiálu k CNC		➔			12	1,8
2	Zhotoví základní tvar polotovarů	●					258
3	Transport 1.segmentu na kontrolu		➔			12	1,8
4	Kontrola profilu 1.segmentu			■			50
4	Transport 1.segmentu na modelárnu		➔			7	1,05
5	Modelář opraví zkoušku modelu	●					20
6	Transport 1.segmentu na kontrolu		➔			7	1,05
7	Kontroluje zkoušku modelu			■			275
8	Kontroluje test modelu			■			80
9	Transport na frézování		➔			5	0,75
10	Transport vyhrubovaných modelů na frézování		➔			80	12
11	Frézování 9 modelů	●					5441
12	Transport na kontrolu		➔			108	16,2
13	Kontrola měří hotové modely			■			115
14	Transport na modelárnu		➔			90	13,5
	četnost	3	8	4	0		
	součet					321	6287
Práce na modelárně							
14	Operátor kontroluje lamely			■			163
15	Otisk lamel a vychystání lamel na kontrolu	●					78
16	Transport lamel a otisku na mezioperační kontrolu		➔			7	1,05
17	Dokončení 9 modelů	●					1765
18	Transport modelů na kontrolu		➔			63	9,45
19	Kontrola modelů			■			45
20	Transport do výroby		➔			27	4,05
	četnost	2	3	2	0		
	součet					97	2065

Časy výrobních operací zůstávají neměnné, mění se rozložení a návaznost operací ve výrobě. Layout výroby je zpracován v programu AutoCAD 1:1. Díky tomu bylo možné simulovat vzdálenosti jednotlivých výrobních operací a pomocí koeficientu, který jsme si stanovili na základě předchozí procesní analýzy, jsme přepočítali doby transportů. Přesunutím těchto operací klesla celková vzdálenost, kterou operátoři urazí přesunem materiálu, o 187 metrů na jednu vyrobenou formu. V původním materiálovém toku operátoři při přesunu výrobků urazili 869 metrů a v nově uspořádaném layoutu je to 682 metrů. Ve stávající výrobě klesla původní přepravní vzdálenost ze 326 metrů a 47,6 minut na jednu formu na 264 metrů a 36,3 minut. Čas strávený transportem se snížil o 24 % na 1 vyrobenou formu ve stávající výrobní hale. Pro operátory se tím snížila doba, která je potřebná pro manipulaci s modelovými přípravky a segmenty, což má také pozitivní vliv na ergonomii. V případě výroby 6 forem denně, je celková ušetřená vzdálenost pro transport přibližně 1 122 metrů a čas ušetřený transportem pro výrobu 6 forem je 137 minut. tabulce (tab. 7) je zpracovaná procesní analýza pro stávající výrobu po úpravě layoutu.

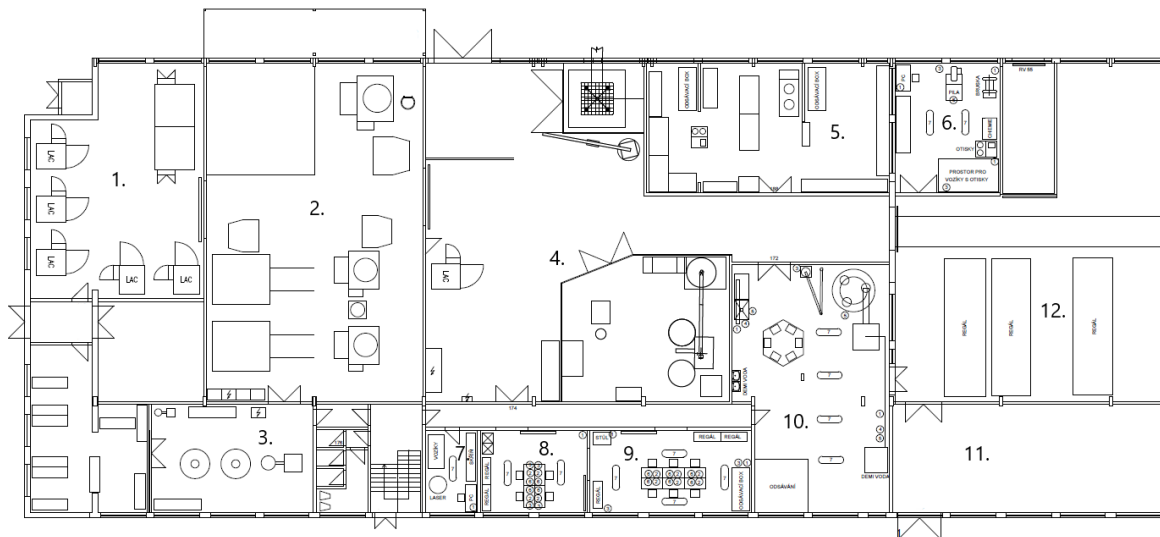
Tab. 6 – Simulovaný stav procesní analýzy po úpravě layoutu (VI. zpracování)

č.	činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)
Výroba pryžového odlitku							
21	Transport do výroby pryžových odlitků		➔			34	5,1
22	Přeměření lamel a celková kontrola modelu			■			44
23	Kontrola a příprava modelů pro odlití			■			36
24	Příprava formy pro odlití flexu	●					208
25	Příprava a lití flexu	●					23
26	Dokončení flexu pro 9 dílů	●					73
27	Balí modely do smršťovací fólie	●					20
28	Transport na vkládání lamel		➔			17	2,55
	četnost	4	2	2	0		
	součet					51	413
Práce na vkládání lamel							
29	Čistí flexibelový odlitek	●					54
30	Operátor kontroluje úplnost lamel			■			15
31	Vkládá lamely do 9 odlitků	●					277
32	Střihá lamely v dělení	●					60
33	Kontroluje vkládání lamel			■			34
34	Transport na sádru		➔			5	0,75
	četnost	3	1	2	0		
	součet					5	440

Práce na sádře							
35	Ustavuje jaderníky v licích přípravcích	●					14
36	Utěsňuje licí přípravek	●					13
37	Mísí sádro	●					43
38	Provádí nástřik základní vrstvy	●					14
39	Lití sádry	●					60
40	Odformuje jaderník STA	●					12
41	Vyjme sádrová jádra z jaderníků	●					12
42	Čistí jaderník	●					11
43	Transport na kontrolu		→			17	2,55
44	Kontrola jader			■			10
45	Kontrola profilu sádrových jader			■			90
46	Transport na dokončení sádrových jader		→			5	0,75
	četnost	8	2	2	0		
	součet					22	282
Práce na dokončení sádrových modelů							
47	Začistí jádra	●					168
48	Zhotoví vpichy	●					66
49	Kontroluje výšku lamel			■			64
50	Kontroluje jádra			■			30
51	Transport a vložení do vysoušecí pece		→			32	4,8
52	Suší sádrová jádra	●					1320
53	Transport na operaci sládání do kruhu		→			15	2,25
	četnost	3	2	2	0		
	součet					47	1655
Práce na skládání do kruhu							
54	Suší sádrový celokruh před litím	●					50
55	Skládání jader do celokruhu	●					64
56	Ustaví licí desku na kruhový stůl	●					15
57	Měří délky jader	●					12
58	Řeže délky jader	●					12
59	Ustaví jádra do celokruhu	●					12
60	Kontroluje jádra sestavená do kruhu			■			13
61	Transport na slévárnu		→			12	1,8
	četnost	6	1	1	0		
	součet					12	180
Práce na přípravě pískových zad							
62	Transport modelového přípravku		→			23	3,68
63	Ustaví modelové zařízení a rám na form.stůl	●					5
64	Osadí model vtokovou soistavou	●					5
65	Mísí formovací materiál	●					11
66	Formuje pískové formy v rámu - ZD	●					73
67	Odformuje model a vtokovou soustavu	●					11
68	Provádí nástřik vodním sklem	●					13
69	Lepí filtry a izolaci	●					11
70	Transport na slévárnu ke kompletaci		→			24	3,84
	četnost	7	2	0	0		
	součet					47	136,5

Slévárna							
71	Kontroluje celokruh před odléváním			■			15
72	Vsázkování a příprava odlévání taveniny	●					18
73	Očkuje taveninu	●					13
74	Rafinuje taveninu	●					2
75	Stahuje strusku	●					18
76	Měří index naplynění	●					5
77	Sestavení formy	●					28
78	Zalije formu	●					26
79	Vyplní licí protokol	●					5
80	Transport na vytloukání		→			20	3,2
81	Vytloukání odlitku	●					204
82	Transport do výroby		→			60	5
	četnost	9	2	1	0		
	součet					80	342
Celkem							
	četnost						
	součet	45	23	16	0	682	11801

9.2 Nový výrobní layout



Obr. 23 - Nový layout slévárny (VI. zpracování)

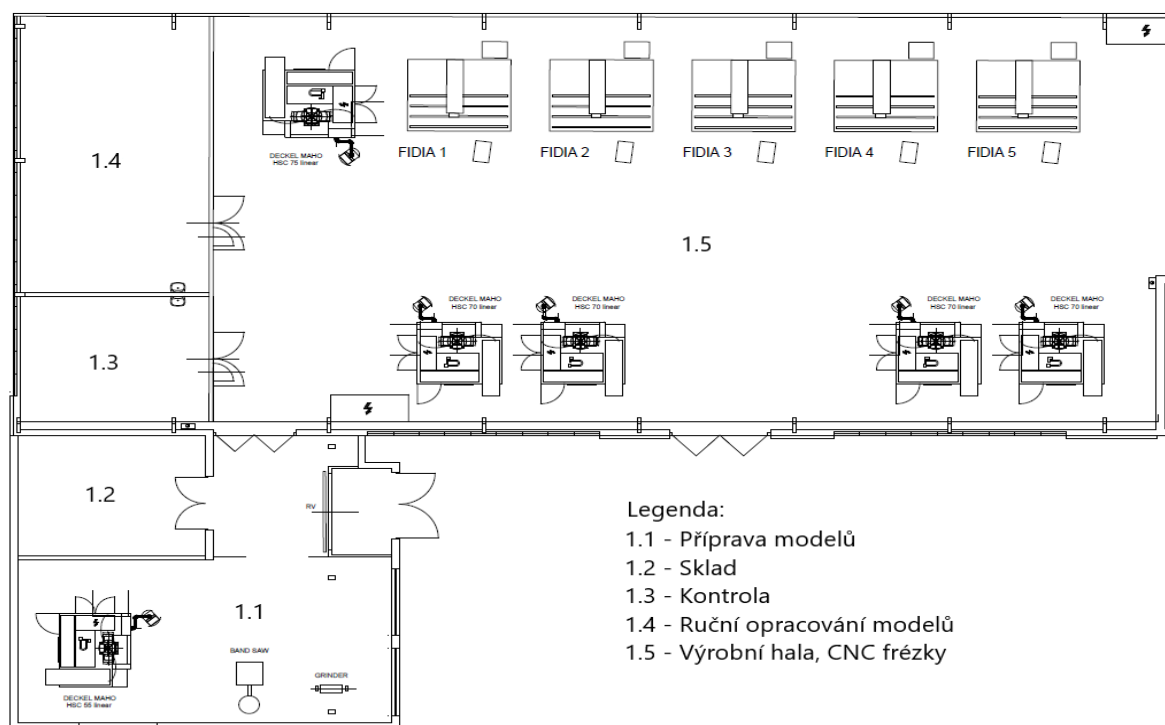
Legenda:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Vysoušecí pece | 2. Slévárna |
| 3. Skládání celo kruhu | 4. Příprava pískových zad |
| 5. Výroba pryžových odlitků | 6. Výroba pryžových odlitků č.2 |
| 7. Kontrola | 8. Dokončení sádrových jader |
| 9. Vkládání lamel | 10. Příprava jader |
| 11. Sklad | 12. Sklad sádry a modelových přípravků |

