

Vysoká škola ekonomická v Praze

Bakalářská práce

Vysoká škola ekonomická v Praze
Fakulta podnikohospodářská
Studijní obor: Podniková ekonomika a management



Název bakalářské práce:

Optimalizace výrobního procesu firmy KARSTAK s.r.o.

Autor bakalářské práce: Karel Křesťan

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Hana Svobodová, Ph.D.

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma
„Optimalizace výrobního procesu firmy KARSTAK s.r.o.“
vypracoval samostatně s využitím literatury a informací,
na něž odkazuji.

V Praze dne

Podpis

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí práce Ing. Haně Svobodové Ph. D.
za cenné rady a odborné vedení.

Název bakalářské práce:

Optimalizace výrobního procesu firmy KARSTAK s.r.o.

Abstrakt: Cílem této práce je popis a mapování výrobních procesů společnosti KarStaK s.r.o., analýza míst, kde dochází k plýtvání, a následný návrh opatření včetně hodnocení odhadovaného ekonomického dopadu. Mapování se uskutečnilo pomocí pozorování a pro analýzu plýtvání byly zorganizovány tři série snímků operací. Na základě závažnosti zjištěných problémů navrhuje práce opatření k jejich předcházení. Pro odhad potenciálního ekonomického dopadu navrhovaných opatření využívá práce účetní výkazy společnosti v kombinaci s daty z provedených výzkumů. Podařilo se navrhnout opatření vedoucí k plánované měsíční úspoře 11 676 Kč při investici 304 150 Kč, resp. 6537 Kč měsíčně při investici 10 954 Kč. Výsledky této práce umožňují tedy zavedení opatření vedoucí k omezení plýtvání ve výrobě podniku s návratností 27 a 2 měsíce.

Klíčová slova: Výrobní procesy, štihlá výroba, optimalizace, mapování procesů, plýtvání

Title of the Bachelor's Thesis:

Optimalization of production processes in KARSTAK s.r.o.

Abstract: The goal of this bachelor's thesis is to describe and map the business processes of KARSTAK s.r.o., analyze the potential waste and to create a draft of measures including the estimated economic impact. The process of mapping was done by observation method and for waste analysis, three series of operation snapshots were organized. Based on the severity of the problems identified, the theses proposes measures to prevent them. To assess the potential economic impact of proposed measures, the company's financial statements were used in combination with data from the research conducted in this theses. The thesis managed to propose measures leading to the planned savings of CZK 11,676 per month for an investment of CZK 304,150 and 6537 CZK per month for an investment of CZK 10,954. The results of this thesis are allowing the introduction of measures to reduce waste in the production of the company with the return on investment within 27 and 2 months.

Key words: Production processes, lean management, optimalization, process mapping, waste

Seznam zkratek

CNC – počítačově číslicově řízený stroj

ES – European Standard

ČSN – Česká státní norma

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Výrobní procesy a jejich zlepšování.....	12
2.1. Proces	12
2.1.1. Definice procesu	12
2.1.2. Účastníci procesu.....	13
2.2. Výrobní proces.....	13
2.2.1. Plynulost výroby	14
2.2.2. Typ výroby.....	14
2.2.3. Prostorové uspořádání výroby (layout).....	15
2.3. Procesní modelování	17
2.3.1. SIPOC diagram	18
2.3.2. Value stream mapping	18
2.3.3. Dráhové diagramy.....	19
2.3.4. Flowchart.....	20
3. Informace o podniku	21
4. Portfolio společnosti	22
4.1. Projektová činnost ve výstavbě (nabídka)	22
4.2. Výroba krovů	22
4.3. Montáže krovů	23
4.4. Rhombus.....	23
4.5. Brikety	23
5. Popis hlavní výrobní činnosti.....	24
5.1. Výrobní proces.....	24
5.2. Prostorové uspořádání pracovišť.....	24
5.3. Vysokoúrovňový model výroby	26
6. Analýza problémů ve výrobě.....	30
6.1. Problémy způsobené prostorovým uspořádáním	30
6.2. Neefektivita a plýtvání v procesech mezi pracovišti	31
6.2.1. Opakovaná manipulace s řezivem při máčení	31
6.2.2. Nutnost třídit výstupy pily	32
6.2.3. Hromadění hotových výrobků	34
7. Návrhy na zlepšení.....	36
7.1. Změna layoutu pracoviště	36
7.1.1. Důvody k návrhu.....	36
7.1.2. Podoba návrhu	36
7.1.3. Potenciální překážky v realizaci návrhu.....	37
7.1.4. Odhadovaný ekonomický dopad	38
7.2. Změna procesu	41
7.2.1. Důvody k návrhu.....	41
7.2.2. Podoba návrhu	43
7.2.3. Potenciální překážky v realizaci návrhu.....	43

7.2.4.	Odhadovaný ekonomický dopad	44
8.	<i>Závěr</i>	46
9.	<i>Seznam literatury</i>	48
10.	<i>Seznam obrázků</i>	49
11.	<i>Seznam příloh</i>	50

1. Úvod

Tématem bakalářské práce je optimalizace procesu výroby ve společnosti KarStaK s.r.o. Aby mohla společnost efektivně fungovat v dnešním vysoce konkurenčním světě, je třeba, aby sledovala své výrobní procesy, mapovala je a systematicky odstraňovala nedostatky. Bez této snahy o neustálé zlepšování by firma nemusela být schopna konkurovat kvalitou a cenou. Vzhledem k menší velikosti podniku a velké propojenosti jednotlivých pracovišť nemá smysl zaměřit se pouze na jeden výrobní proces, ale je na místě zkoumat výrobu jako celek, včetně materiálových toků mezi pracovišti.

Cílem práce je shromáždění dat o efektivitě jednotlivých pracovišť podniku KarStaK s.r.o. a toků materiálu mezi nimi. Druhým cílem práce je pomocí analytických nástrojů moderních metod řízení podniku nalézt problematické části výrobního či řídicího procesu. Třetím cílem práce je na základě těchto poznatků navrhnout konkrétní opatření.

Pro výzkum jsem si vybral společnost KarStaK s.r.o. sídlící v Karlovarském kraji. Firma se zabývá výrobou a montáží vazníků se styčnickovou deskou. Vzhledem k tomu, že se jedná o rodinnou firmu, je řídicí struktura vybudovaná kolem majitelů, nárůst počtu zaměstnanců v posledních 2 letech ale vytváří tlak na delegování některých pravomocí.

V teoretické části vymezuji teoretická východiska bakalářské práce. Definuji pojem výrobní proces, standardizaci, na základě poznatků moderních způsobů řízení popisuji a srovnávám jednotlivé typy výroby, včetně srovnání jejich silných a slabých stránek. Nakonec se věnuji metodám, které provoznímu managementu slouží k analýze a zlepšování výrobních procesů.

V praktické části nejprve popisuji podnik a jeho činnost. Následně se zabývám aplikací analytických metod provozního managementu popsanych v teoretické části tak, abych jejich prostřednictvím popsal a následně analyzoval výrobní proces. V předposlední části práce rozebírám nedokonalosti zjištěné v průběhu zkoumání výrobního procesu. Nakonec vyberu některé ze zmíněných problémů a pokusím se přijít s konkrétními návrhy, jak tyto problémy odstranit, a to včetně

zhodnocení potenciálních překážek v jejich realizaci a rozboru ekonomického dopadu jejich adaptace.

2. Výrobní procesy a jejich zlepšování

Tato kapitola definuje základní pojmy provozního managementu související s analýzou a zlepšováním podnikových procesů spjatých s výrobou. Zabývá se popisem obecné terminologie použité v praktické a ve zbytku teoretické části.

2.1. Proces

2.1.1. Definice procesu

Zatímco obecná definice považuje proces pouze za přirozenou posloupnost činností vykonaných s úmyslem dosažení určitého cíle v objektivně daných podmínkách (Řepa, 2012), nebo ještě jednodušeji (dle ISO 9001) jako „soubor vzájemně působících činností, který přeměňuje vstupy na výstupy“, podnikový proces lze definovat úžeji jako „soubor propojených, strukturovaných aktivit nebo úkonů, které, vykonané v předem určeném pořadí, vedou k produkci služby či produktu (popř. k dosažení podnikového cíle) pro konkrétního zákazníka“ (Weske, 2012).

Z definice podnikového procesu tedy vyplývá, že, na rozdíl od obecně definovaného procesu:

- aktivity jsou navzájem provázány,
- smyslem je dosažení cíle podniku,
- konečným výstupem podnikových procesů je produkt či služba,
- příjemcem konečného výstupu podnikových procesů je zákazník.

Zařazení podnikových procesů stručně vystihuje následující graf. Hrana vedoucí od dodavatele směrem k podnikovým procesům je tvořena hmotnými či nehmotnými složkami procesu, které proces potřebuje k tomu, aby zajistil to, co od něj očekává zákazník. Zákazníkem je potom někdo, kdo pocítuje potřebu opatřit si hmotný výrobek, nehmotný výrobek, službu či kombinaci všech těchto položek, produkovanou určitým procesem. Zákazník od podniku přebírá produkt nebo službu ve formě výstupu a poskytuje podniku na základě svých zkušeností zpětnou vazbu. Získání této zpětné vazby od zákazníka hraje klíčovou roli v analýze a zlepšování firemních procesů (Svozilová, 2011).



Obrázek 1 Význam podnikových procesů (Řepa, 2012, upraveno autorem)

Je evidentní, že se v rámci složitého procesu přeměny prvočinitelů na konečný výrobek stává podnik běžně součástí několika těchto schémat v různých rolích – v roli dodavatele, nositele transformačních procesů, i v roli zákazníka.

2.1.2. Účastníci procesu

Z grafu uvedeného výše lze odvodit základní účastníky procesu, je ovšem nutné si uvědomit, že je v tomto schématu mnoho účastníků procesu skryto. Kromě výše uvedených se nejčastěji setkáváme ještě s následujícími kategoriemi účastníků procesu:

- sponzor procesu,
- manažer procesu,
- operátor procesu,
- šampión procesu.

Sponzorem procesu bývá zástupce provozovatele se zájmem na co největší efektivitě procesu. Jeho role je nezastupitelná při zlepšovatelských projektech. Manažer procesu je osoba přímo se podílející na řízení procesu, vázaná osobní odpovědností za procesní výsledky. Často bývá zároveň sponzorem procesu. Operátor (pracovník) se procesu přímo účastní a na jeho efektivitě se podílí zpravidla pouze kvalitou své práce. Šampiónem procesu je pak osoba, která se ho dlouhodobě účastní na pozici manažera a operátora a svým chováním podporuje či zlepšuje proces napříč organizací. Jeho hlavním přínosem je hluboká znalost potřeb i vnitřních závislostí procesu a předávání těchto informací dalším osobám v organizaci (Svozilová, 2011).

2.2. Výrobní proces

Za výrobní proces považujeme systém veškerých dílčích podnikových procesů (pracovních, automatických a přírodních), které se v rámci podniku podílejí na

přeměňování surovin a materiálů na výrobky (Synek, 2006). Výrobní proces zahrnuje:

- hlavní výrobu,
- vedlejší výrobu,
- doplňkovou výrobu,
- přidruženou výrobu.

Díky jeho mohutnosti analyzujeme v rámci výrobního procesu spíše jeho dílčí části. Za nejdůležitější z těchto částí považujeme organizační uspořádání pracovišť a typ výroby (Tomek & Vávrová, 2007). Dalším hlediskem vhodným ke zkoumání je plynulost výroby.

2.2.1. Plynulost výroby

Z hlediska plynulosti procesu rozlišujeme výrobu plynulou (nepřetržitou) a přerušovanou. Plynulá výroba se vyznačuje tím, že z různých důvodů probíhá (až na výjimky vyvolané nutnými opravami) prakticky nepřetržitě. V případě přerušované výroby toto neplatí – výrobní proces lze po určitých částech přerušovat a pokračovat jindy. Zpravidla pak tato výroba probíhá v určitých, pevně stanovených časových intervalech.