Nový výrobní layout (obr. 23) byl upraven tak, jak nám to výrobní hala dovoluje. Některé procesy nebylo možné přesunout a bylo nutné zachovat jejich stávající rozmístění. Jedná se o slévárnu, přípravu pískových zad, přípravu pryžových odlitků a pracoviště pro skládání do celokruhu. Hrubovací frézka, část kontroly a 5osé frézky budou přesunuty do nového výrobního prostoru. Tyto výrobní operace stojí na začátku celého procesu a z hlediska výrobního toku musí být u sebe. Největší smysl dává přesunutí právě těchto operací do nové výrobní haly. Přesunutím výrobních operací je uvolněn větší prostor pro výrobu, která zůstala na stávající výrobní hale. Díky přesunu 5osých frézek vznikne nový prostor pro umístění sádry a modelových přípravků, v tomto prostoru bude nutné vymyslet regálové rozmístění. Řešení pro tento prostor je v následující kapitole.

Pracoviště pro výrobu pryžových odlitků bylo možné zvětšit, respektive přidat pomocné pracoviště. Příprava jader byla přesunuta k nově vzniklým skladovým prostorům, které splňují kapacitní požadavky na ukládaný materiál. Kapacitně je sklad v pořádku, takže není potřeba skládat přípravky různě po výrobě nebo do uliček, jako tomu bylo u původního výrobního layoutu. Pracoviště pro přípravu sádrových jader je hned naproti pracovišti 5 a 6, kde se tvoří pryžové odlitky. Navazující výrobní operace pro vkládání lamel a dokončení sádrových jader jsou nově umístěny hned vedle kontroly. Prostor pracovišť 1,2,3 zůstal více méně stejný, slévárna zůstala na svém místě, skládání do celo kruhu zůstalo také na svém místě a na pracoviště číslo 1 byly sjednoceny stroje, které slouží k technologické operaci. Příprava zadních pískových dílů zůstala také na svém místě. Díky nově vzniklému skladu a přesunutí vysoušecích pecí do jednoho prostoru je na tomto pracovišti více prostoru.

VFC dostala k dispozici novou výrobní halu (obr. 24). Do nové výrobní haly bude přesunuta hrubovací fréza, sklad materiálu potřebný pro hrubovací frézku, 5osé frézky určené pro frézování modelů, část kontroly a modelárna. Výroba bude uspořádána následujícím způsobem.



Obr. 24 - Nová výrobní hala (VI. zpracování)

10 NOVÉ UMÍSTĚNÍ SÁDRY A MODELOVÝCH PŘÍPRAVKŮ

Ve výrobě bylo nutné navrhnout skladové řešení pro ukládání sádry. Dle původního layoutu byla uložena v prostoru, kde jsou vyráběna sádrová jádra v regálu u stěny (obr. 26). Zde bylo umístěno 15 palet ve 3 patrech. Modelové přípravky nemají určený úložný prostor, ale jsou naskládány podél středové uličky, která protíná celou výrobu forem (obr. 25).



Obr. 25 - Umístění modelových přípravků (VI. zpracování)



Obr. 26 - Umístění palet se sádrou (VI. zpracování)

V rámci změny výrobního layoutu byl určený prostor, do kterého bylo nutné rozvrhnout regály tak, aby se zde vešlo 22 modelových přípravků. Z 22 modelových přípravků je 7 nejpoužívanějších, 3 středně používané a 12 velmi málo používaných. Nově vzniklý prostor bude využit k uskladnění sádry. Na jedné paletě je 40 ks sádrových pytlů po 20 kg tj. 800 kg sádry. Sádra je zpracovávána na základě metody FIFO, doba uleželosti je

3 až 4 týdny. Tato doba uleželosti je důležitá, protože pokud bychom sádrou zpracovali dříve, její vlastnosti jsou pro nás nežádoucí. Velikost jedné dávky je 12 palet.

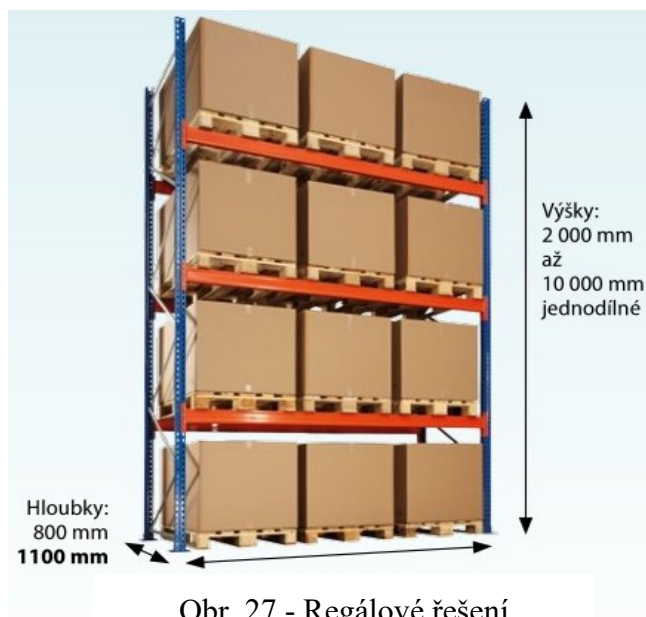
Velikost jedné dávky: $12 \times 20 \times 40 = 9\,600$ kg.

Ročně je spotřebováno 86 400 kg sádry, která slouží pro výrobu 1300 forem. Počet dávek ročně je: $86400/9600 = 9$.

Týdně je vyrobeno 28 forem, které se skládají z 10 sádrových jader. Většinou se jedná o 9 segmentové formy, ale běžně se přidávají 2-3 tzv. slepá jádra. Pro tuto výrobu se spotřebuje cca 1,6 palet sádry týdně. 24 palet vystačí na 15 týdnů výroby. Pokud je zpracováno přibližně 30-35 % zásob, tj. 9 palet sádry, je dodána nová zásoba v čase tak, aby byla splněna doba uleželosti. Takže 3 palety sádry nám slouží jako pojistná zásoba, než bude možné zpracovat nově přivezenou sádro. Interval dodávek je přibližně každých 6 týdnů, za tuto dobu je zpracováno 9 palet sádry a pojistná zásoba 3 palet je dostačující.

10.1 Regály a uložení

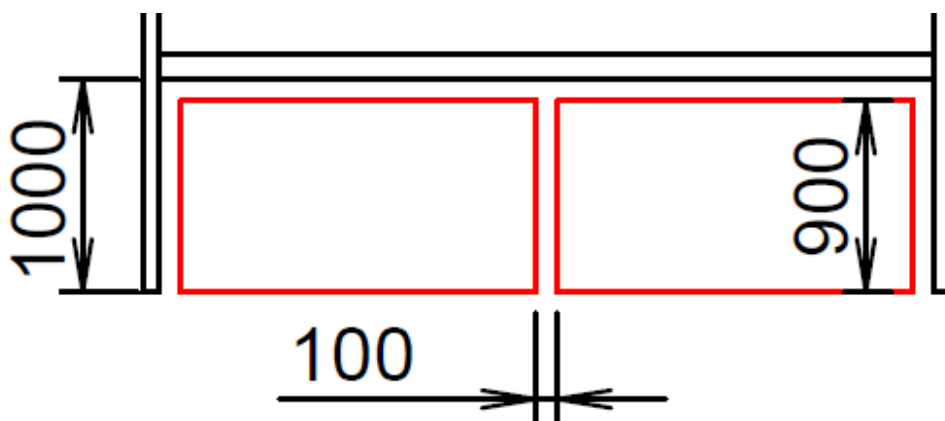
Pro toto řešení byl určen dodavatel náradí společnost Hofmann Group. V jejich katalogu pro zařízení provozů jsou regálová řešení pro námi požadované rozměry palet 800x1200 mm s námi požadovanou nosností. Jejich paletové regály (obr. 27) jsou od šířek 1350 mm až po 3600 mm a vysoké od 2000 mm až po 10 000 mm. U oranžových nosníků pro jednotlivé patra lze libovolně upravit výšku uložení dle potřeby. Pro námi požadované řešení budeme potřebovat nosníky o délce 1825 mm, 2700 mm, 3600 mm. A výšky 3 000 mm, 4000 mm a 4500 mm.



Obr. 27 - Regálové řešení
(Hoffmann Group, 2021)

10.2 Regály pro modelové přípravky

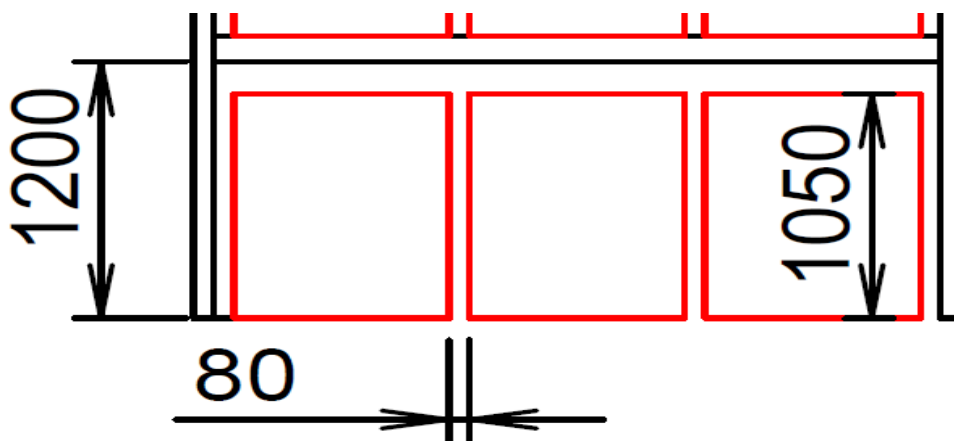
Modelové přípravky mají v průměry od 1320 mm až po 1650 mm a na výšku mají maximálně 730 mm. Tyto modelové přípravky budou stát na euro paletách 800x1200 mm, které jsou cca 177 mm vysoké. To znamená, že spolu s paletou budou vysoké 900 mm. Na obrázku (obr. 28) vidíme, že mezera mezi jednotlivými regály bude 1000 mm a mezi jednotlivými modelovými přípravky bude vzdálenost 100 mm na každou stranu, to je dostatečný prostor pro manipulaci.



Obr. 28 - Uložení modelového přípravku v regále (VI. zpracování)

10.3 Regály pro sádku

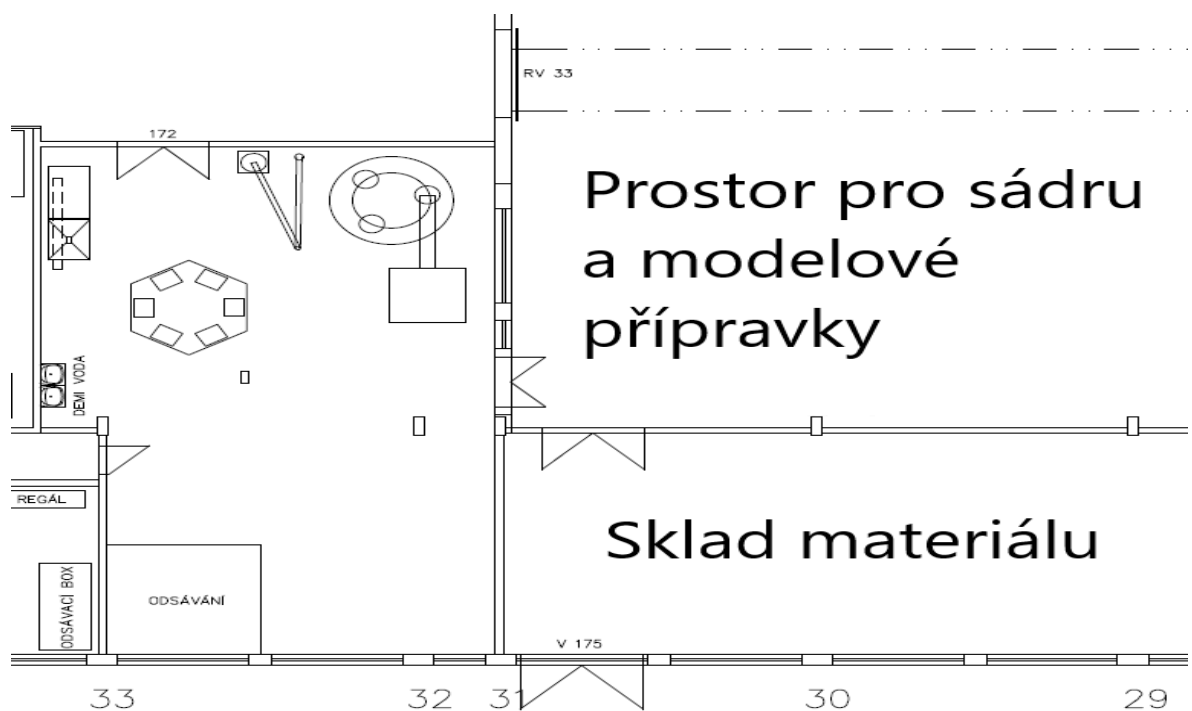
Sádru je umístěna na euro paletách, které mají také rozměry 800x1200 mm a dohromady s uloženou sádkou jsou vysoké 1050 mm. Díky těmto rozměrům je možné dát do regálů 3 palety vedle sebe a stále je zachován dostatečný manipulační prostor uvnitř regálu. Na obrázku (obr. 29) vidíme, že výška regálu je stanovena na 1200 mm, díky nastavitelným otvorům lze dle potřeby upravit.



Obr. 29 - Uložení sádky v regále (VI. zpracování)

10.4 Rozložení regálů

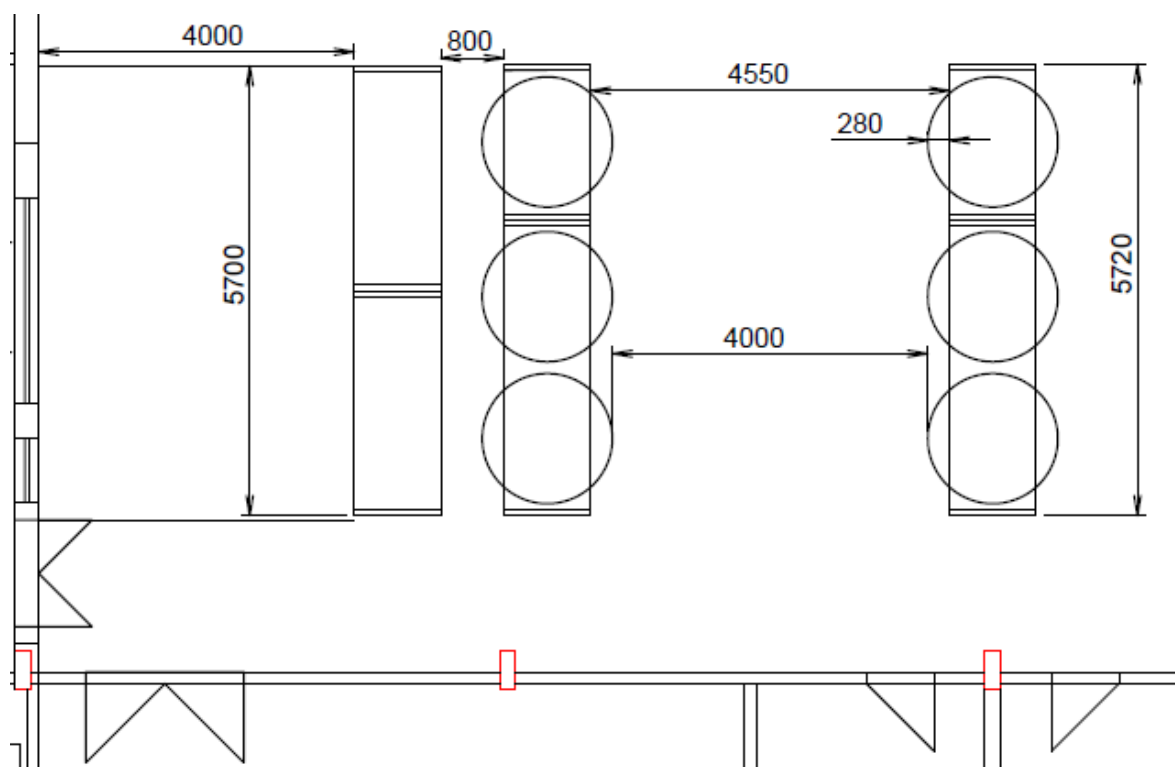
Za pomoci programu AutoCAD jsou rozvrhnuté regály do prostoru tak, aby bylo možné manipulovat v prostoru s vysokozdvížným vozíkem. V rámci bezpečnosti práce je nutné zachovat vzdálenost pro manipulaci s vozíkem minimálně 3800 mm ideálně pak 4000 mm. To vše se odvíjí od velikosti a typu vysokozdvížného vozíku. Nový sklad pro sádku je umístěn hned na dosah výroby sádkových jader, takže není třeba zdlouhavá manipulace a modelové přípravky zůstávají v tomtéž prostoru, jen budou nyní lépe umístěné. Po přesunu výroby a regálů se zvětší prostor a do nově vzniklého prostoru se přesunou sušící pece. Původně bylo součástí projektu přesunout vrata pro vjezd vysokozdvížného vozíku přímo naproti skladu materiálu. Kvůli narušení statiky haly se od tohoto plánu upustilo a vrata zůstávají na svém místě. Materiál se bude navážet pořád stejně, ale operátor se díky novému umístění modelových přípravků nebude muset vyhýbat modelovým přípravkům, které byly dříve umístěné po stranách v uličce.



Obr. 30 - Prostor pro sádku a modelové přípravky (VI. zpracování)

10.4.1 Varianta č.1

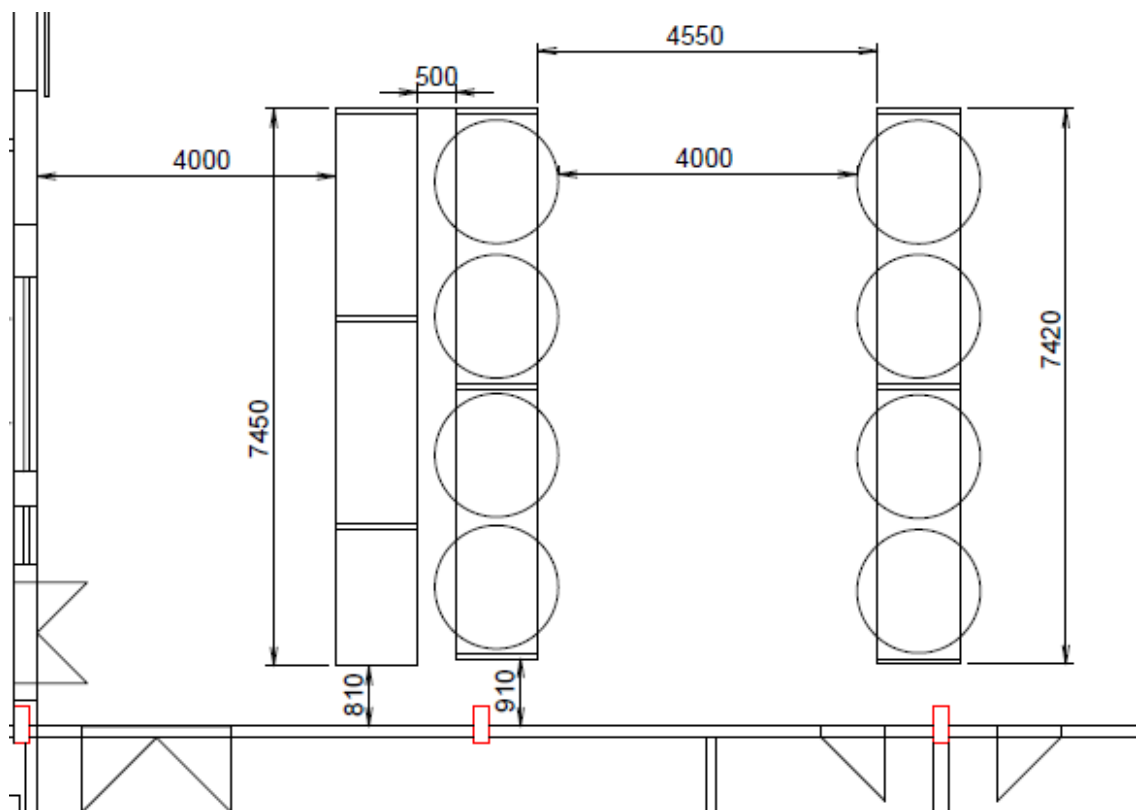
Do nově vzniklého prostoru byly umístěny 2 regály pro sádku, které mají délku 2700 mm. V každém z těchto regálů je prostor pro umístění 3 palet se sádkou vedle sebe. Celkově se do těchto regálů vejde 24 palet se sádkou umístěných do 4 pater. Pro umístění modelových přípravků byly zvoleny jiné rozměry regálů. Kvůli větším rozměrům se vedle sebe vejdou nanejvýš 2 modelové přípravky do jednoho regálu a kvůli omezenému prostoru byl zvolen jeden regál pro umístění 1 modelového přípravku. Výroba, pro kterou se modelové přípravky používají je velmi variabilní, takže bylo nutné zvolit jeden standardní rozměr, podle kterého se bude postupovat. V našem případě se jedná o největší rozměr modelového přípravku, který má v průměru 1650 mm. V případě, že se výroba změní a bude používáno jen několik rozměrů, operátor si sám pomocí paletového vozíku doveze na přípravu zadních pískových dílů požadovaný rozměr a není tak potřeba používat vysokozdvizný vozík. Takto navržené rozložení regálů zachovává uličku, kterou chodí operátoři. Nevýhodou je velká výška. Pro modelové přípravky 4000 je výška, do které se tyčí regál pro palety se sádkou 4500 mm. Z hlediska manipulace a bezpečnosti toto není ideální řešení (obr. 31).