Jako kritérium pro posouzení plynulosti výroby slouží například skutečnost, zda tok materiálu mezi jednotlivými pracovišti probíhá bez možnosti operativních zásahů (v případě plynulé výroby), nebo je možné tento tok ovlivňovat (přerušovaná výroba).

Hlavní výhodou přerušované výroby jsou nižší náklady na její zajištění, než je tomu v případě výroby plynulé (mezi vhodné podmínky, které je nutné v případě plynulé výroby zajistit, patří mimo jiné také ubytování a stravování zaměstnanců, osvětlení...). Na druhou stranu ale dochází k prodloužení průběžné doby výroby, zvýšení výrobních zásob a kolísání výkonosti procesu (Keřkovský, 2001).

2.2.2. Typ výroby

Typem výroby (označovaným také jako dělení dle množství a počtu druhů výrobků) rozdělujeme výrobu do následujících třech kategorií:

- kusovou (malosériovou),
- sériovou,
- hromadnou.

Hlavní rozdíl mezi nimi spočívá ve velikosti zpracovaného množství (sérií) a způsobu přidělování potřebných výrobních faktorů.

Kusová výroba se vyznačuje nejmenší výrobní dávkou. Podle toho, zda se produkce konkrétního druhu výrobku může opakovat, rozlišujeme dále opakovanou kusovou výrobu, nebo neopakovanou kusovou výrobou. Pokud je výroba zcela podřízena objednávkám konkrétních zákazníků hovoříme ještě o zakázkové výrobě. U kusové výroby obecně dochází k neustálým změnám ve výrobním procesu v závislosti na současném výrobním programu. Tento styl výroby má největší potenciál k uspokojení individuálních požadavků zákazníka, náklady na výroby bývají ale nejvyšší.

Sériová výroba je uskutečňována po výrobních dávkách, kdy výrobní proces každé dávky zůstává stejný a po dokončení série se přechází na výrobu nového výrobku. Pokud je velikost výrobních dávek konzistentní, hovoříme o rytmické sériové výrobě, v opačném případě o nerytmické sériové výrobě. Sériová výroba je méně nákladná než kusová a nabízí lepší možnosti přizpůsobení individuálním požadavkům zákazníka než výroba hromadná.

Hromadnou výrobu charakterizuje výroba jednoho druhu výrobku ve velkém množství. Dokud výroba konkrétního druhu výrobku neskončí, proces výroby se opakuje a je do značné míry stabilizován. Vzhledem k vysokým výrobním dávkám a vysoké stabilitě procesu je hromadná výroba nejekonomičtější, nabízí ale minimální prostor k individualizaci výrobku (Hlavenka, 1990).

2.2.3. Prostorové uspořádání výroby (layout)

V rámci prostorového uspořádání pracovišť zkoumáme kromě samotného organizačního uspořádání také materiálové toky. Pro ty jsou rozhodujícími kritérii rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. Uspořádání pracovišť je dále děleno následovně:

Volné uspořádání

Volné uspořádání je charakteristické pro taková pracoviště, kde nebylo možno předem určit materiálové toky, návaznosti operací a organizační a řídicí vztahy mezi dílčími jednotkami. Lze ho nalézt zejména u prototypových či údržbových

dílen. Takovéto uspořádání je nevyhovující a proto se téměř nepoužívá (Hlavenka, 1990).

Technologické uspořádání

Technologický layout je určen pro větší množství variabilních procesů při jejich nižší frekvenci. Výhodou je výroková flexibilita a větší portfolio a vyšší kapacitní využití strojů. Nevýhodou je naopak delší průběžná doba výroby, vyšší stav zásob a mezioperačních ztrát, složitější koordinace pracovišť a celkově i pomalejší zpracovatelské časy (Keřkovský, 2001).

Z výhod a nevýhod výše uvedeného vyplývá, že by technologického uspořádání měly využívat hlavně takové podniky, v jejichž zájmu není vyrábět a nabízet na trhu velké množství stejných či velmi podobných produktů. Důvody, vedoucí k takovému uvažování, mohou být různé, např. důraz na tradiční postup výroby či taková míra personifikace výrobku, že ho nelze dosáhnout při jiném uspořádání.

Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání je velmi vhodné pro vysoce opakované procesy ve velkém rozsahu, tzn. pro omezené výrokové rodiny s téměř identickými požadavky. Výrobní zařízení jsou jednoúčelová s (zpravidla) neměnným taktem linky, průběžné doby i stavy zásob jsou minimální, daní za tyto výhody je ovšem skutečnost, že pokud dojde někde v procesu k poruše, bývá potřeba zastavit celou linku (Keřkovský, 2001).

Lze usuzovat, že o předmětné uspořádání budou usilovat hlavně takové podniky, jejichž marže se odvíjí od schopnosti šetřit výrobní náklady a zároveň produkovat co největší množství výrobků. Příkladem jsou firmy vyrábějící spotřební zboží či standardizované součástky určené k dalšími zpracování.

Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání je snahou o vyvážení výhod a nedostatků technologického a předmětného uspořádání. Velmi se podobá technologickému layoutu, zároveň ovšem minimalizuje vzdálenosti mezi stroji, což dává uspořádání charakter linky. Každá z buněk je standardně tvořena vysoce produktivním strojem s mechanizovaným, nebo dokonce plně mechanizovaným okolím (Rumíšek, 1991).

O buňkovém uspořádání lze soudit, že bude atraktivní hlavně pro podniky usilující o co největší míru racionalizace, které se ale nemohou vzdát možnosti jednotlivé výrobky/série personifikovat ve větší míře, než by jim umožnila standardní výrobní linka.

Uspořádání s pevnou pozicí výrobku

Layout s pevnou pozicí výrobku je specifický tím, že výrobní faktory jsou rozmístěny v okolí výrobku. Je vhodné (někdy dokonce nezbytné) použít ho u výrobků, které jsou příliš velké/citlivé k tomu, aby mohli být sestaveny pomocí jiného uspořádání. Očividnou nevýhodou je nutnost zajistit přepravu výrobních faktorů na místo výroby (Keřkovský, 2001).

Jak vidíme, uspořádání s pevnou pozicí výrobku je nejspecifičtější v tom ohledu, že neexistuje pevné výrobní schéma, ale pouze plán pro daný výrobek/sérii. Zatímco v praxi jsou dříve zmíněná schémata mezi sebou kombinována, pevná pozice výrobku představuje samostatné uspořádání vhodné pro relativně úzce vymezenou skupinu produktů, jejichž společným rysem jsou příliš vysoké náklady na přepravu výrobku z místa sestavení znemožňující využití jiných výrobních schémat.

2.3. Procesní modelování

Před tím, než podnik může přistoupit k racionalizaci své činnosti, potřebuje spolehlivý nástroj, který mu umožní zobrazit reálný stav jeho procesů v podobě umožňující další zkoumání. K takovému zobrazení lze obecně využít procesní modelování. V rámci snahy o standardizaci modelování vzniklo mnoho různých přístupů a norem, lišících se hlavně v aspektech, na které kladou důraz. Tyto modely pak více či méně přesně a komplexně zachycují podnikové procesy a jejich vztahy (Řepa, 2007).

Z existence různých přístupů k modelování vyplývá nutnost volit pro modelování jednotlivých činností vhodný model. Při volbě modelu je nutno zohlednit mnoho požadavků, ku příkladu pro koho je model určen, jakou požaduje komplexitu zobrazení procesů nebo zda klade důraz na lidskou či technologickou stránku procesů.

2.3.1. SIPOC diagram

SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer) diagram je vhodný využívat hlavně na začátku zlepšovateľského projektu. Jednoduše zachycuje nejdůležitější prvky procesu a charakteristické fáze či kroky. Tradičně se při jeho budování začíná od obecné mapy v takovém detailu, který stačí na stanovení potřebných charakteristických stavebních prvků. Běžně je sestaven v následujících krocích (Svozilová, 2011):

- vymezení hranic procesu a pojmenování jeho základních fází,
- určení zákazníků procesu a výstupů,
- prověření dodavatelů a vstupů,
- definování parametrů (volených dle pohledu na analýzu) pro vstupy, výstupy a procesní kroky.

Jak můžeme vidět, mapa sleduje proces přeměny vstupů na výstupy „od konce“, tedy směrem od výstupů ke vstupům, popř. od zákazníka k dodavateli. Dále začíná co nejobecnějším popisem a další parametry definuje dle potřeby. Díky tomu není složité ani nákladné diagram sestavit a zároveň dobře poslouží k pochopení procesu jako celku.

2.3.2. Value stream mapping

Value stream mapping (VSM) je technika spočívající ve vytvoření grafického znázornění toku hodnot. Jedná se o metodu úzce propojenou s myšlenkami „štíhlé“ výroby a využití nachází zejména při analýze výrobních a nevýrobních opakovaných procesů pro zjištění současného stavu a jeho následném zlepšování. Opakovanost a rovnoměrnost je v tomto případě hlavním kritériem pro určení vhodnosti této techniky, neboť VSM selhává pro dlouhé cyklické časy. Vhodný není ani pro mapování jiných než materiálových či informačních toků, kde představují vhodnější volbu dráhové diagramy popsane v následující kapitole (Frolík & Košturiak, 2006).

Stručný postup pro vytvoření mapy procesu pomocí VSM může vypadat například takto (Mašín, 2003):

- vybereme vhodný hodnotový tok,
- načrtne proces pomocí postupového diagramu,
- připravíme šablony pro zaznamenání dat,
- vypočteme základní údaje o zákazníkovi,
- vypočteme aktuální údaje o procesech a/nebo jednotlivých operacích,

- zmapujeme umístění zásob a vypočteme stav rozpracované výroby v procesech,
- přepočítáme stav zásob na denní spotřebu zákazníka,
- do mapy zaneseme zákazníka a dodavatele (v obou případech myšleno externího, nikoli vnitropodnikového) a zapíšeme do tabulky všechny potřebné údaje,
- na základě připravené tabulky popíšeme průběh procesních kroků,
- dokreslíme materiálové toky,
- dokreslíme externí přepravu,
- dokreslíme materiálové toky pro jednotlivá skladiště s vyplněnou úrovní zásob v jednotlivých dnech,
- zakreslíme linku,
- vypočteme údaje o hodnotovém toku.

Již z výše zmíněného postupu vyplývá, že výstup VSM poskytuje solidní podklady pro identifikování jak úzkých míst procesu (získané např. díky propočítávání kapacit skladů), tak pro zamezování plýtvání.

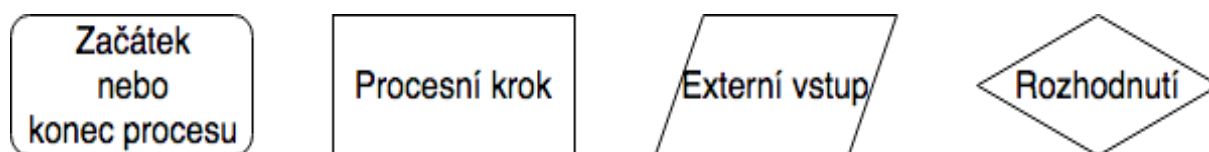
2.3.3. Dráhové diagramy

Zatímco VSM využíváme ke sledování toku materiálu, dráhový diagram zaznamenává vazby činností a procesů na jednotlivé pracovníky. Využívá se hlavně pro modelování procesů s hlubokou vazbou do vnitřního prostředí podniku. Typickým příkladem takového procesu je objednávkový systém zakázkové výroby či kontakt se subdodavateli. Dráhový diagram pak většinou připravujeme s využitím následujících kroků (Svozilová, 2011):

- rozhodneme, jaké role či skupiny rolí budeme sledovat, a připravíme pro ně ve vhodném pořadí „dráhy“,
- připravíme diagram toku pracovních činností včetně všech rozhodovacích bodů a smyček,
- kroky obecného diagramu přidělíme do jednotlivých drah s velkým důrazem na dodržování posloupnosti či paralelizace procesů,
- výsledek analyzujeme se zaměřením na body, v nichž dochází k předávání pracovního meziprojektu mezi jednotlivými skupinami.