Obr. 31 - Varianta č.1 (VI. zpracování)

10.4.2 Varianta č.2

V této variantě (obr. 32) se nepočítá s uličkou pro operátory a díky tomu je možné snížit počet pater do kterých se tyčí regály pro sádku. Pro modelové přípravky do regálů pro sádku je možné uložit do jednoho patra 8 palet se sádkou a tím snížit počet pater na 3 a zachovat tak požadovanou kapacitu 24 palet. Pro práci s modelovými přípravky je pro operátory toto rozvržení přijatelnější, protože mají ihned k dispozici 8 modelových přípravků a omezí se tím potřeba vysokozdvizného vozíku. To znamená, že současných 7 nejpoužívanějších modelových přípravků bude ihned nachystaných k použití a není třeba častěji používat vysokozdvizný vozík pro manipulaci. Při plánování výroby operátor v předstihu nachystá potřebné modely do nižších pater a pomocí paletového vozíku si sám potřebné modelové přípravky dopraví na pracoviště pro přípravu zadních pískových dílů. Regály pro sádku pro tuto variantu zasahují do výšky 3500 mm a pro modelové přípravky do výšky 3000 mm.



Obr. 32 - Varianta č.2 (VI. zpracování)

10.5 Aplikace metody 5S

Na pracovištích, kde se kompletovala sádrová jádra, nebyly přehledně uspořádány palety se sádrou. Na pracovišti, kde se kompletují písková záda, nebyly uspořádány modelové přípravky, ale byly naskládány v uličce dle původního layoutu. V případě, že pro ně nebylo místo, byly naskládány u výroby pískových zad. Oba tyto problémy budou vyřešeny díky novému umístění ve výrobě, kde bych doporučil označit úložné prostory pro modelové přípravky popisky, aby pracovníci vraceli modelové přípravky na předem určená místa. Pro sádrové palety bude v nových regálech mnohem více prostoru a nebudou tak muset být umístěny před úložným prostorem. Společnost Continental Barum s.r.o. klade velký důraz na metodu 5S a kromě těchto nedostatků jsem ve výrobě nezpozoroval žádné větší nedostatky. Pracovní náčiní i skříňky byly úhledně uspořádány.

10.5.1 Umístění modelových přípravků

Modelové přípravky bych doporučoval naskládat do regálů v následujícím pořadí, vzhledem k aktuální výrobě se toto pořadí bude v průběhu roku měnit:

Tab. 7 – Umístění modelových přípravků v regálu č.1 (VI. zpracování)

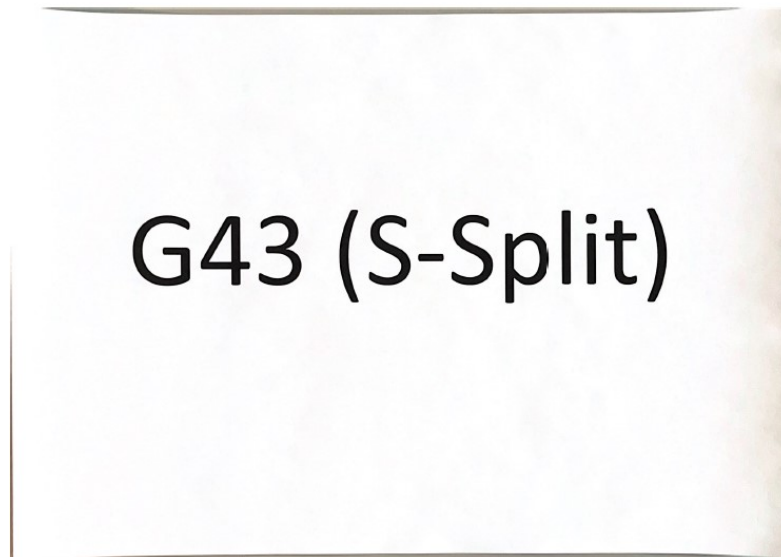
3.patro	S+F (S-Split)	G40 (S-Split)	G40 (S-Split)	V (S-Split)
2.patro	S+F (Standart)	U (Standart)	G40 (Standart)	V (Standart)
1.patro	G43 (standart)	U (S-Split)	G40 (S-Split)	G43(S-Split)

Tab. 8 - Umístění modelových přípravků v regálu č.2 (VI. zpracování)

3.patro	G43 (S-Split)	43 S (S-Split)		
2.patro	X (Standart)	43S (Standart)	G46 (S-Split)	G50 (S-Split)
1.patro	G43 - (S-Split)	X - (S-Split)	G46 - (S-Split)	G50 (S-Split)

V tabulkách (tab.8-9) je navrhované umístění modelových přípravků do nových regálů. Zelené pole značí v současné výrobě nejvíce používané přípravky, modře jsou označeny středně používané modelové přípravky a šedá barva značí nejméně používané modelové přípravky. Žlutou barvou jsou označeny volné pozice v regálech, pro které nemáme v současné době využití. V budoucnu, při rozšíření výroby, je možné tyto pole zaplnit novými rozměry. Výroba je plánovaná vždy na týden dopředu. V případě potřeby si může

operátor předchystat modelové přípravky pro aktuální výrobu. Pro větší přehlednost v nových regálech pro modelové přípravky, bych doporučoval zalisovat kartičky velikosti A4 s názvy jednotlivých modelových přípravků (obr. 33) a místo uložení modelového přípravku by bylo rychle dohledatelné. Při změně umístění by mohla být kartička jednoduše přemístěna z hliníkového držáku (obr. 34).



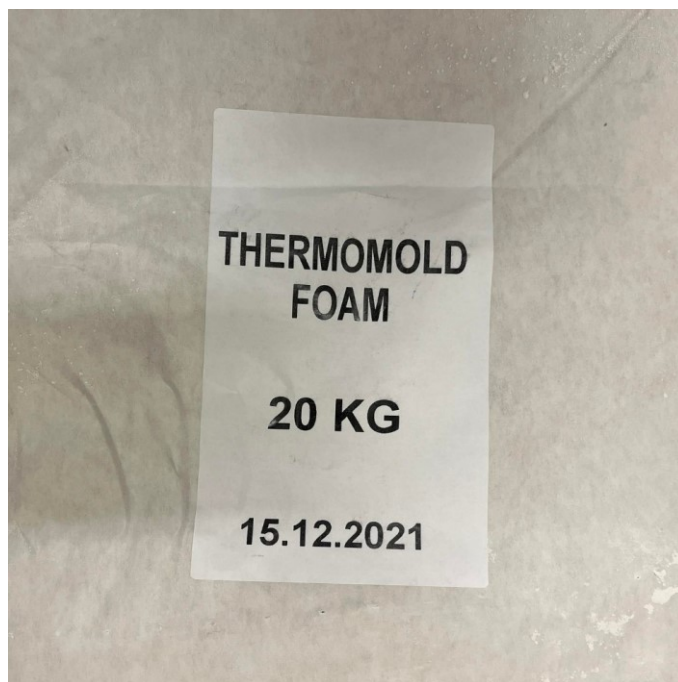
Obr. 33 - Vzorová kartička s popisem (Vl. zpracování)



Obr. 34 - Držák pro umístění kartičky (Hahn kolb, 2021)

10.5.2 Označení regálů sádry

Dovezená sádra má na každém kuse označení výrobní šarže (obr. 35), např. datum 15.12.2021 je doba výroby sádry, od tohoto data, kterým je označen každý pytel, se počítá uleželost sádry.



Obr. 35 - Označení výrobní šarže sádry
(Vl. zpracování)

Pokud přivezeme novou sádro, zpracováváme tu starší, než je nově přivezená sádra vhodná ke zpracování. Z pracovního postupu je operátor obeznámen, za jak dlouho může nově přivezenou sádro zpracovávat. V původním layoutu bylo v regálech naskládáno nejvíce 15 palet se sádro a zbytek přivezené dávky byl ve skladu a po zpracování starší šarže byl sklad doplněn. V nových prostorech, kde budou umístěny regály pro sádro, je dostatečná kapacita pro všech 24 palet se sádro. Nebude již nutné převážet novou dávku do skladu a po uvolnění místa do výroby sádrových jader, ale vše bude přehledně na jednom místě. Pro lepší přehlednost ve skladu navrhuji umístit na regály štítky s čísly, které vidíme na obrázku (obr. 36) a přehledovou tabulku, kde budou vypsány pozice a čísla jednotlivých šarží. Operátor by se nezdržoval jejich hledáním a v přehledové tabulce by viděl, na které pozici je umístěna sádra vhodná ke zpracování.



Obr. 36 - Příklad značení regálů se sádro
(VIZULINE, 2016)

Přehledová tabulka by mohla vypadat následovně (tab. 10), 24 pozic pro zapsání všech umístění v regále, 4 sloupce pro pozici a šarži. Přehledová tabulka by byla smazatelná a znovu použitelná, aby nebylo nutné tisknout nové papíry s každou dávkou která přijde. Operátor by smazal pozice, kde je sádra zpracovaná a nahradil je novou a přepsal datum šarže v přehledové tabulce. Přesně by tak věděl, kterou paletu se sádrou zpracovávat.

Tab. 9 – Přehledová tabulka výrobní šarže dovezené sádry (VI. zpracování)

Pozice:	Výrobní šarže:	Pozice:	Výrobní šarže:
1.	15.12.2021	13.	31.01.2022
2.	15.12.2021	14.	31.01.2022
3.	15.12.2021	15.	31.01.2022
4.	15.12.2021	16.	31.01.2022
5.	15.12.2021	17.	31.01.2022
6.	15.12.2021	18.	31.01.2022
7.	15.12.2021	19.	31.01.2022
8.	15.12.2021	20.	31.01.2022
9.	15.12.2021	21.	31.01.2022
10.	15.12.2021	22.	31.01.2022
11.	15.12.2021	23.	31.01.2022
12.	15.12.2021	24.	31.01.2022

11 NOVÉ VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ

V rámci modernizace výroby je nutné přikoupit potřebné stroje pro výrobní operace. Celkově přibude ve výrobě 6 nových sušících pecí, 3 nové stříkací komory, 2 nové tavicí pece a 1 předeřívací pec. Dále budou pořízeny nové regály pro umístění sádry a modelových přípravků.

11.1 Sušárna SV 2400/30 Mk.II

Tato sušící pec je vhodná pro tepelné zpracování nejrůznějších materiálů v gumárenském, elektrotechnickém, automobilovém a slévárenském průmyslu. Ve výrobě forem se používá pro správný vysoušecí proces sádrových jader. Před odléváním musí být sádrová jádra správně vysušena, aby nedošlo k jejich popraskání. K tomu slouží tato „sušící pec“, ve které jsou procesy správně naprogramovány. Horizontální jednostranná cirkulace vnitřní atmosféry zajišťuje rovnoměrné rozložení teploty v celém vnitřním objemu pece. Celkem bude ve výrobě 6 takových pecí, určených pro vysoušení sádrových jader.



Obr. 37 - Sušárna SV 2400/30 MK.II (interní dokument)

Provoz sušících pecí není možné rozdělit dle jednoho typu pece, průměrná spotřeba původních zařízení je 64,8 kW. Počet sušících cyklů v roce je cca 700, délka jednoho cyklu je 48 hodin, tzn. roční provoz pecí je $700 \times 48 = 33\,600$ h/rok. Rozdíl mezi příkonem starých a nových pecí je $64,8 \text{ kW} - 26 \text{ kW} = 38,8 \text{ kW}$.

Roční provoz $11\,200 \text{ hod} \times 38,8 \text{ kW} = 434\,560 \text{ kW}$ úspora.

Aktuální průměrná cena jedné kWh je 7,15 Kč. (Energie123, 2022)

Roční úspora činí: $434\,560 \text{ kW} \times 7,15 \text{ Kč} = 3\,107\,104 \text{ Kč}$.

11.2 Předehřívací pec SV9700/25 KM.II

Tato pec má větší úložný prostor než pec pro vysoušení sádrových jader. Díky většímu úložnému prostoru se tato vysoušecí pec používá na předehřev sádrové formy, která je zkompletovaná na skládání do celokruhu. Předehřev sestavené formy je důležitým krokem ke správnému odlévání slitiny hliníku. Předehřátím formy předcházíme tzv. teplotnímu šoku při odlévání.



Obr. 38 - Předehřívací pec SV9700/25 KM.II
(Vl. zpracování)

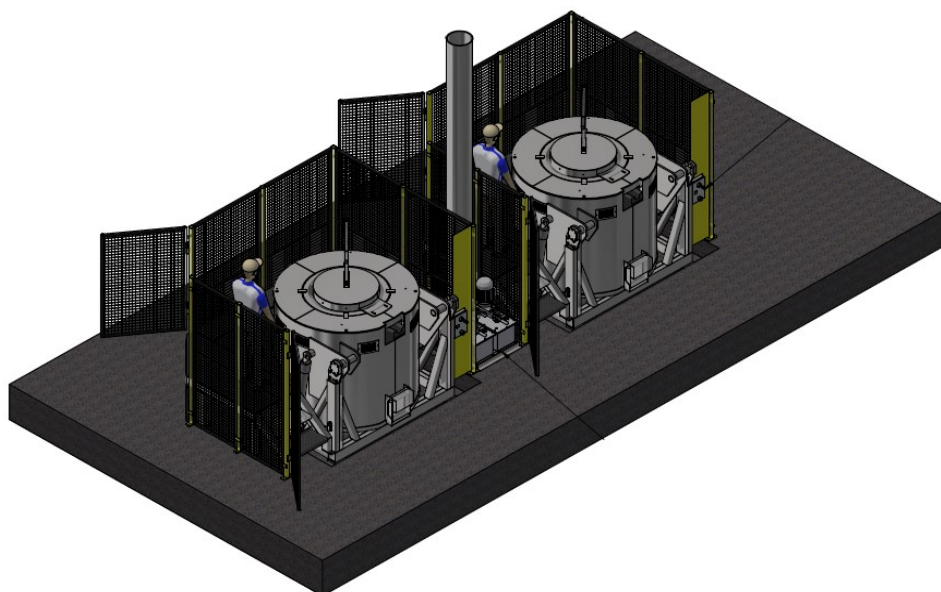
Provoz předehřívací pece je nyní 2 směny (16 h)/5 dní v týdnu. Roční provoz pecí cca. $240 * 16 \text{ h} = 3\,840 \text{ h}$. Pec se na začátku pracovní směny nahřeje na $250 \text{ }^\circ\text{C}$, dále drží pouze udržovací teplotu. Tzn. že topení pece je funkční například pouze $1/3$ z celkového času, celý pracovní čas je v provozu pouze ventilátor. Provoz pece $3\,840 \text{ h} * 1/3 = 1\,280 \text{ h/rok}$. Spotřeba $114 \text{ kW} - 98,5 \text{ kW} = 15,5 \text{ kW} * 1\,280 \text{ h} = 19\,840 \text{ kW}$ úspora.

Aktuální průměrná cena jedné kWh je 7,15 Kč. (Energie123, 2022)

Roční úspora činí: $19\,840 \text{ kW} * 7,15 \text{ Kč} = 141\,856 \text{ Kč}$.

11.3 Elektrické tavící sklopné pece RKL700TS

Tyto elektrické tavící sklopné pece budou pořízeny dvě. Umožňují umístění dvou palet se vsázkou a je zde dostatečný prostor pro pohyb obsluhy a zakládání vsázky do pece. Jsou opatřeny zábradlím, které zabraňuje pádu, ruční zakládací brankou a přístupovými schody. Pracovní plošina této tavící pece je navržena tak, aby kladla minimální nároky na prostor a zároveň aby splňovala nutné bezpečnostní požadavky.



Obr. 39 - Tavící sklopné pece (interní dokument)

Provoz předehřívací pece je nyní 2 směny (16 h)/5 dní v týdnu. Roční provoz pecí je cca. $240 * 16 \text{ h} = 3\,840 \text{ h}$. Pec se na začátku pracovní směny nahřeje na 700 °C dále je pouze na udržovací teplotě. $1/3$ z celkového času je pec v plném provozu. Provoz pece je $3\,840 * 1/3 = 1\,280 \text{ h/rok}$. $1/3$ času, kdy je pec v provozu, je příkon 120 kW , udržovací $2/3$ jsou při příkonu $10\text{-}19 \text{ kW}$. Současná tavící pec má příkon po celou dobu $73,5 \text{ kW}$. Pokud zprůměrujeme čas nové pece, vyjde nám spotřeba na $46,6 \text{ kW}$.

$73,5 \text{ kW} - 46,6 \text{ kW} = 26,9 * 1280 \text{ h} = 34\,432 \text{ kW}$ úspora

Aktuální průměrná cena jedné kWh je $7,15 \text{ Kč}$. (Energie123, 2022)

Roční úspora činí: $34\,432 \text{ kW} * 7,15 \text{ Kč} = 246\,188 \text{ Kč}$.

11.4 Stříkací kabina SKSE 900

Pro nanášení separátoru slouží stříkací stolová kabina SKSE 900 se suchou filtrací. Tato stříkací kabina se skládá z předního dílu, který tvoří samotnou pracovní plochu, a ze zadního dílu, kde se nachází filtrace. Přínosem nové stříkací komory je mnohem lepší odsávání při nástřiku modelů a díky tomu má tato komora pozitivní vliv na pracovní prostředí.



Obr. 40 - Stříkací kabina SKSE 900 (Vl.zpracování)

11.5 Náklady na pořízení nových strojů

Tab. 10 – Náklady spojené s nákupem strojního zařízení (VI. zpracování)

Položka:	Počet:	Invest (€)
Tavící pec	2	92 000
Sušící pec	6	120 000
Přehřívací pec	1	30 000
Stříkací komora	3	20 260
Regály		60 000
Celkem:		322 260

Celkově bude zakoupeno 12 nových strojů:

- 2 ks elektrické tavící sklopné pece RKL 700TS.
- 6 ks sušárna SV 2400/30 MK. II.
- 1 ks přehřívací pec SV9700/25 KM. II.
- 3 ks stříkací komora SKSE 900.

Náklady na nákup těchto 12 strojů budou 322 260 €, při kurzu 25 Kč/€ to bude 8 056 500 Kč.

Přínosem nově pořízených strojů bude menší energetická náročnost. Předpokládaná roční energetická úspora u všech těchto nových strojů, oproti starším strojům, při dnešních cenách energií bude:

$$3\,107\,104\text{ Kč} + 141\,856\text{ Kč} + 246\,188\text{ Kč} = 3\,495\,148\text{ Kč}$$

Návratnost investice:

Náklady.....8 056 500 Kč

Výnosy.....3 495 148 Kč

Doba návratnosti..... 2,3 roky.

12 DALŠÍ NAVRHOVANÁ VYLEPŠENÍ

Z pozorování výroby a rozhovorů s vedoucím zaměstnancem, jsme vytipovali dvě pracoviště, kde by bylo v budoucnu možné, při zachování směn, navýšit kapacitu.

12.1 Příprava sádrových jader

Zde by mohl být do budoucna přidán další otočný stůl. Jsou zde nachystány formy k zalití sádrovou směsí. Sádra vyžaduje technologický čas, po který tvrdne. Po uplynutí 45 minut je možné sádrová jádra odformovat a poslat na následné dokončení. Přidáním dalšího otočného stolu bychom teoreticky získali 1 až 2 formy za směnu navíc. Kapacita výroby pro toto pracoviště by se zvýšila z 28 forem na 33-38 forem týdně.

12.2 Výroba pryžových odlitků

Dalším pracovištěm, které by bylo vhodné pro zvýšení kapacity, je příprava pryžových odlitků. Úzkým místem je zde stroj pro lití pryže, tento stroj lije tzv. flex rychlostí 0,5 l/min. Jedna forma pro odlití pojme 22-25 kg flexu. Denní kapacita výroby pryžového odlitku je 6 forem, při současné rychlosti zalévání, trvá tento proces přibližně 6 hodin. Pokud by se nám podařilo zvýšit rychlost odlévání o 0,2 l/min na rychlost 0,7 l/min. Byli bychom schopni odlít denně o 2 formy navíc. Týdně bychom byli schopni zalít při stávajícím dvou směnném provozu o 10 forem navíc. Tato změna by vyžadovala zásadní mechanickou úpravu stroje, vzhledem k vlastnostem litého materiálu a musely by se vyladit technologické problémy při odlévání větší rychlostí.