2.3.4. Flowchart

Flowchart (česky vývojový diagram) představuje grafickou reprezentaci struktury procesu, algoritmu, nebo celého systému procesů. Sleduje pořadí jednotlivých kroků rozhodnutí a činností, čímž napomáhá pochopení celého procesu. Jeho hlavní silou je zpřehlednění jinak složitých procesů, což umožňuje jejich snadnější pochopení. Aby bylo naprosto zřejmé, co se v daném modelu odehrává, je výhodné využívat dohodnuté symbolické značení (značení využitá v této práci se nachází na dalším obrázku). Kromě analýzy již existujících činností je flowchart vhodným nástrojem také k vyvíjení nových procesů, při kterém pomáhá volit vhodnou posloupnost operací (Veber J. , 2010).



Obrázek 2 Standardní symboly flowchart (Hromková & Tučková, 2008), upraveno

Z této definice vývojového diagramu můžeme vyvodit, že jeho hlavní předností je hlavně názornost, a to i pro uživatele, který se s mapovaným procesem dosud nesetkal v praxi. K pochopení diagramu nejsou nutné žádné konkrétní technické znalosti, stačí znát symboly v něm použité. Pokud jsou tedy využité symboly standardní, mělo by být výsledné schéma snadno pochopitelné pro široký okruh uživatelů, a to i takových, kteří by jinak pro pochopení daného procesu nebyli vybaveni dostatečnými znalostmi.

3. Informace o podniku

Společnost KarStaK s.r.o. vznikla v roce 1994 jako první vazníkářská firma v Karlovarském kraji. Specializuje se na návrh, výrobu a montáž dřevěných vazníkových krovů a na jejich použití jako konstrukčních prvků nejen ve dřevostavbách, ale i v kombinacích s dalšími stavebními materiály.

Hlavní činností podniku je návrh, výroba a montáž dřevěných příhradových vazníkových konstrukcí. Vedlejší činnost představuje výroba obkladových prvků rhombus a dřevěných briket. Všechny tyto činnosti jsou vykonávány v průmyslové zóně obce Útvina, kde má společnost hlášenou provozovnu. Administrativní a návrhová činnost je zajišťována v sídle společnosti v obci Dolní Rychnov. Montážní činnosti probíhají na místech jednotlivých staveb.

Provozovnu společnosti tvoří hlavní výrobní hala, jedna menší hala a prostor kotelny se sušárnou. Hlavní výrobní hala zajišťuje naskladnění a máčení řeziva, jeho následný pořez na jednotlivé přířezy, sestavování přířezů do vazníků, osazování styčnickových desek, zalisování vazníků, jejich skladování a odvoz do místa stavby. Z důvodu zajištění legislativního rámce tvoří část haly šatny a sklad listin. Menší hala slouží primárně k výrobě rhombusových obkladů, zpracování části odpadů, výrobě briket a sekundárně také jako skladiště materiálu a techniky. Prostor kotelny a sušárny je prozatím navázán pouze na přípravu výroby rhombusů, do budoucna se ale počítá s jeho využitím pro rozšíření činnosti na výrobu podlahových, stropních, nebo stěnových nosníků POSI JOINT, k jejichž produkci je třeba využívat suché, kalibrované řezivo.

4. Portfolio společnosti

4.1. Projektová činnost ve výstavbě (nabídka)

Pro projektování pozemních staveb spadá společnost pod ES certifikaci Technického a zkušebního ústavu Praha. Podklady pro nabídky vypracovává firma na licencovaném softwaru americké společnosti Mitek Industries s.r.o. Nabídkou je rozuměn dokument obsahující odděleně cenu výroby, dopravy a montáže krovu tak, aby se zákazník mohl rozhodnout, o které z těchto položek má zájem. Součástí nabídky je často také zjednodušený výkres výsledné stavby.

4.2. Výroba krovů

Výroba vazníkových krovů probíhá po uzavření smlouvy a vypracování výrobní dokumentace na základě cenové nabídky. Ze zákona vyplývá, že řezivo musí dosahovat požadovaných vlastností z hlediska kvality a pevnosti (konkrétní pevnostní třídou je C24). Za tímto účelem využívá společnost certifikovaného řeziva dle české technické normy ČSN EN 14081-1, vycházející z evropské normy EN 14081-1:2005.

V případě zájmu zákazníka je možno impregnovat proti dřevokazným škůdcům a hnilobám impregnačním prostředkem Bochemit. Protože je impregnační prostředek nezávadný, ekologický a bezbarvý, je výrobcem přibarvován potravinářským barvivem a impregnované krovy jsou tak snadno rozeznatelné od neimpregnovaných.

Na spojování přířezů do jednotlivých vazníků jsou používány styčnickové desky společnosti Mitek Industries s.r.o. podléhající certifikaci EN 1445. Celá výroba podléhá certifikaci certifikovanou osobou Technický a zkušební ústav Praha, s.p., konkrétně certifikaci ČSN EN 14250 - Požadavky na prefabrikované nosné prvky s kovovými styčnickovými deskami s prolisovanými trny. Odkazy na všechny tyto dokumenty jsou součástí *Prohlášení o vlastnostech* dodávaného ke každému jednotlivému krovu nezávisle na tom, zda je krov prodán či na základě smlouvy o dílo i namontován.

4.3. Montáže krovů

Montáže jsou uskutečňovány dle zpracovaných kladečských plánů obsahujících plán rozmístění jednotlivých typů vazníků na příslušné stavbě a plán ztužení vazníků tak, aby byla zajištěna funkčnost krovu jako celku, a to včetně kotvení vazníků mezi sebou a ke stavbě. Každá práce je prováděna v souladu s technologickým a pracovním postupem pro práci s dřevěnými a příhradovými vazníky.

4.4. Rhombus

Od roku 2015 začala společnost nabízet modřínový fasádní profilovaný obklad typu rhombus. Výrobek splňuje normu ČSN EN 14 915, rozděluje třídy palubek dle podílu černých tužkových suků, sukových zátek a vypadlých suků na kvalitativní třídy A, B a A/B (dávky tvořené 40% třídou A a 60% třídou B). Společnost je schopna poskytovat všechny tyto kvalitativní třídy, protože se ale nejedná o hlavní činnost, je třeba dávky s předstihem objednávat a individuálně se domlouvat na dodacích lhůtách.

4.5. Brikety

Aby společnost zajistila co nejnižší míru odpadovosti, vyrábí z pilin vzniklých při obrábění řeziva dřevěné slisované brikety. Tyto brikety splňují normu ISO 17225-3 kladoucí nároky na výhřevnost, tavitelnost popela a přítomnost některých těžkých kovů. Většina odpadu je ze sušeného, neimpregnovaného dřeva, a splňuje tak požadavky pro kvalitativní třídu A1. Protože výroba briket představuje způsob zpracování odpadu a nikoli hlavní činnost podniku, jsou brikety přednostně nabízeny zaměstnancům a partnerům firmy a až poté prodány překupníkům, kteří je následně nabízejí na volném trhu.

5. Popis hlavní výrobní činnosti

5.1. Výrobní proces

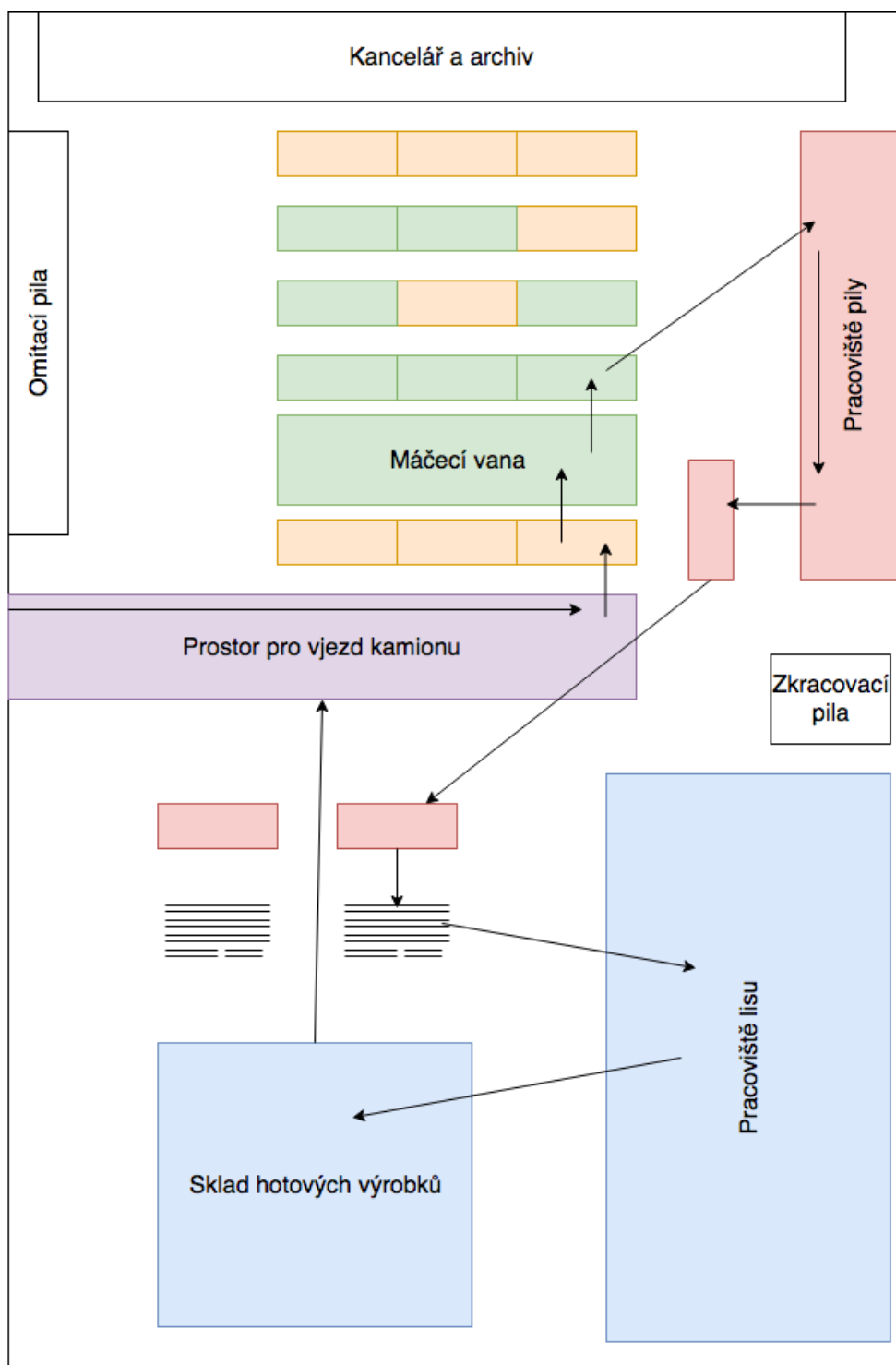
Společnost KarStaK s.r.o. využívá ve svém výrobním procesu přerušovaný typ výroby. Výhod tohoto typu pro podnik je několik, předně jednodušší organizace asynchronních pracovišť (viz 5.2), nutnost provádění pravidelných údržeb strojů (čištění pily nad rámec odsávání, mazání lisu) a sezónnost výroby.

Klasifikovat výrobu jako kusovou, sériovou nebo hromadnou v případě zkoumaného stavařského odvětví jednoznačně nelze. Z pohledu zákazníka se jedná o výrobu kusovou (konkrétně zakázkovou) v případě jedné zakázky, či malosériovou v případě zákazníků pracujících na více stejných stavbách na jednom místě. Z pohledu pracovníků je ale situace složitější: výroba je řízena na základě podkladů k výrobě od projektanta, dle kterých dochází k automatickému seřízení CNC strojů. Práce obsluhy těchto strojů je následně (až na drobné změny) totožná pro všechny projekty. Výrobní proces by tak šel hodnotit jako sériová výroba s nutností nového seřízení strojů před každou sérií.

Přestože se podnik nikdy nemůže stát plně sériovou, či dokonce hromadnou, výrobou, v rámci snahy o minimalizaci výrobních nákladů při současném zachování kvality je patrná snaha (v rámci podniku i průmyslu) o co největší standardizaci jednotlivých operací. Ve snaze minimalizovat různorodost činností napomáhají hlavně technologie v čele s CNC stroji.

5.2. Prostorové uspořádání pracovišť

Z historických (a stále ještě částečně i praktických) důvodů má uspořádání pracovišť ve firmě více technologický než předmětný charakter. Přestože by v ideálním případě docházelo vždy k posloupnosti operací máčení-pila-lis, díky špatné kvalitě materiálu/opracování je někdy nutné provést další operace (např. začištění nekvalitního řezu, provedení manuálního řezu s příliš velkou nadmírou do šířky...) na jednom z pomocných pracovišť. Všechna tři hlavní pracoviště vyžadují ke svému provozu relativně velký obslužný i manipulační prostor a výstupy z pracovišť jsou rozměrné a těžké, proto je zajištění materiálových toků obtížné a tvoří jednu z priorit podniku.



Obrázek 3 Prostorové umístění pracovišť, vlastní tvorba

Na schématu je vidět, že hlavní výrobní prostor tvoří tři od sebe oddělená pracoviště – skladování a máčení přivezeného řeziva, pila a lis. Kromě těchto pracovišť lze v hale nalézt ještě 2 další pracoviště, která stojí za zmínku:

- omítací pila,
- ruční zkracovací pila.

Omítací pila je nutná díky existenci nadmíry na řezivu. Pokud je nadmíra příliš velká, má výsledný rozdílný rozměr vliv na statické vlastnosti výrobku a je tedy nutné učinit dlouhý podélný zkracující řez. Tento řez standardně provádí obsluha pily pokud zjistí, že nadmíra způsobuje problémy při výrobě.

Zkracovací pila je nutná díky křivosti řeziva. Díky této křivosti není řezný úhel od pracoviště pily úplně přesný. Pokud pracoviště lisu usoudí, že křivý úhel znemožňuje sestavení krovu z pořezů, může použít ruční zkracovací pilu a úhel ručně upravit.

Ze schématu prostorového rozmístění pracoviště je patrná snaha o minimalizaci přepravních vzdáleností mezi jednotlivými pracovišti (a tedy přiblížení se buňkovému uspořádání). Překážkou pro kontinuální tok materiálu jedním směrem jako u klasické výrobní linky je jednak nutnost využívat podpůrná pracoviště (omítací a zkracovací pila), jednak fakt, že vjezd do haly je „uprostřed“ a celý tok má tedy více tvar elipsy, než optimální tvar přímky od vstupu řeziva do výroby k výstupu.

5.3. Vysokoúrovňový model výroby

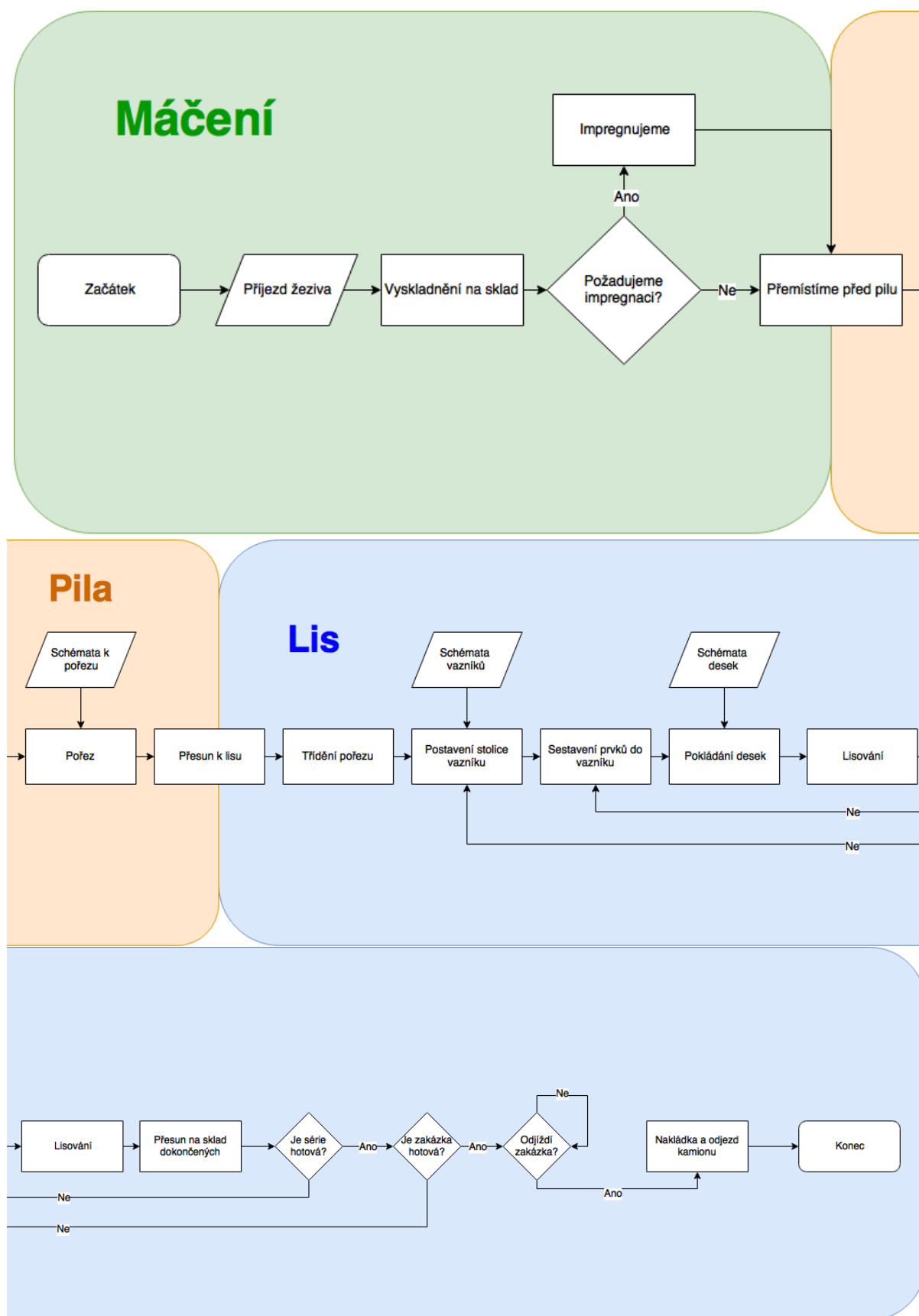
Vysokoúrovňové schéma výroby zachycuje následující vývojový diagram doplněný o přiřazení jednotlivých operací konkrétním pracovištím. Za vstupy v tomto schématu považujeme vše, co není přímým produktem procesů ve výrobě, zároveň ovšem v rámci zachování nadhledu a přehlednosti schématu zanedbáváme samozřejmé vstupy (jako např. elektrický proud) nutné ke každé operaci, a také zjednodušujeme rozhodovací procesy v jednotlivých pracovištích. Důraz je v tématu kladen na tok řeziva v rámci jedné zakázky, od jeho přijetí na pracoviště výroby až po vývoz hotového výrobku.

Řezivo je na pracoviště přijímáno ve formě speciálních hrání širokých 1 - 1.2 m a dlouhých 4 nebo 5 m (v závislosti na jeho typu). Hráně jsou stohovatelné, tvořené pouze řezivem a nízkými proklady (cca. 2 cm vysokými), což vede k zachování maximální skladové úspornosti. Tyto hráně se nacházejí na kamionu, odkud je nutno je nejprve za pomoci jeřábu vyložit na sklad (viz Obrázek 3 Prostorové umístění pracovišť, vlastní tvorba). Toto řezivo poté dle požadavku může nebo nemusí být impregnováno v impregnační vaně a uskladněno, dokud se pro něj neuvolní místo v prostoru pracoviště pily.

Po přijetí souboru k seřízení pily pro řezání a popisování dané zakázky může zahájit činnost pracoviště pily. Operátor stroje je zodpovědný za ovládání a údržbu stroje a také za kvalitu provedených řezů (důraz kladen především na správný úhel řezu a délku pořezů). Další pracovník je pak zodpovědný za kvalitu

popisu (v případě nečitelnosti automatického popisu z tisku je nutno daný kus popsat manuálně), odebrání prvků a za vytvoření palety, kterou lze po dokončení dané zakázky svázat a přesunout jeřábem na pracoviště lisu.

Po přijmutí palety s pořezem od pily musí pracoviště lisu danou paletu nejprve roztřídit dle jednotlivých vazníků (k roztřídění slouží popisy prvků, které zajišťuje pila). Po přijmutí schémat jednotlivých vazníků s informacemi o jejich počtech pak pracoviště nejprve vytvoří kostru zpracovávaného vazníku, do které poté sází pořezy (kostra zajišťuje, že má každý vazník stejný vnější tvar). Počet stejných vazníků se přitom velmi různí, v nejlepším případě se může jednat o desítky stejných vazníků (v takovém případě pracuje pracoviště nejefektivněji, neboť nemusí na základě výkresů vytvářet nové kostry), v nejhorším může být v zakázce daný vazník pouze jeden (a proces měření, montování a následně sundávání kostry je třeba pro každý z vazníků opakovat). Každý vazník je po dokončení sundán ze stolice a uskladněn tak, aby ho bylo později možné za pomoci jeřábu co nejjednodušeji naložit a odvést.



Obrázek 4 Vysokoúrovňové schéma výroby, vlastní tvorba

V rámci tohoto procesu stojí za zmínku fakt, že neobsahuje žádnou paralelizaci – jedná se o jednosměrný tok materiálu a ani jedno z pracovišť nemůže zahájit činnost, dokud předchozí stanoviště neskončí. Zakázkový charakter výroby navíc neumožňuje, aby některé z pracovišť vytvářelo skladové zásoby pro pracoviště následující.

Teoreticky by bylo možné, aby pila vždy nařezala materiál na jeden konkrétní krov a lis na něm tak mohl pracovat – v minulosti byl tento postup příležitostně využíván, když pracoviště lisu nemělo materiál pro zahájení lisování celé zakázky – po nahrazení ruční pily CNC strojem již toto ale není možné bez velkých komplikací, neboť CNC pila pracuje s celou zakázkou a optimalizuje využití materiálu na úkor toho, že jsou prvky pro jednotlivé vazníky řezány v různém pořadí a při zahájení činnosti lisu uprostřed činnosti pily tedy nelze zaručit, že v lisovaném krovu nebudou nějaké prvky chybět.

6. Analýza problémů ve výrobě

6.1. Problémy způsobené prostorovým uspořádáním

Prostorové uspořádání pracoviště je velmi ovlivněno rozměry a tvarem haly a původně nebylo dimenzováno na současný¹ objem výroby. Při zkoumání prostorového uspořádání pracoviště a modelování výrobních procesů byly odhaleny hlavně následující problémy:

- sklad nově přivezeného řeziva a řeziva čekajícího na přesun do prostoru pily není oddělen,
- sklad hotových výrobků a materiálu pro lis není oddělen,
- část prostoru haly je nevyužitá díky nutnosti ponechat ji jako vjezd pro obslužná vozidla.

První ze zmiňovaných nedostatků je problematický v tom, že naprostá většina² zákazníků požaduje pro svou střechu impregnaci řeziva, zatímco nově dovezené řezivo impregnované není. Hráně řeziva jsou ale skládány na sebe a nahoře se tudíž po přijmutí řeziva od dodavatele může nacházet řezivo neimpregnované, popř. čerstvě impregnované a mokré. Pokud by byl v současné podobě změněn systém z LIFO na FIFO, bylo by nutné všechny hráně nejprve přesunout jinam, nejnižší hráně přesunout k pile a ostatní hráně poté vrátit na původní pozici, což by vyžadovalo delší manipulační čas a vzhledem k nutnosti využívat jeřáb potenciálně způsobovalo proluky na ostatních pracovištích.

Druhý problém spočívá v omezené velikosti skladu v prostoru lisu, kde je v současnosti skladován jak materiál pro lis, tak hotové výrobky. Tyto hotové výrobky na rozdíl od hrání zabírají velkou plochu a navíc se s nimi hůře manipuluje. Firma díky tomuto uspořádání dále podstupuje riziko, že se sklad hotovými výrobky zahltí (např. v případě selhání dopravy či připravenosti staveniště), což práci lisu komplikuje (časová ztráta reorganizací skladu) či úplně znemožňuje.