V případě výkyvů ve výrobě by nebylo nutné na těchto pracovištích, které jsou pro výrobu forem důležité, přidávat směny. Těmito zásahy do výroby je možné navýšit výrobní kapacitu, abychom měli dostatečnou rezervu pro další výrobu. Výroba je plánovaná na 46 pracovních týdnů na objem 1300 forem ročně. Po navýšení kapacity, pokud bychom počítali s 1 formou denně navíc, bychom ročně vyrobili 1518 forem na těchto dvou pracovištích a při navýšení o 2 formy denně by to bylo 1748 forem ročně.

13 ZHODNOCENÍ

Nový výrobní layout je z hlediska procesního toku mnohem lépe uzpůsoben. Kolizní místa, kde docházelo k většímu pohybu lidí, jsou minimalizována a proces na sebe mnohem lépe navazuje. Po přesunutí výroby hrubování modelů, části kontroly, modelárny a frézovacích 5osých fréz do nové výrobní haly, jsme získali nové prostory ve stávající výrobě, které nám umožnily lepší reorganizaci výrobního procesu. Pro operátory je nyní prostor přehlednější a snížila se vzdálenost a čas pro manipulaci s materiálem. V tabulce (tab. 11) vidíme porovnání mezi původním layoutem a novým layoutem pro týdenní výrobu. Objem výroby zůstává nezměněn. Vypočítaná úspora je pro jeden kontinuální výrobní proces formy, tak jak byl popsán v procesní analýze.

Tab. 11 – Rozdíly mezi původním layoutem a novým layoutem (VI. zpracování)

	Původní layout	Nový layout	Rozdíl
Vzdálenost (m)	24 332	19 096	- 5 236
Čas transportu (h)	56,85	46,19	- 10,66
Výroba jedné formy (h)	197,2	196,7	- 0,5
Týdenní výroba (h)	5 521,6	5 507,6	- 14
Počet pracovišť	13	15	+ 2
Objem výroby (Ks)	1300	1300	0

Čas pro výrobu a kontroly zůstává nezměněn, proto má změna layoutu především pozitivní vliv na výrobní prostory, materiálový tok a vzdálenosti mezi pracovišti. V tabulce (tab. 12) jsou rozděleny operace dle umístění ve výrobních halách a jsou barevně odlišeny.

Tab. 12 – Výrobní operace na nové hale
(VI. zpracování)

Pořadí	Výrobní operace
1.	Příprava modelů
2.	Práce na modelárně
3.	Výroba pryžového odlitku
4.	Práce na vkládání lamel
5.	Práce na sádře
6.	Práce na dokončení sádrových modelů
7.	Práce na skládání do kruhu
8.	Práce na přípravě pískových zad
9.	Slévárna

U výrobních operací 1-2, což je část výroby, která bude přesunuta do nového layoutu, je předpokládaná roční úspora uvedena v tabulce (tab. 14). Pokud tyto kroky porovnáme s původním layoutem, vyjde nám pro tyto výrobní kroky přibližná úspora 81 250 m a 123,23 h při transportu modelů ve výrobě.

Tab. 13 – Srovnání časů operací (VI. zpracování)

	Vzdálenost (m)	Čas (h)
Starý layout	352 950	804,48
Nový layout	271 700	679,25
Rozdíl	81 250	125,23

Pro výrobní operace 3-9, které zůstanou ve stávající výrobě, jsou znázorněné úspory transportu v tabulce srovnání časů operací (tab. 14). Při transportu výrobního materiálu je přibližně ušetřeno 80 600 m a čas 244,62 h.

Tab. 14 – Srovnání časů operací (VI. zpracování)

	Vzdálenost (m)	čas (h)
Starý layout	423 800	1030,47
Nový layout	343 200	785,85
Rozdíl	80 600	244,62

Výroba je vždy plánovaná na týden dopředu a při současných požadavcích na výrobu je týdně maximálně vyrobeno na jednotlivých pracovištích následující počet forem (tab. 15):

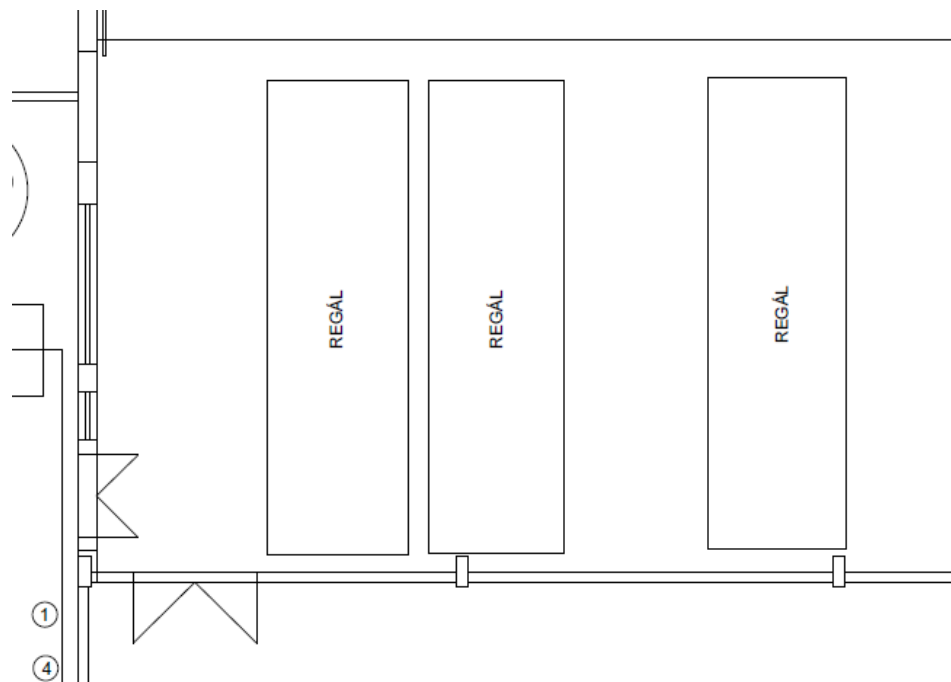
Tab. 15 – Pracoviště a jejich týdenní kapacita (Vl. zpracování)

Operace	Výroba týdně
Skládání celo kruhu	28
Výroba sádry	28
Vkládání lamel	28
Slévači	28
Výroba pryžových odlitků	28
Hrubování modelů	28
Opracování modelů	15
Modelárna	15
Frézování	15

V případě, že by bylo nutné vyrobit větší množství forem týdně, se při navýšení kapacit jednotlivých pracovišť navyšuje počet směn. Tzn. například u pracoviště, kde je jednosměnný a dvousměnný provoz, se přistoupí k přidání směn navíc, aby se případný výkyv ve výrobě pokryl. Ve výrobě forem v oddělení slévárny jsou procesy, které vyžadují technologické časy, aby nebyla narušena příprava pro další výrobu. Tyto procesy nejdou uspěchat, protože by se nepříznivě projevovaly na kvalitě výsledného odlitku. Nové sušící pece k přípravě sádrových jader mají stabilnější sušící proces, který pomáhá výsledné kvalitě sádrového jádra, ale proces sušení neurychlí. V případě zkrácení sušícího cyklu by požadovaná kvalita sádrových jader nemusela vyhovovat a při odlévání by nám mohl vzniknout zmetek.

V rámci přesunování výrob bylo nutné vymyslet umístění sádry a modelových přípravků. Uvolněním prostoru po 5osých frézkách vznikne prostor pro nové regály, kde bychom umístili 22 modelových přípravků a 24 palet se sádrrou. Námi navrhovaným řešením jsou 3 patrové regály, kde je dodržena bezpečná vzdálenost pro manipulaci s vysokozdvíhacím vozíkem. Pro modelové přípravky, u kterých byly vytipovány nejpoužívanější typy, je toto řešení pro operátory lepší, protože nejpoužívanější modelové přípravky, kterých je přibližně

7 až 8, jsou umístěny ve spodních patrech. Díky plánované výrobě si může operátor na začátku týdne upravit umístění modelových přípravků v regálech a sám si dopraví modelový přípravek pomocí paletového vozíku a není třeba manipulace s vysokozdvizným vozíkem do vrchních pater. Pro větší přehlednost a v rámci 5S bych doporučoval každou pozici v regále viditelně označit popiskem. Pro sádro, která se zpracovává pomocí metody FIFO, navrhuji smazatelnou tabuli, kde se zapisují výrobní šarže dovezené sádry a jejich pozice v regále. Modernizací strojního zařízení jsme hlavně získali menší energetickou spotřebu a stabilnější proces.



Obr. 41 - Regály pro sádro a modelové přípravky varianta č.2
(Vl. zpracování)

Při pořízení 12 nových strojů a regálů je vypočítaná návratnost investice 2,3 roky.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout nové uspořádání layoutu slévárny ve společnosti Continental Barum s.r.o. v její divizi VFC. Procesní analýza byla sestavena díky pozorování výroby, výrobních procesů a na základě rozhovorů se zaměstnanci. Ze zpracované procesní analýzy byla získána potřebná data pro sestavení materiálového toku pomocí spaghetti diagramu.

Stávající layout a navrhovaný layout byl zpracován pomocí programu AutoCAD v měřítku 1:1. Výrobní oddělení slévárny dostane k dispozici novou výrobní halu, která vznikla vystěhováním původní firmy, která v tomto prostoru sídlila.

Na základě procesní analýzy se do nové výrobní haly přesunou procesy, které stojí na začátku celé výroby. Díky zpracovanému spaghetti diagramu vidíme místa, kde může docházet ke kolizím a která jsou nejvíce vytižena přesunem materiálu. Procesní analýza a Spaghetti diagram byl zpracován na výrobu jedné formy, která se skládá z 9 segmentů. Týdně je takto vyrobeno 28 forem. Přesunutím části výroby do nové výrobní haly vznikl nový prostor pro přeskupení výroby a optimalizaci materiálového toku. Díky těmto úpravám stráví operátoři ročně transportem přibližně o 81 250 m a 125 hodin méně v nové výrobní hale a ve stávající výrobě přibližně o 80 600 m a o 244 hodin méně.

Ve vzniklém prostoru po přesunutí 5osých frézek bylo rozhodnuto o vytvoření regálů pro umístění sádry a modelových přípravků, což také přispělo k většímu výrobnímu prostoru pro ostatní části výroby. Do nově vzniklého prostoru se nyní uskladní 22 modelových přípravků a 24 palet se sádrrou. Pro větší přehlednost byla použita metoda 5S pro jejich umístění. Na základě pozorování byly dále vytipovány 2 procesy, které by bylo dobré optimalizovat pro zvýšení kapacity výroby na některých pracovištích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

API – Akademie produktivity a inovací [online]. © 2005–2018 [cit. 2022-16-04]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#Plytvani_ve_vyrobe.

AGUSTIADY, Tina a Adedeji B. BADIRU, 2013. *Sustainability: utilizing Lean Six Sigma techniques*. Boca Raton: CRC Press, 242 s. ISBN 978-1-4665-1424-9.

BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1476 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

BENEDIKT, Jiří, 2019. 8 druhů plýtvání ve firmách dle Lean managementu [online]. [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/8-druhu-plytvani/>.