Poslední problém je způsoben nutností využívat při vykládání řeziva jeřáb, jenž je mostový a tudíž fixovaný na prostor haly. Aby vykládka mohla proběhnout, musí vozidlo s nákladem (standardně nákladní vůz s jedním přívěsem) zacouvat do haly a být v ní po celou dobu vykládky přítomno. Nejenom, že tento postup

¹ Odvozeno od údaje o počtu vyvezených střech týdně, který se v sezóně od března do října mezi lety 2008 a 2017 téměř zpětinásobil

² Dle firemní databáze požadoval střechu bez impregnace v roce 2017 jeden zákazník, rok předtím to byli dva

obsazuje jeřáb a může tak způsobovat proluky na jiných pracovištích, prostor pro zacouvání vozidla musí být většinu času³ vyklizen a tudíž nevyužit.

6.2. Neefektivita a plýtvání v procesech mezi pracovišti

Při pohledu na vysokoúrovňové výrobní schéma je patrné, že se zcela nedrží filozofie LEAN, totiž že zde dochází ke zbytečným operacím bez přidané hodnoty pro zákazníka. Hlavní problémy v procesech výroby byly při analýze výrobního modelu vyhodnoceny jako:

- opakovaná manipulace s materiálem při operaci máčení,
- nutnost roztrždit výstupy z pily před použitím na lisu,
- riziko zastavení celého výrobního procesu při nahromadění se hotových výrobků.

6.2.1. Opakovaná manipulace s řezivem při máčení

Už v první fázi dochází k vyskladnění, poté k rozhodnutí, zda impregnovat či nikoli (impregnaci považujeme za přidanou hodnotu – přestože je na českém trhu, na rozdíl od některých jiných zemí, kde se od podobné praxe ustupuje, téměř samozřejmostí impregnaci využívat, zákazník o impregnaci vždy v rámci smlouvy vysloveně žádá a očekává, že dodané krovy budou z impregnovaného dřeva), a na základě tohoto rozhodnutí poté k dalšímu přesouvání materiálu. Teoreticky i prakticky je tak s řezivem několikrát manipulováno ještě před tím, než impregnace proběhne, a poté znovu, než je využito pro řez.

Popis měření

Pro zjištění úrovně dopadu tohoto problému bylo zorganizováno následující pozorování:

1. Při přívozu byl vybrán náhodně jeden balík řeziva
2. Bylo sledováno, kolikrát musel být tento balík naložen na jeřáb, než byl připraven k tomu, aby z něj mohlo být odebíráno řezivo pracovištěm pily

Vycházíme z předpokladu, že v optimálním případě by byl balík vyložen, rovnou namočen a poté vyložen ihned na určenou pozici, což dává dohromady 2

³ Odvoz hotových výrobků probíhá zpravidla začátkem ranní směny, přívoz materiálu pak několikrát týdně kdykoli v průběhu dne

manipulace jeřábem. Je ale jasné, že takový přístup není realistický, protože máčení trvá výrazně delší dobu, než pouze vyložení, a 2 manipulace by tak vedly k výraznému zdržení celé vykládky, včetně nutnosti zajistit kamion na delší dobu. Za optimální počet manipulací považujeme v rámci měření 3.

Průběh měření

V rámci experimentu byl u 8 balíků řeziva (z celkem 4 dávek) testován počet nutných přesunů. Jako přesun jsme definovali takovou operaci, kdy došlo k podvázání balíku, jeho uchycení na jeřáb, přesunu a následné vyvázání. V průběhu operace máčení je někdy vhodné balík otočit, popř. z jeřábu sundat, protože se ale jedná o nezbytnou součást operace máčení mimo pohyb materiálu, není tato operace v žádném měření započítána (resp. jedná se vždy pouze o jeden přesun nezávisle na tom, kolikrát je s balíkem manipulována v průběhu máčení).

Omezení

Za hlavní omezení výzkumu lze považovat nedostatečný počet měření, či spíše provádění měření pouze v jednom období sezony. Je rozumné předpokládat, že pokud by měření byla uskutečněna mimo sezonu (uprostřed zimy), výsledné hodnoty by byly menší (díky menšímu množství balíků na pracovišti a s tím spojené vyšší efektivitě práce s nimi), uprostřed sezony by byly hodnoty naopak vyšší.

Závěr

Při měření bylo zjištěno, že je hodnota počtu manipulací s balíkem mezi vykládkou a pracovištěm pily v průměru vyšší než 5 s odchylkou od střední hodnoty 1,126. Tento stav lze i přes omezení spojená s výzkumem považovat za neuspokojivý.

6.2.2. Nutnost třídit výstupy pily

Pila samotná je kalibrována na co největší úsporu materiálu, což vede k tomu, že jsou jednotlivé prvky řezány nikoli po skupinách dle konkrétních krovů, ale tak, aby docházelo k efektivnímu využití řeziva. Než lze tyto prvky k sestavení jednotlivých vazníků využít, je proto nutné je roztrždit. Toto roztržení je nákladné na čas a zároveň je k roztržení větších zakázek nutné zabrat nemalou část haly.

Popis měření

Pro zjištění úrovně dopadu tohoto problému bylo zorganizováno následující pozorování:

- Měření času nutného k roztřídění jedné výstupní dávky z pily

Třídění provádí tradičně 2 nebo 3 zaměstnanci. Z pozorování vyplývá, že se jedná o snadno paralelizovatelnou činnost a výsledný čas je tedy možné jednoduše přepočítávat na jednoho zaměstnance (tzn. předpokládáme, že pokud dva pracovníci roztřídí dávku za 1 hodinu, jednomu pracovníkovi by to trvalo 2 hodiny).

Průběh měření

V průběhu března bylo náhodně vybráno 6 výstupů pily, u kterých byl měřen čas nutný k jejich roztřídění. Za zahájení činnosti považujeme moment, ve kterém pracovníci odeberou první prvek a uloží ho na jimi vybrané místo. Za konec činnosti považujeme moment, ve kterém je odebrán a zatříděn poslední prvek. Výsledné časy jsou zaokrouhlovány na celé minuty.

Výsledný čas je přepočítáván na průměrnou mzdu operátora lisu bez započtení přesčasových hodin a dalších benefitů. Pro zjednodušení není uvažován fakt, že ztrátový čas v rámci směny může být nutné nahradit v přesčasových hodinách, které jsou pro podnik dražší.

Omezení

Kromě nedostatečného počtu pozorování existují dvě hlavní omezení zkreslující naměřené výsledky:

- různá rychlost práce jednotlivých zaměstnanců,
- nehomogenní charakter jednotlivých dávek.

První omezení by bylo možné překonat tak, že by dávku třídila vždy stejná skupina zaměstnanců. Takový postup by ale mohl naopak vést ke zkreslení výsledných dat individuálním výkonem této skupiny. Protože cílem měření bylo analyzovat dopad na celou firmu, nikoli hodnotit výkon jednotlivých pracovních skupin, je výsledný výběr opravdu náhodný.

Nehomogenní charakter dávek je dán mnoha faktory – za hlavní považujeme velikost dávky, počet prvků v dávce a rozměr jednotlivých prvků v dávce. Velikost dávky lze do jisté míry považovat za konstantní, už v rámci příprav podkladů pro CNC stroj jsou dávky dimenzovány na přibližnou nosnost jeřábu.

Velmi odlišný bývá ale počet prvků v dávce a rozměr jejích prvků. Vyšší počet prvků znamená nutnost odebrat a zatřídit větší množství pořezu, s rozměrnějšími prvky se naopak hůře manipuluje. Ani jeden z těchto faktorů nelze pro účely těchto měření zafixovat a lze je případně považovat za hlavní důvod vysoké odchylky od střední hodnoty v naměřených časech.

Závěr

Z provedeného výzkumu vyplývá, že průměrný zaměstnanec stráví tříděním jedné dávky průměrně 117 minut se střední hodnotou 103 minuty. V přepočtu na hrubou mzdu se jedná o dodatečný náklad 276,- na jednu výrobní dávku. Pokud bychom uvažovali nutnost roztrždit jednu dávku denně⁴, pak lze měsíční náklady třídění odhadnout na 5800,-. Protože tato operace nepřidává žádnou hodnotu pro zákazníka, považujeme ji za plýtvání.

6.2.3. Hromadění hotových výrobků

Již vyrobené krovy jsou uskladňovány v prostoru haly, kde se zároveň skladuje pořez připravený ke zpracování na lisu. Je na uvážení operátorů lisu, jakým způsobem budou materiál skladovat (díky různým velikostem jednotlivých krovů i konkrétních zakázek není žádoucí předem přidělovat konkrétní plochy), pokud ovšem operátor selže, nebo pokud se vývoz z nějakého důvodu zastaví, znemožňuje sklad hotových výrobků další práce na lisu. Taková událost může vést, vzhledem k omezeným skladovým prostorům na ostatních pracovištích, až k úplnému zastavení výroby, dokud není část hotových výrobků vyvezena z haly.

Popis měření

Pro zjištění úrovně dopadu tohoto problému na firmu bylo zorganizováno následující měření:

- V náhodný moment uprostřed směny byl zjišťován celkový počet zakázek na pracovišti

Za optimální stav považujeme situaci, kdy do skladovacího prostoru dorazí zakázka, ta je zpracována a po skončení prací ihned z pracoviště odvezena a nahrazena jinou. V jeden moment by se tedy na pracovišti nacházela pouze jedna zakázka.

⁴ Přesná data o počtu dávek nutných k roztržení nejsou k dispozici, jedná se o hrubý odhad operátorů lisu pro jarní až podzimní sezonu

Průběh měření

Vybírány byly náhodné časové momenty v průběhu pracovní doby, ve kterých proběhlo ověření počtu zakázek nacházejících se na pracovišti. Za zakázku v tomto případě považujeme jeden výstup pily, abychom snížili chybu měření způsobenou rozdílnou velikostí jednotlivých zakázek.

Omezení

Za hlavní omezení lze považovat určitou pravidelnost pohybu materiálových toků, kdy odvoz hotových výrobků probíhá většinou ráno na začátku směny. Aby byl tento prvek eliminován, bylo nutné vybírat časy měření opravdu náhodně, protože v případě měření v ranních hodinách lze předpokládat nižší naměřené hodnoty.

Druhým prvkem ovlivňující měření je stavební sezóna – na vrcholu stavební sezóny předpokládáme vyšší vytíženost výroby a tedy i skladišť, v období zimy přesný opak. Nezanedbatelný je také prvek počasí – pokud z důvodu nevhodných podmínek na stavbě nedochází ke včasným přípravám stavení k položení krovů, nebo jsou příjezdové trasy nesjízdné, lze předpokládat vyšší kumulaci hotových výrobků na skladě.

Závěr

Z měření vyplývá, že se ve skladu nachází průměrně 3 zakázky (se směrodatnou odchylkou 1), ať už ve formě rozpracované výroby či hotového výrobku. Přestože se tato hodnota dosti odchyluje od optimálního stavu, vzhledem k průměrnému využití skladové plochy při tomto počtu se nejedná o závažný problém.

Měření sice neprokázalo nebezpečí zastavení výroby, bylo ale provedeno v období mimo stavení sezónu. Pro přesvědčivější výsledky by bylo nutné zopakovat ho v průběhu září či října.

7. Návrhy na zlepšení

7.1. Změna layoutu pracoviště

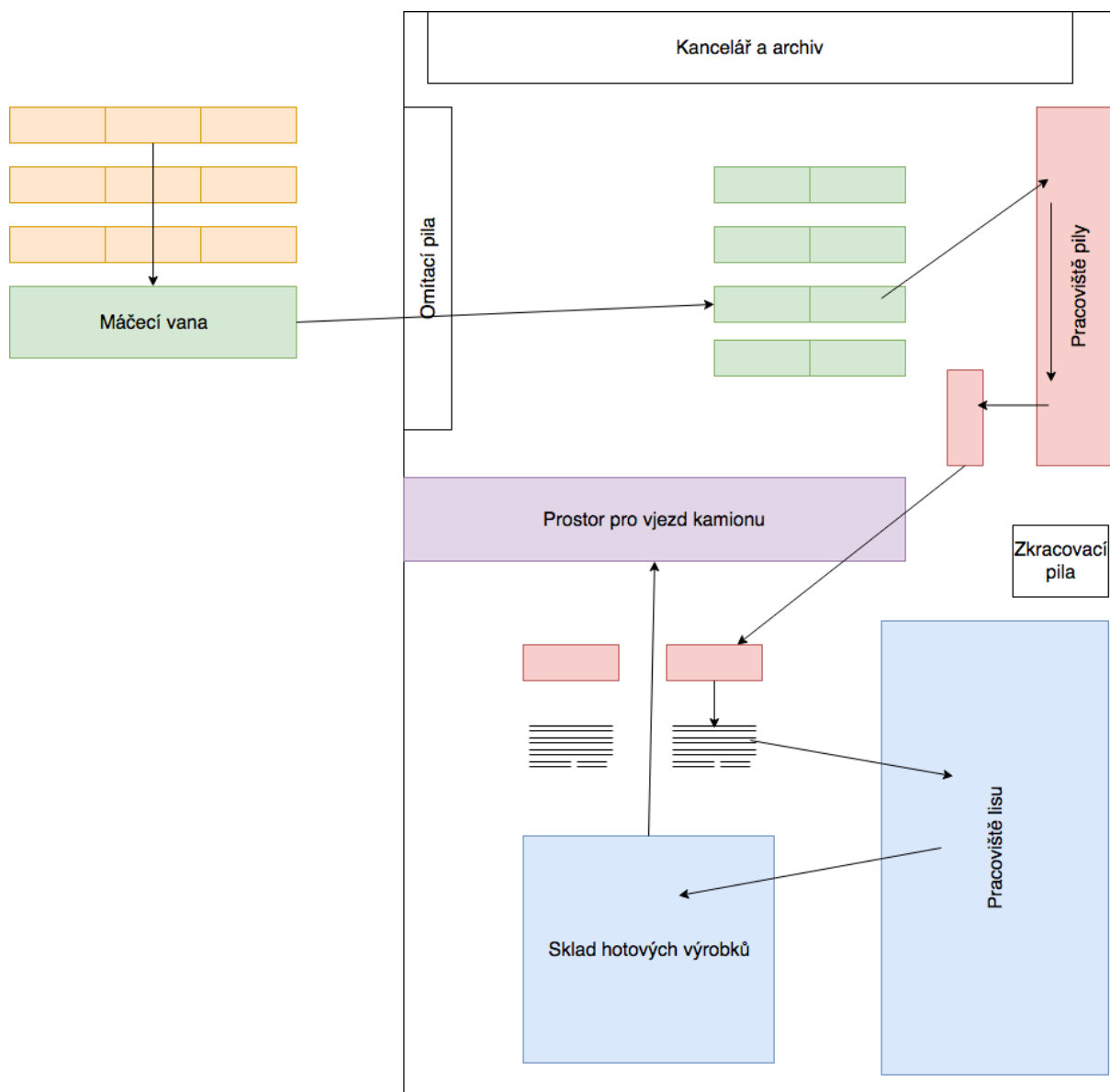
7.1.1. Důvody k návrhu

Předchozí analýza ukázala, že má výrobní hala mnoho prvků technologického uspořádání i přes to, že nevyrábí širší okruh výrobků, ale pouze jeden produkt, přestože specifický svým zakázkovým charakterem. Toto uspořádání není vhodné, přináší s sebou pro firmu těžko využitelné výhody (možnost změny výrobního programu či obměnu sortimentu) a naopak nevýhody v podobě složitější organizace, hlavně v případě zajištění efektivity materiálových toků.

7.1.2. Podoba návrhu

Návrh na změnu předpokládá využití prostoru před výrobní halou, které v současnosti slouží pouze jako parkoviště (dřívější použití – sklad odpadu z pily – ztratilo význam po modernizaci výrobního procesu a optimalizaci zpracování odpadu). Do tohoto prostoru by byla umístěna máčecí vana nacházející se v současnosti ve výrobní hale.

Manipulace s phráněmi nového řeziva v navrhovaném rozmístění neprobíhá pomocí jeřábu, ale pomocí vysokozdvížného vozíku. Tento způsob manipulace je umožněn umístěním nové namáčecí vany venku před výrobní halou, což je rozdíl oproti současnému stavu, ve kterém je vana umístěna uvnitř haly a obsluhována pojízdným jeřábem sdíleným s ostatními pracovišti.



Obrázek 5 Změněný layout pracoviště, vlastní tvorba

7.1.3. Potenciální překážky v realizaci návrhu

Existují dvě hlavní překážky ve změně prostorového uspořádání tímto způsobem:

- zajištění efektivní přepravy materiálu bez využití jeřábu,
- zprovoznění pracoviště v prostoru mimo halu.

Přeprava materiálu

Jak již bylo řečeno, obsluha namáčecí vany a následný přesun materiálu z ní je v novém layoutu zajišťován vysokozdvížným vozíkem. Tento vozík musí jednak disponovat dostatečnou nosností, jednak dostatečnou manévrovatelností. Tyto vozíky jsou běžně k dostání a nejedná se tedy o překážku v případě, že by

společnost byla ochotná provést takovouto investici. Specifikem přepravy materiálu je v tomto případě nutnost vypořádat se s omezením v podobě šíře vjezdu 4,2 m, což znemožňuje přepravu materiálu o délce 5 m klasickým vysokozdvížným vozíkem. Problém lze odstranit zajištěním speciálního čtyřcestného vozíku.

Vyřešení pracoviště

Z hlediska zajištění venkovní připravenosti je potřeba zajistit následující:

- technickou připravenost prostor pro usazení vany (zajištění přívodu vody a elektrické energie),
- technickou připravenost prostor pro zajištění správné funkčnosti vany, a to i v zimním období,
- technickou připravenost prostor pro bezproblémovou manipulaci s materiálem.

Odhadem by se pro podnik jednalo o následující náklad:

- samotná cena vany – 310 000,- (s DPH),
- úprava pracoviště a ostatní práce – 75 000,- (s DPH)

Celková realizační cena je tedy odhadována na 304 150,- (bez DPH) a vychází z předběžných návrhů společností za tímto účelem oslovených.

7.1.4. Odhadovaný ekonomický dopad

Při rozhodování o realizaci návrhu byly brány v potaz následující výhody nového prostorového umístění:

- rychlejší vykládka,
- menší vytěžování jeřábu,
- zrychlení máčecího procesu,
- uvolnění skladovacího prostoru haly,
- vyřešení nedostatečné kapacity skladu neimpregnovaného řeziva.

Rychlost vykládky

Průměrná doba vykládky za současného stavu byla stanovena na 2 hodiny práce pro dva zaměstnance⁵, což je zároveň také čas, po který je jeřáb nedostupný pro ostatní pracoviště (resp. není dostupný bez předchozí domluvy s pracovištěm máčení a proluka tak může či nemusí vzniknout v závislosti na konkrétní situaci – pro zjednodušení ale předpokládáme, že proluka vzniká vždy). Většina této časové dotace (odhadem 100% času jednoho ze zaměstnanců) je využívána na vázání, další významnou část dotace tvoří vyvázání po usazení balíku (odhadem 50% času druhého zaměstnance). Samotná manipulace tedy tvoří pouze přibližně čtvrtinu celkového nutného času.

Optimistickým odhadem ekonomického dopadu zrychlení vykládky je tedy 75% časová úspora, pesimistickým odhadem 50% úspora. V přepočtu na superhrubou mzdu 160,-/hod se tedy jedná o 320,- uspořených nákladů na jednu vykládku (dle pesimistického odhadu 50% úspory). Při intenzitě vykládek 2x týdně je pak celková úspora pro podnik 2573,- měsíčně (viz Tabulka 5 Ekonomický dopad změny prostorového uspořádání pracoviště).

Rychlost procesu

Odhad operace máčení je 7 hodin práce dvou zaměstnanců⁶. Jeden ze zaměstnanců operuje s jeřábem, druhý se stará o podvazování a vyvazování balíku. V některých případech je potřeba právě máčený balík zatížit, což způsobu další zdržení procesu, pro jednoduchost ale předpokládáme, že k tomuto plýtvání nedochází.

Díky využívání vysokozdvížného vozíku namísto jeřábu předpokládáme, že činnosti vázání a vyvázání nebudou nadále třeba (vysokozdvížný vozík je schopen celý balík podebrat a manipulovat s ním bez toho, aby byly využívány popruhy nutné při manipulaci hráně za pomoci jeřábu). Odhad úspory je tedy takový, že časová dotace zůstane stejná, bude na ni ale potřeba pouze jeden zaměstnanec ovládající vysokozdvížný vozík. Při nutnosti máčení 2x týdně se tedy jedná o úsporu 9 005,- měsíčně.

⁵ Tato hodnota (a ostatní odhadované hodnoty v tomto odstavci) částečně vychází z provedeného výzkumu o počtu manipulací jeřábem a byla konzultována s operátory činnosti

⁶ Vychází z výrobních plánů pro roky 2012 - 2017

Uvolnění skladovacího prostoru haly

Současný rozměr skladu impregnovaného řeziva je 15x10 m. K uvolnění dalšího místa dojde:

- odstraněním máčecí vany (6x2 m včetně odtoku),
- přesunutím skladu neimpregnovaného dříví (3x10 m).

Přesunutím pracoviště máčení tak dojde k navýšení skladovacích kapacit impregnovaného řeziva ze 150 m² o 42 m² na 192 m², což je navýšení o 28%.

Původní skladovací kapacita neimpregnovaného řeziva byla navíc nedostatečná a v případě potřeby docházelo ke skládání balíků řeziva na sebe, což lze vzhledem k hmotnosti těchto balíků a tomu, že se v okolí těchto balíků operuje s jeřábem schopným při neopatrné manipulaci tyto balíky shodit, považovat za nebezpečné. Přesunutím tohoto skladovacího prostoru (viz Obrázek 3 Prostorové umístění pracovišť, vlastní tvorba) tak dojde ke zvýšení bezpečnosti pracovišť.

Přestože jsou obě skutečnosti zásadní, nelze bez dodatečného zkoumání nalézt přímou vazbu na ekonomický výkon podniku (nejsou k dispozici data o problémech způsobených přeplněním skladovací plochy, ani o úrazech spojených s nízkou kapacitou skladu neimpregnovaného řeziva) a v odhadu ekonomického dopadu na podnik jsou proto zanedbány.

Celkový ekonomický dopad na podnik

Předběžný odhad měsíční úspory podniku tvořen zrychlením procesu máčení a procesu vykládky, kalkulovaný jako průměrná mzda zaměstnanců, tvoří celkem 11 577,- (úspora místa není kvůli složité vazbě na ekonomické výkazy podniku započítána).

Odhad nutné investice pro podnik je 304 150,-. Tato částka je započtena celá i přes to, že některé dílčí činnosti (vybetonování pozemku a částečně příjezdové cesty) lze považovat za investici do jiných pracovišť či výrobní haly obecně, neboť kalkulace ekonomického dopadu pracuje s pesimistickými variantami. Do investice naopak není započteno zakoupení vysokozdvížného vozíku, který bude využíván i ostatními pracovišti.