BURIETA, Jan, 2013. *Metóda 5S. Základy štíhleho podniku*. Žilina: IPA Slovakia, 46 s. ISBN 978-80-89667-04-8.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.

DELGADO Sobrino a Daynier ROLANDO, 2016. *Material flow and layout: an integrative analysis*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. Vědecké monografie (Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk), 93 s. ISBN 978-80-7380-600-2.

Energie123, [online], © 2011-2022. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>.

FRIEDEL, Libor, 2019. 7 druhů plýtvání – ne/využité šance, jak nemrhat zdroji [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.liborfriedel.cz/7-druhu-plytvani-ne-vyuzita-sancejak-nemrhat-zdroji/>.

Hahnkolb, [online], © 2021 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: https://www.hahn-kolb.de/Alle-Kategorien/Formularhalter/1521CL04_0505070135.cyid/1521.cgid/de/DE/EUR/.

Hoffmann Group [online], © 2021. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://ecatalog.hoffmanngroup.com/index.html?country=ces_CZ_CZE/catalogs/&catalog=900000003#page_1.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi, 153 s. ISBN 978-80-717-9319-9.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ, 2018. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 342 s. ISBN 978-80-248-4158-8.

MECHL, Viktor a Martin MUŠINSKÝ, 2011. *Gumárenská technologie v Barum Continental, spol. s.r.o.: učebnice pro žáky zpracovatelského oboru SPŠ polytechnické – COP Zlín*. Zlín: Střední průmyslová škola polytechnická – COP Zlín, 97 s. ISBN 978-80-905002-2-8.

MANN, David, 2015. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. Third edition*. Boca Raton: CRC Press, 367 s. ISBN 978-1-4822-4323-9.

MAREK, Miroslav, 2012. Plýtvání. In: Svět produktivity [online]. Prostějov [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/Methodika-Nadvyroba.htm>.

MORAN, Sean, 2017. *Process plant layout*. Amsterdam: Elsevier, BH, 734 s. ISBN 978-0-1280-3355-5.

KUMAR, Shantanu, 2015. 8 Wastes of LEAN. In: Quality management [online]. [cit. 2022-03-19]. Dostupné z: <https://www.msystaining.com/quality-management/8-wastes-of-LEAN>.

LATEST QUALITY – How to Create a Spaghetti Diagram Used Within Lean – Latest Quality. [online] © 2018. [cit. 16.03.2022]. Dostupné z: <http://www.latestquality.com/spaggetti-diagram/>.

PAVELKA, Marcel, 2015. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. API – Akademie produktivity a inovací [online]. © 2005–2017 [cit. 2022-16-03]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytva>.

RUSHTON, Alan, Phil CROUCHER a Peter BAKER, 2014. *The handbook of logistics and distribution management*. 5th ed. London: Chartered Institute of Logistics and Transport, 689 s. ISBN 978-0-7494-6627-5.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

SVĚT PRODUKTIVITY, 2020. Metodika: Plýtvání [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>.

SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 480 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 685 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

VIZULINE, 2022. product. services. consulting. [online], © 2016. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://www.vizuline.com/en/eshop/30183000/znaceni-ulicek>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D	3 rozměr
AutoCAD	Software pro počítačem podporované projektování
CNC	Computer Numerical Control (číslicově řízené stroje počítačem)
TPV	Technologická příprava výroby
VFC	Výroba forem Continental

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Mapa plýtvání	25
Obr. 2 – Schéma Spaghetti diagramu	26
Obr. 3 – Schéma procesní analýzy.....	27
Obr. 4 – Sestava formy pro osobní pláště.....	33
Obr. 5 – Původní layout slévárny	34
Obr. 6 – DMG MORI 5osá frézka	35
Obr. 7 – Model z umělého dřeva osázen lamelami.....	36
Obr. 8 – Pryžový odlitek s lamelami	36
Obr. 9 – Sádrová jádra naskládána do celo kruhu	37
Obr. 10 – Hotová písková záda.....	38
Obr. 11 – Hotový hrubý odlitek	38
Obr. 12 – Výrobní tok slévárny	39
Obr. 13 – Koláčový graf	44
Obr. 14 – Spaghetti diagram, stávající výrobní layout	45
Obr. 15 – Modelové přípravky podél uličky.....	47
Obr. 16 – Modelový přípravek před sušící pecí.....	47
Obr. 17 – Umístěný sádry	48
Obr. 18 –Starší sušící pec	49
Obr. 19 – Nová sušící pec.....	49
Obr. 20 - Nejvytíženější místa v procesu.....	50
Obr. 21 - Spaghetti diagram nový výrobní layout	51
Obr. 22 - Spaghetti diagram nová hala	52
Obr. 23 - Nový layout slévárny	59
Obr. 24 - Nová výrobní hala	60
Obr. 25 - Umístění modelových přípravků.....	61
Obr. 26 - Umístění palet se sádrou	61
Obr. 27 - Regálové řešení	62
Obr. 28 - Uložení modelového přípravku v regále	63
Obr. 29 - Uložení sádry v regále.....	63
Obr. 30 - Prostor pro sádru a modelové přípravky	64
Obr. 31 - Varianta č.1	65
Obr. 32 - Varianta č.2	66
Obr. 33 - Vzorová kartička s popisem	68
Obr. 34 - Držák pro umístění kartičky	68

Obr. 35 - Označení výrobní šarže sádry	69
Obr. 36 - Příklad značení regálů se sádrou	70
Obr. 37 - Sušárna SV 2400/30 MK.II	71
Obr. 38 - Předehřívací pec SV9700/25 KM.II.....	72
Obr. 39 - Tavicí sklopné pece	73
Obr. 40 - Stříkací kabina SKSE 900	74
Obr. 41 - Regály pro sádro a modelové přípravky varianta č.2	80
Obr. 42 – Standartní seznam operací	91
Obr. 43 – Doplněný layout z porady.....	92
Obr. 44 – Rozměry modelových přípravků	93
Obr. 45 – Katalog Hoffmann Group	94

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Tradiční vs štíhlé myšlení	14
Tab. 2 – Počet zaměstnanců a směn slévárna	40
Tab. 3 - Symboly používané v procesní analýze	41
Tab. 4 - Procesní analýza.....	41
Tab. 5 – Simulovaný stav procesní analýzy v nové hale	55
Tab. 6 – Simulovaný stav procesní analýzy po úpravě layoutu.....	56
Tab. 7 – Umístění modelových přípravků v regálu č.1	67
Tab. 8 - Umístění modelových přípravků v regálu č.2	67
Tab. 9 – Přehledová tabulka výrobní šarže dovezené sádry	70
Tab. 10 – Náklady spojené s nákupem strojního zařízení	75
Tab. 11 – Rozdíly mezi původním layoutem a novým layoutem.....	77
Tab. 12 – Výrobní operace na nové hale	78
Tab. 13 – Srovnání časů operací.....	78

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Standardní seznam operací

Příloha P II: Doplněný layout z porady

Příloha P III: Rozměry modelových přípravků


Příloha P IV: Katalog Hoffmann Group

PŘÍLOHA P I: STANDARTNÍ SEZNAM OPERACÍ



VFC Standardní seznam operací

Str.: 1 /003
Datum: 25.02.2022

Výrobní příkaz: 2616799
Druh zakázky: ZPFD VFB Otrokovice - Slevarna
Interní VFB číslo: 17631 SPP prvek: F.CZVF20240816.8.01
Materiál: 00330081653 CA Z SIK 127783 LO ALTIMAX RT 45
Celkové množství: 1 PC Sériové číslo: 265632
Skup. post./Č.sk.: 30081653/1 CA Z SIK 127783 LO ALTIMAX RT 45
Výkres: .

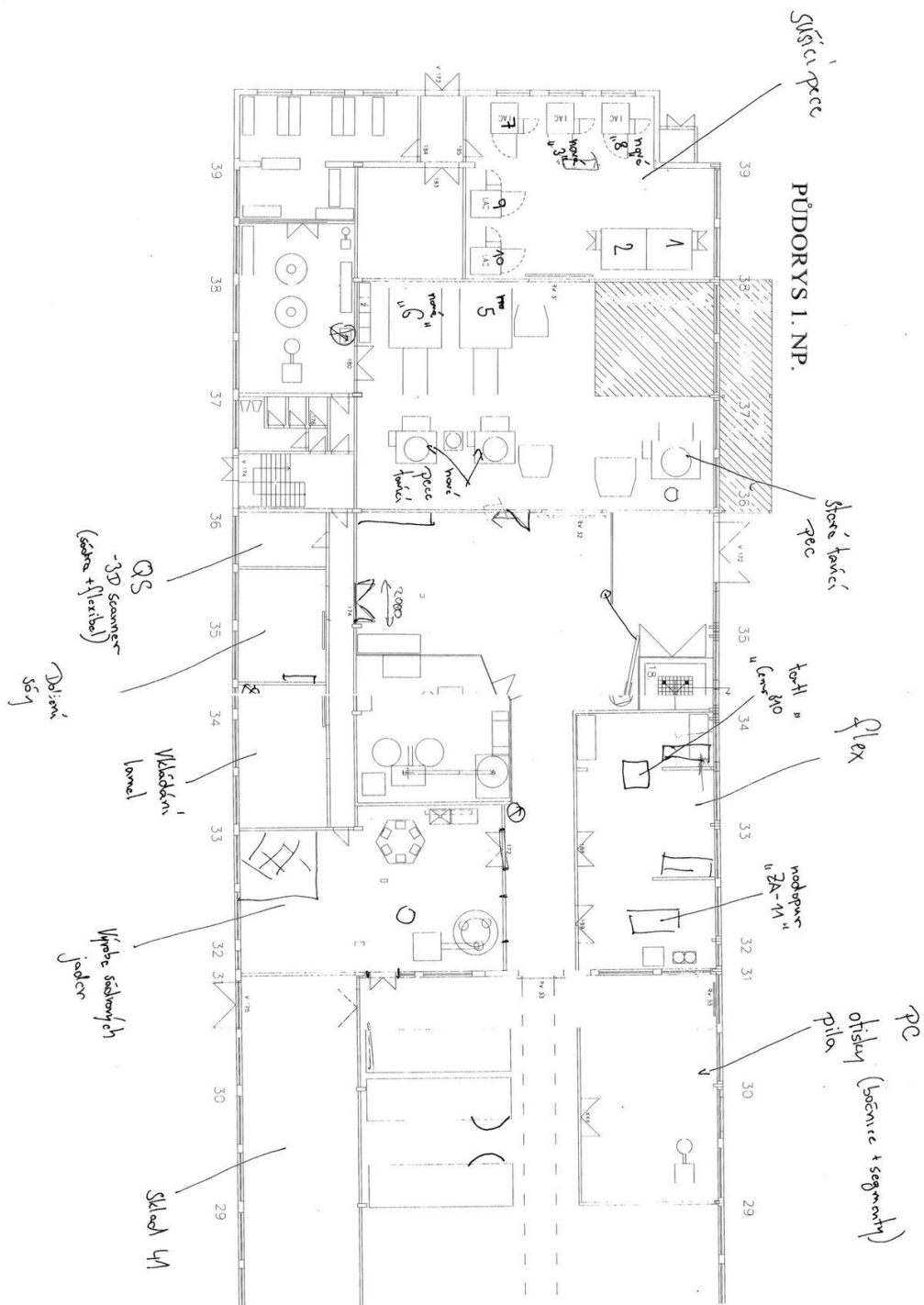


Rozměr a typ dezénu: 215/45 R 17 - ALTIMAX RT 45
Č. LPN TR-ST-SB-BT-BB: 127783/127783/127783/57359/57359
Č. dílu SN a prof. DN: 265632/5008.02.01
Kód MOLD-TR: FOS/GC/LO/U/-/TR104---A/E-E-E/NE-NE--/SIK/
Kód ST-SB-BT-BB: SP/NE-NE/L7S1-L7S1/S1/-----/-----/
Povrchová struktura: NE
Successor: NE