Při zhodnocení celkového ekonomického dopadu byla návratnost investice vypočtena na 27⁷ měsíců a pro podnik plánující menší investice na 3 roky dopředu

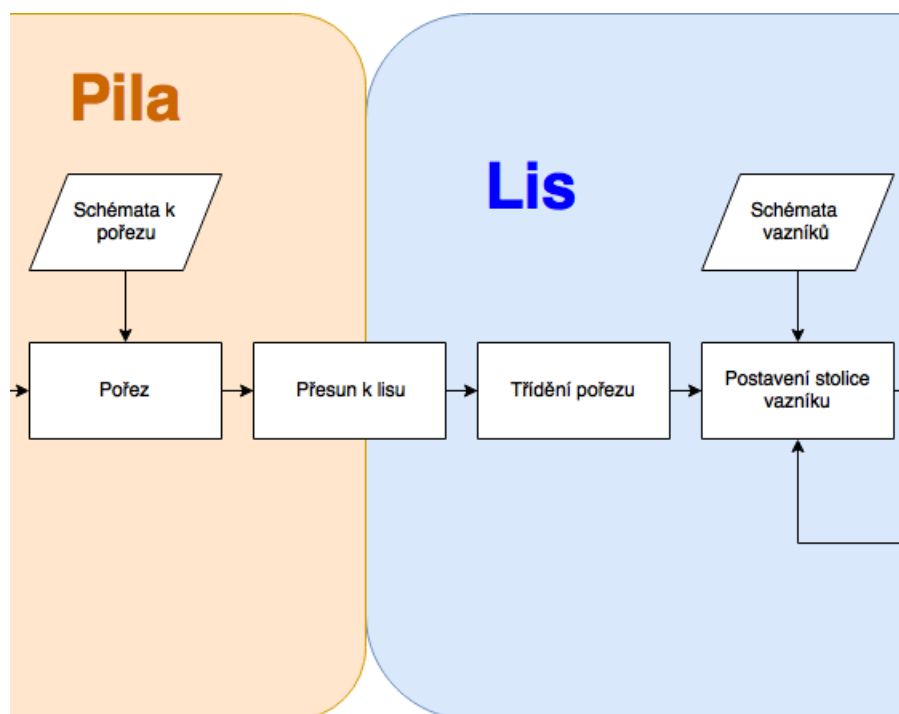
⁷ Viz Tabulka 5 Ekonomický dopad změny prostorového uspořádání pracoviště, měsíční úspora odhadnuta na 11 578,-

se tedy jedná o investici vhodnou ke zvážení. Kromě toho by realizace přinesla podniku i další výhody – větší skladovací prostor a zvelebení části pozemku v okolí výrobní haly. Investici lze tedy vedení podniku doporučit.

7.2. Změna procesu

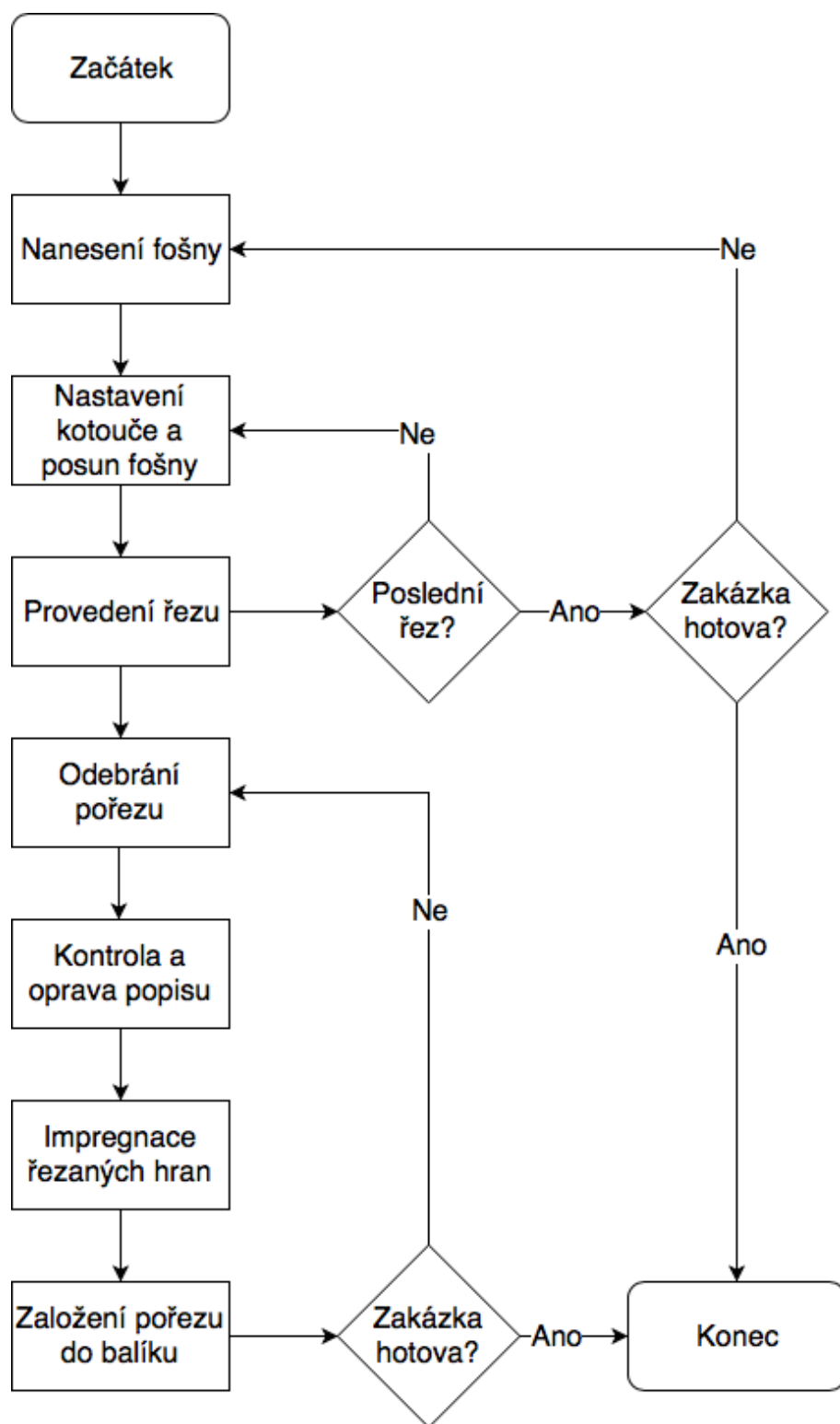
7.2.1. Důvody k návrhu

Při analýze podnikových procesů (viz Obrázek 4 Vysokoúrovňové schéma výroby, vlastní tvorba) bylo zjištěno plýtvání v podobě nutnosti třídit výstupy pily před tím, než je možné jejich další využití pracovištěm lisu. Následné měření (viz 6.2.2) stanovilo měsíční náklad firmy na tuto operaci na 6537,-. Nejedná se o činnost jakýmkoli způsobem zvyšující hodnotu pro zákazníka a podnik by proto měl usilovat o její odstranění.



Obrázek 6 Problematická část výrobního procesu, vlastní tvorba

Důvodem nutnosti této operace je (jak již bylo zmíněno) skutečnost, že operátor pily ukládá pořezy v takovém pořadí, v jakém je získává od pily, a skládá je tak, aby maximalizoval využití objemu balíku (tzn. tak, aby v balíku s pořezy byl co nejmenší objem prázdných míst) a aby byl výsledný balík stabilní a schopný přepravy pomocí jeřábu. V následujícím flowchartu je zmíněná operace naznačena jako „Založení pořezu do balíku“.



Obrázek 7 Flowchart činnosti operátorů pily, vlastní tvorba

Na flowchartu je také vidět, že přidělování další práce operátorům pily může být problematické, neboť kvůli maximálnímu vytížení kapacity zařízení musí být zajištěno zároveň nanášení řeziva, ovládání samotného řezného kotouče, ovládání posunu fošny, odebrání pořezů, zajištění čitelného popisu a impregnace řezaných ploch.

7.2.2. Podoba návrhu

Návrh počítá s úplným odstraněním operace třídění pořezů díky rozložení jednoho nesetříděného výstupního balíku do několika menších setříděných. K tomu by podnik používal třídící boxy o vhodné velikosti, do kterých by následně operátoři pily skládali pořez tak, aby se výstup dostal na pracoviště lisu v rovnou použitelné podobě. Tyto boxy by se tak na pracoviště lisu dostávaly s již setříděným pořezem a operace třídění by tak byla zcela eliminována, popř. nahrazena mnohem kratším úkonem spočívajícím ve vyskládání pořezů z boxu. Analýza zakázek⁸ ukázala, že k uspokojivé funkčnosti je třeba, aby pro každou zakázku bylo k dispozici 3-6 boxů. Prvotní návrh tedy předpokládá výrobu 12 boxů a případné navýšení počtu v případě, že se nový systém osvědčí a nové boxy budou třeba.

7.2.3. Potenciální překážky v realizaci návrhu

Při analýze problémů s uvedením tohoto návrhu do praxe byly identifikovány následující překážky v realizaci nutné k vyřešení:

- zpomalení operátora pily díky nutnosti třídít pořez,
- vyšší náročnost na skladovací prostor,
- nutnost přepravovat jeřábem více nákladů místo jednoho.

Zpomalení práce operátora pily

Je zřejmé, že nutnost třídění pořezů do boxů způsobí ztížení práce toho pracovníka, který má na starosti odběr pořezu z pily. Na druhou stranu je třeba brát v úvahu, že už v současné situaci předchází uložení pořezu krátký rozhodovací proces (zaměstnanec ukládá pořezy tak, aby byl výsledný balík co nejmenší, nejvyváženější a nejstabilnější). Při případném uvedení návrhu do praxe lze tedy předpokládat, že by došlo pouze k nahrazení jednoho rozhodovacího procesu (jak pořez uložit) procesem jiným (do kterého boxu pořez uložit) o podobné náročnosti.

Vyšší náročnost na skladovací prostor

Za současného stavu je náročnost na skladovací prostor pro ukládání výstupů z pily přibližně 2x5 m (balíky pořezů mají podobnou velikosti jako balíky řeziva).

⁸ Počítán modus a medián počtu vazníkových krovů v zakázkách z roku 2017 navýšený o 1 (rezerva)

Nezávisle na výsledných rozměrech boxů musíme brát při kalkulaci požadované skladovací plochy v úvahu nejhorší případ, kdy dojde k rozdělení původního balíku až na 6 nižších, ovšem horizontálně stejně velkých balíků, což znamená navýšení z 10 m² na 60 m².

Tento skladovací prostor pila k dispozici nemá a jedná se tedy o největší překážku při realizaci návrhu. Samotné pracoviště se ale nachází (viz layout výrobní haly) poblíž máčecí vany. Pokud by došlo ke změně layoutu dle 7.1, návrh by mohl být realizován.

Nutnost častější manipulace jeřábem

Zatímco v současném stavu potřebují pracoviště k přepravě pořezů mezi pilou a lisem pouze jednu manipulaci, nový návrh předpokládá v nejhorším případě až 6 manipulací. Při analýze tohoto problému je třeba uvědomit si následující skutečnosti:

- manipulace s lehčím boxem místo velkého balíku je méně náročná,
- současné balíky jsou na hranici únosnosti jeřábu (podnik má dokonce zkušenost s vyřazením jeřábu na celou směnu v důsledku přetížení),
- boxy lze navrhnout tak, aby bylo možné skládat je na sebe.

Přestože lze tedy očekávat zvýšení potřeby užívat jeřáb, koncepce rozdělení do menších dávek má i v tomto ohledu své výhody, hlavně pak co se týče bezpečnosti a menšího opotřebování jeřábu. Pokud by se navíc povedlo navrhnout boxy tak, aby mohly být přepravovány na sobě, může být tento negativní jev výrazně redukován, nebo v některých případech i zcela potlačen. Nutnost častější manipulace jeřábem je tak z větší části vyváжена pozitivními důsledky tohoto přístupu.

7.2.4. Odhadovaný ekonomický dopad

Vyčíslení nákladů na realizaci tohoto opatření ukázalo, že přímé peněžní náklady na pořízení požadovaných 12 boxů dosahují výše pouze 10 954,-. Hlavním nákladem na zavedení tedy není pořizovací cena, nýbrž nutnost přizpůsobit podnikové procesy a přeučit zaměstnance. Vzhledem k charakteru změny procesu, kdy je pouze jedna činnost (ukládání pořezu na jednu paletu) nahrazena činností podobného charakteru (ukládání pořezu do jednoho z více boxů) nelze očekávat, že by tato změna vyžadovalo dlouhodobější nákladné školení.

Komplikovanost zhodnocení ekonomického dopadu tohoto návrhu je dána chybějícími daty, a to hlavně chybějícími měřeními délky a náročnosti úkonů

pracoviště pily a vytíženosti jeřábu. Protože i změnu požadované skladovací plochy nedokážeme zcela vypočítat (v současném stavu haly je skladovací prostor nedostatečný a nelze předvídat, v jakém stavu se hala bude v čase realizace nacházet), omezíme se při odhadu ekonomického dopadu na konstatování, že dojde k eliminaci nákladů na operaci třídění.

Pokud tedy předpokládáme, že úprava povede k úplné eliminaci operace třídění a zároveň nezpůsobí žádný dodatečný náklad (popř. bude tento náklad zanedbatelný), povede návrh k měsíční úspoře 6537,- a ke zvýšení kapacity pracoviště lisu. Při konfrontování měsíční úspory s peněžními náklady na výrobu zmiňovaných 12 boxů je návratnost investované částky 10 954,- pouze necelé 2 měsíce. Z toho důvodu nepředstavuje pro firmu potenciální problém nutnost výroby dalších boxů v případě, že by se prvotní odhad na jejich počet ukázal jako nedostatečný.

8. Závěr

Teoretická část byla zaměřena na představení vědeckého zkoumání v oblasti výroby, mapování a analýzy výrobních procesů a jejich optimalizace. Byla přiblížena problematika prostorových uspořádání pracovišť, tzv. layoutů, a typologie výroby. Stěžejní součástí teoretické části tvoří představení běžných modelů procesního mapování, z nichž některé následně slouží v praktické části.

Cílem práce bylo shromáždit data o efektivitě jednotlivých pracovišť podniku KarStaK s.r.o. a materiálových toků mezi nimi. Dalším cílem práce bylo využít analytické nástroje moderních metod řízení podniku k nalezení problematických částí výrobního procesu. Posledním cílem práce bylo navržení konkrétních opatření k vyřešení či zmírnění některých těchto problémů.

Shromažďování dat předcházelo nejprve vytvoření schématu prostorového uspořádání pracoviště KarStaK s.r.o., následně pak byly výrobní procesy vymodelovány pomocí metody flowchart. Celý proces byl rozdělen na tři na sobě nezávislá pracoviště: máčení, pilu a lis.

Bylo zjištěno, že v důsledku potenciálně špatného prostorového uspořádání pracovišť může docházet k plýtvání skladovacího prostoru a času zaměstnanců, neboť umístění pracoviště máčení není vzhledem k ostatním pracovištím vhodné.

Potenciální problémy byly odhaleny i v rámci samotných výrobních procesů, konkrétně se jednalo o opakované manipulace s řezivem při máčení, nutnost třídit výstupy z pracoviště pily před jejich použitím pracovištěm lisu a potenciální problém zastavení výroby v případě nahromadění hotových výrobků na skladu.

Pro zjištění závažnosti problémů ve výrobních procesech byly zorganizovány 3 měření. První z nich hodnotilo, zda počet nutných manipulací s řezivem od jeho navezení do haly až po odevzdání pracovišti pily odpovídá ideálnímu počtu 3 manipulací (stanovené jako optimální posloupnost vyložení-máčení-přesun na pracoviště pily). Ukázalo se, že střední naměřená hodnota je 5, což (i přes popsání omezení výzkumu) představuje plýtvání kapacitou jeřábu a časem zaměstnanců. Z důvodu různých manipulačních časů a nezřetelné ekonomické vazby mezi výkonem podniku a časem jeřábu není výsledkem tohoto měření ekonomický dopad, ale pouze zkonstatování, že se jedná o problém (výsledek ekonomické analýzy by byl ovlivněn v této práci nezachycenými proměnnými a tudíž nepřesný).

Druhé měření sloužilo k výpočtu ekonomického dopadu nutnosti třídit výstupy pily před jejich využitím pracovištěm lisu. Výsledkem měření bylo zjištění, že k třídění dochází jednou denně a věnují se mu 2 nebo 3 zaměstnanci, přičemž

přepočteno na práci jednoho zaměstnance stráví operátor lisu touto operací 103 minut. Ekonomický dopad této operace, nepřidávající zákazníkům žádnou hodnotu, je pak na základě tohoto měření 6537,- měsíčně.

Poslední měření se zabývalo možným rizikem spojení skladu hotových výrobků se skladem materiálu pro pracoviště lisu, v jehož důsledku může potenciálně dojít k zastavení výroby v případě, že hotový výrobek není odebrán. Před samotným měřením byla optimální situace popsána jako 2 zakázky na skladě – zakázka čekající na odvoz a právě zpracovávaná zakázka. Měření ukázalo, že průměrně se na skladě nacházejí zakázky 3, což následně nebylo vyhodnoceno jako závažný problém. Závěr výzkumu nicméně zdůraznil možnost dalšího prohlubování tohoto problému v případě rozšiřování výroby.

V poslední části práce došlo k zužitkování jak teoretických poznatků, tak dat získaných v rámci měření, a byly vypracovány dva konkrétní návrhy na změnu výrobního procesu podniku v rámci snahy o jeho co největší racionalizaci. První návrh, spočívající ve změně prostorového rozmístění pracovišť, navrhuje změnit pozici pracoviště máčení tak, aby se zjednodušila manipulace s nově přivezeným řezivem, zrychlil se máčecí proces a zároveň se uvolnil prostor pro skladování již namočeného řeziva. Investice do tohoto projektu je odhadována na 304 150,- (bez DPH), plánovaná měsíční úspora 11 578,- (návratnost byla tedy vypočtena na 27 měsíců) a podniku ji tedy autor doporučuje.

Druhý návrh se týká změny způsobu předávání materiálu mezi pracovištěm pily a lisu tak, aby byl odstraněn problém s nutností třídít výstupy z pily. Navrhuje eliminovat potřebu této operace tím, že odpovědnost za třídění přesune z pracoviště lisu na pracoviště pily, díky změně způsobu skladování z původní palety na systém až 6 boxů se ale zároveň snaží dodatečnou práci pro pracoviště pily co nejvíce eliminovat. Dle odhadu by tak podnik ušetřil na nákladech za mzdy zaměstnanců 6537,- měsíčně, a to pouze na základě jednorázové investice 10 954,-. I tuto investici lze tedy podniku doporučit.

Z předchozích zjištění vyplývá, že bakalářská práce naplnila svůj cíl, kterým bylo shromáždit data o podniku, analyzovat je a navrhnout opatření k odstranění případných problémů.

9. Seznam literatury

- Frolík, Z., & Košturiak, J. (2006). *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing.
- Hlavenka, B. (1990). *Technologické projektovanie v praxi*. Bratislava: Alfa.
- Hromková, L., & Tučková, Z. (2008). *Reengineering podnikových procesů*. Zlín: UTB ve Zlíně.
- Keřkovský, M. (2001). *Moderní přístupy k řízení výroby*. Beck: C. H. Beck.
- Košturiak, J. (2011). *Kaizen : osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Grada Publishing.
- Košturiak, J. (2015). *O podnikání s nadhledem*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství.
- Mašín, I. (2003). *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství.
- Řepa, V. (2007). *Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování*. Praha: GRADA Publishing.
- Řepa, V. (2012). *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada Publishing.
- Render, B., & Heizer, H. J. (2014). *Operations management : sustainability and supply chain management*. Boston: Pearson.
- Rumíšek, P. (1991). *Technologické projekty*. Brno: VUT Brno.
- Svozilová, A. (2011). *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing.
- Synek, M. (2006). *Podniková ekonomika*. Praha: C. H. Beck.
- Tomek, G., & Vávrová, V. (2007). *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada.
- Veber, J. (2009). *Management : základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. Praha: Management Press.
- Veber, J. (2010). *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Praha: Management Press.
- Weske, M. (2012). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer Science.

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 Význam podnikových procesů (Řepa, 2012, upraveno autorem).....	13
Obrázek 2 Standardní symboly flowchart (Hromková & Tučková, 2008), upraveno	20
Obrázek 3 Prostorové umístění pracovišť, vlastní tvorba	25
Obrázek 4 Vysokoúrovňové schéma výroby, vlastní tvorba.....	28
Obrázek 5 Změněný layout pracoviště, vlastní tvorba	37
Obrázek 6 Problematická část výrobního procesu, vlastní tvorba.....	41
Obrázek 7 Flowchart činnosti operátorů pily, vlastní tvorba	42

11. Seznam příloh

Neefektivita ve výrobě způsobená nadměrnou manipulací s materiálem		
Datum	Označení balíku	Počet manipulací
25.3.	A	4
25.3.	B	6
25.3.	C	4
27.3.	D	7
28.3.	E	5
28.3.	F	6
3.4.	G	4
3.4.	H	5
Analýza		
Průměr	5,125	
Střední hodnota	5	
Rozptyl	1,267857143	
Směrodatná odchylka	1,125991626	

Tabulka 1 Měření neefektivity způsobené nadměrnou manipulací s materiálem

Riziko spojené s přítomností nadměrného počtu zakázek na skladu pracoviště lisu	
Datum	Počet zakázek na pracovišti
25.3.	3
25.3.	3
26.3.	4
27.3.	5
28.3.	3
28.3.	4
3.4.	0
3.4.	2
Analýza	
Průměr	3
Střední hodnota	3
Rozptyl	2,285714286
Směrodatná odchylka	1,511857892

Tabulka 2 Měření neefektivity způsobené přítomností nadměrného počtu zakázek ve skladu pracoviště lisu

Neefektivita ve výrobě způsobená nutností třídit výstupy pily								
Datum	Označení dávky	Počet zaměstnanců	Doba trvání (min)		Trvání na zaměstnance (min)	Náklady pro firmu (Kč)		Průměrná mzda superhrubá (Kč)
13.3	A	2	55		110	294,8		160,8
14.3.	B	2	64		128	343,04		
22.3	C	2	42		84	225,12		
23.3.	D	3	68		204	546,72		
27.3.	E	2	48		96	257,28		
28.3.	F	3	25		75	201		
								Průměrný měsíční náklad (Kč)
Analýza plýtvání časem			Analýza nákladů					6537,86
Průměrný čas (min)	116,166667		Průměrné náklady	311,326667				
Střední hodnota	103		Střední hodnota	276,04				
Rozptyl	2205,766667		Rozptyl	15842,69851				
Směrodatná odchylka	46,96559024		Směrodatná odchylka	125,8677818				

Tabulka 3 Měření neefektivity způsobené nutností třídit výstupy pily

Ekonomický dopad odstranění operace třídění							
Cena investice			Úspora			Dopad na podnik	
Cena materiálu/ks	591,2		Třídění (vychází z předchozího výzkumu)			Cena investice	10953,6
Lidská práce (hod/ks)	2		Odhadované zrychlení (procenta)	100%		Měsíční úspora	6537
Superhrubá mzda pracovníka (Kč)	160,8						
Počet boxů	12					Návratnost (v měsících)	1,67563102
Náklad na 1 box (Kč)	912,8						
Celkem (Kč)	10953,6						
			Celkem měsíčně (Kč)	6537			

Tabulka 4 Ekonomický dopad odstranění operace třídění

Ekonomický dopad změny prostorového uspořádání pracoviště							
Cena investice			Úspora			Dopad na podnik	
Cena vany (Kč s DPH)	310000		Vykládka			Cena investice (Kč)	304150
Úprava pracoviště a ostatní práce (Kč s DPH)	75000		Počet zaměstnanců	2		Měsíční úspora (Kč)	11577,6
DPH	0,21		Práce na zaměstnance (hod)	2			
Odečet DPH	80850		Superhrubá mzda (Kč)	160,8		Návratnost (v měsících)	27
			Odhadované zrychlení (procenta)	0,5			
Celkem (Kč bez DPH)	304150		Týdenní počet operací	2			
			Celkem týdně (Kč)	643,2			
			Máčení				
			Počet zaměstnanců	2			
			Práce na zaměstnance (hod)	7			

			Hrubá mzda (Kč)	160 ,8					
			Odhadované zrychlení (procenta)	0,5					
			Týdenní počet operací	2					
			Celkem týdně (Kč)	225 1,2					

Tabulka 5 Ekonomický dopad změny prostorového uspořádání pracoviště