Oper.	Prac.	Text operace	Tarif	Čas 1 MJ	Čas 2 MJ
2710	ODVKLAMS	Vkládá lamely do flexibelu - použitelnost flexibelu 60 dní nebo určí technolog slévárny, přeměřit po použití pěti sádrových jader. - všechny operace provádět dle "PP_Vkládání lamel do flexu"	5.1	344 MIN	344 MIN
0032766908					
					
0010	ODVKLAMS	Čistí flexibelový odlitek	5.1	30 MIN	30 MIN
0020	ODVKLAMS	Kontroluje úplnost lamel	5.1	13 MIN	13 MIN
0030	ODVKLAMS	Vkládá lamely	5.1	231 MIN	231 MIN
0040	ODVKLAMS	Vkládá lamely nápisu RTM	5.1	5 MIN	5 MIN
0050	ODVKLAMS	Vkládá lamely symbolu VAI	5.1	5 MIN	5 MIN
0060	ODVKLAMS	Stříhá lamely v dělení	5.1	40 MIN	40 MIN
0080	ODVKLAMS	Kontroluje vkládání lamel	5.1	20 MIN	20 MIN
2730	ODLIJAMS	Lití jader STA - SIK a S-Split dělení, vyrobit vždy 1x prázdné sádrové jádro. - Všechny operace provádět dle "PP_Lití sádrových jader".	5.1	191 MIN	191 MIN
0032766916					
					
VVP: 0010 N1549/ 732D2 LICÍ PŘÍPRAVEK JADER 1 PC					
0010	ODLIJAMS	Ustavuje jaderníky v licích přípravcích	5.1	14 MIN	14 MIN
0020	ODLIJAMS	Utěsňuje licí přípravek	5.1	13 MIN	13 MIN
0030	ODLIJAMS	Naváží sádro a vodu, nastaví parametry	5.1	12 MIN	12 MIN
0040	ODLIJAMS	Mísí sádro	5.1	31 MIN	31 MIN
0050	ODLIJAMS	Provádí nástřik základní vrstvy	5.1	15 MIN	15 MIN
0060	ODLIJAMS	Lití sádry	5.1	61 MIN	61 MIN
0070	ODLIJAMS	Odformuje jaderník STA	5.1	12 MIN	12 MIN
0080	ODLIJAMS	Vyjme sádrová jádra z jaderníků	5.1	12 MIN	12 MIN
0090	ODLIJAMS	Čistí jaderník	5.1	11 MIN	11 MIN
0100	ODLIJAMS	Kontrola jader	5.1	10 MIN	10 MIN

Obr. 42 – Standartní seznam operací (interní zdroj)

PŘÍLOHA P II: DOPLNĚNÝ LAYOUT Z PORADY



Obr. 43 – Doplněný layout z porady (VI. zpracování)

PŘÍLOHA P III: ROZMĚRY MODELOVÝCH PŘÍPRAVKŮ

Model standart																			
Kontejner (model)	AFL [Ø]	ZD	[Ø]	H	Náitřky oválné izolaci 3D	Rozváděcí kanál 30x45x Vyška H	Zářezy	Vyška zářezu	Vyška vřok ledu	Dolní průřez vřoku	Horní průřez vřoku	Lití	Zadní díl	[Ø]	H	Počet	Vyška formy	Vyška vřoku pro NT	
[#]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[ks]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]
1	S+F +35	1	790	243	6/M	30x45x	7	60	260	12x12	20x20	1320	1150	450	9	450	450	350	
2	U +35	1	825	283	6/M	130	7	60	310	12x12	20x20	1320	1205	500	5	500	500	410	
3	G40 +35	1	870	283	7/M	130	9	60	310	12x12	20x20	1320	1230	500	4	500	500	410	
4	V +50	1	840	333	6/S	130	7	60	350	13x13	19x19	1320	1200	540	4	540	540	430	
5	G43 +35	1	915	333	6/S	130	9	60	350	14x14	22x22	1320	1295	540	4	540	540	430	
6	X +50	1	910	413	6/S	130	9	60	360	14x14	22x22	1320	1270	620	4	620	620	550	
7	43S +35	1/2	950	333	8/S	130	10	60	350	14x14	22x22	1320	1310	540	4	540	540	350	
8	G46 +50	1	1010	393	8/S	130	9	60	480	15x15	24x24	1500	1370	670	4	670	670	-	
9	G50 +50	1	1060	393	8/S	130	10	60	480	15x15	24x24	1500	1420	665	4	665	670	-	
Model S-split													Lití	Zadní díl					
Kontejner (model)	AFL [Ø]	ZD	[Ø]	H	Náitřky oválné izolaci	Vyška rozv. kanálu	Zářezy	Vyška zářezu	Vyška vřok kdlu	Dolní průřez vřoku	Horní průřez vřoku	Lití deska	[Ø]	H	Počet	Vyška formy	Vyška vřoku pro NT		
[#]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[ks]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	S+F +150	1	905	243	8/M	130	9	60	260	12x12	20x20	1320	1270	450	9	450	450	350	
2	U +150	1	840	283	7/S	130	9	60	310	12x12	20x20	1500	1350	510	5	500	500	410	
3	G40 +150	1	985	283	8/M	130	9	60	310	12x12	20x20	1500	1350	500	5	500	500	410	
4	G40+180 +180	1	1009	283	8/M	130	9	60	310	12x12	20x20	1500	1350	500	5	500	500	410	
5	G40+240 +240	1	1075	283	8/M	130	9	60	310	12x12	20x20	1650	1350	500	5	500	500	410	
6	V +180	1	955	333	7/S	130	7	60	350	13x13	20x20	1500	1320	540	4	540	540	430	
7	G43 +180 +180	1	1030	333	8/S	130	10	60	350	14x14	22x22	1500	1390	540	4	540	540	430	
8	G43+180 +180	1	1079	333	8/S	130	10	60	350	14x14	22x22	1650	1390	540	4	540	540	430	
9	G43+260 +260	1	1159	333	8/S	130	10	60	350	14x14	22x22	1650	1390	620	4	620	620	550	
10	X +180	1	1025	413	8/S	130	10	60	420	15x15	24x24	1500	1430	540	4	540	540	350	
11	43S +150	1	1065	333	8/S	130	10	60	350	12x12	24x24	1500	1430	540	4	540	540	350	
12	G46 -30	2	914	393	7/S	130	8	60	480	15x15	24x24	1500	1600	670	4	670	670	-	
13	G50 -30	2	964	393	7/S	130	8	60	480	15x15	24x24	1500	1600	670	4	670	670	-	

Obr. 44 – Rozměry modelových přípravků (interní zdroj)

PŘÍLOHA P IV: KATALOG HOFFMANN GROUP

Hoffmann Group
52

91

92

93

94

95

96

97

98

99

99

PALETOVÉ REGÁLY

Provedení:

- **Jednodílné rámové profily** výška 2 m až 10 m (dodávka nesmontované po jednotlivých částech). Rám stojanu dodává se zatížením pole až 24,5 t.
- Každým rámem se dodávají 4 podlahové kotvy a 2 podložní plechy 2 mm.
- **Nosníky** se dodávají se zatížením police až 4450 kg (výškově nastavitelné v rástru 50 mm).
- Konstrukce jako jednotlivý nebo dvojitý regál.
- **Mezivrátky** se u rámu a nosníků dodávají na poptávku.
- **Statický výpočet** podle DIN EN 15512.
- Osazení a odběr pomocí skladové techniky.

Pro plánování potřebných údajů:

- Hmotnost palety.
- Rozměry skladovaného zboží a výška palety.
- Délka nosníku (např. zda mají být v každé zásuvce skladovány 2 nebo 3 palety).
- Počet úložných úrovní každého pole.
- Výška rámu (přízpůsobena výšce místnosti).
- Druh obslužného přístroje.

Možné standardní rozměry

Hloubka: 800 mm
Šířka: 1100 mm
Výška: 2 000 mm až 10 000 mm jednotlivé
Možné šířky: 1350 / 1825 / 2225 / 2700 / 3300 / 3600 mm

91

92

93

94

95

96

97

98

99

99

BEZPEČNOSTNÍ POKYNY

Technická ustanovení pro stavbu paletového regálu dle BGR 234:

- **Vnější stojny** musí být u uliček a dopravních komunikací **minimálně o 500 mm vyšší než je horní úložná úroveň**.
- **Průjezdy a nástavby** musí být opatřeny **uzavřenou deskou** (např. dřevotřískovou deskou).
- Světla průchozí výška musí být minimálně 2100 mm.
- U vnějších stojin a průjezdů musí být **namontovány ochranné rohy** proti najezení.
- **Volné v prostoru stojící jednotlivé regály** musí být na zadní straně zajištěny **zadní mřížovou stěnou** (proti vypadávání skladovaného zboží).
- Na každé řadě regálů **musí být umístěny** štiky s uvedením nosnosti.
- **Kvalita betonu:** minimálně C20/25 dle EN 206-1 (DIN 1045-2); Tloušťka betonu nejméně 200 mm.
- Pokud je vzdálenost mezi paletami ve dvojitém regálu menší než 100 mm, musí být namontovány **pojisky** proti prostrčení.

Další pokyny:

- Důležitým údajem je **délka ohybu (K)** = maximální vzdálenost mezi podlahou a horní hranou 1. úrovně nosníků. Z této hodnoty se vypočítává použitý typ stojiny.
- Nad zbožím je vždy nutno naplánovat vzdálenost cca 100 mm k následující úložné úrovni resp. ke stropu haly.
- Výška zdvihů skladové techniky: horní hrana horního nosníku plus 200mm.

Naše technické údaje neplatí pro asfaltové povrchy nebo povrchy s obsahem magnezitu, betonovou dlažbu a válcovaný beton.

Součásti paletových regálů
Vyberte si z velké nabídky variantu skladu, která bude odpovídat Vašemu účelu použití.

91

92

93

94

95

96

97

98

99

99

616

Obr. 45 – Katalog Hoffmann Group (Hoffmann Group, 2021)