

# Možnosti implementace metod štihlé výroby v podniku ŽPSV s. r. o.

Martin Migota

---

Bakalářská práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav logistiky

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Migota**  
Osobní číslo: **L21106**  
Studijní program: **B1041P040003 Aplikovaná logistika**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Možnosti implementace metod štihlé výroby ve firmě ŽPSV s.r.o.**

## Zásady pro vypracování

1. Zpracujte teoretická východiska týkající se problematiky štihlé výroby.
2. Analyzujte možnosti implementace metod štihlé výroby ve firmě ŽPSV s.r.o.
3. Navrhněte doporučení vedoucí k implementaci metod štihlé výroby ve firmě ŽPSV s.r.o.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

1. PETERMANN, Jiří. *Lean dílenské řízení*. Praha: Grada, 2022. ISBN 978-80-271-3534-9.
  2. PROTZMAN, Charles, Fred WHITON a Dan PROTZMAN. *Implementing Lean: Twice the Output with Half the Input!*. New York: Productivity Press, 2018. ISBN 978-1-138-29478-3.
  3. TSIGKAS, Alexander. *The Modern Lean Enterprise*. Heidelberg: Springer Berlin, 2022. ISBN 978-3-662-64478-2.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Taraba, Ph.D.**  
Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

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

V Uherském Hradišti, dne: 3.5.2024

Jméno a příjmení studenta: Martin Migota

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá možnostmi implementace metod štíhlé výroby v podniku ŽPSV s. r. o. s důrazem na analýzu hodnotových toků. Práce se zaměřuje na polo automatizovanou linku na výrobu předpjatých pražců, kde princip výroby představuje tok jednoho kusu (výrobní dávka je jedna forma).

Cílem práce je analyzovat současný stav výroby na lince a pomocí metod a nástrojů štíhlé výroby identifikovat prostor pro možná zlepšení. V práci budou analyzovány jednotlivé kroky výrobního procesu, identifikovány neefektivní aktivity a navržena zlepšení.

Práce bude obsahovat teoretickou část, která se bude věnovat principům štíhlé výroby, nástrojům pro její implementaci a výhodám jejich implementace. Praktická část bude zahrnovat analýzu hodnotových toků na lince a návrh zlepšení.

Klíčová slova: štíhlá výroba, hodnotové toky, předpjaté pražce, zvýšení průtoku

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis explores the possibilities of implementing lean manufacturing methods in ŽPSV s.r.o., with a focus on value stream analysis. The thesis focuses on a semi-automated production line for prestressed sleepers, where the production principle is a single-piece flow (production batch is one form).

The aim of the thesis is to analyze the current state of production on the line and to identify potential areas for improvement using lean manufacturing methods and tools. The thesis will analyze individual steps of the production process, identify non-value-added activities, and propose improvements.

The thesis will consist of a theoretical part, which will focus on the principles of lean manufacturing, tools for its implementation, and the benefits of its implementation. The practical part will include a value stream analysis of the line and a proposal for improvement.

Keywords: lean manufacturing, value streams, prestressed sleepers, increased throughput

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

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 DEFINICE A HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY</b> .....	<b>12</b>
1.1 HISTORIE.....	12
<b>2 PRINCIPY A CÍLE ŠTÍHLÉ VÝROBY</b> .....	<b>14</b>
2.1 TVORBA PŘIDANÉ HODNOTY .....	14
2.2 PRINCIP TAHU.....	14
<b>3 ŠTÍHLÝ TOK</b> .....	<b>16</b>
3.1 TOK.....	16
3.3 TOK JEDNOHO KUSU .....	16
<b>4 NÁSTROJE, TECHNIKY A TERMÍNY VE ŠTÍHLÉ VÝROBĚ</b> .....	<b>18</b>
4.1 TERMÍNY .....	18
4.1.1 Čas cyklu.....	18
4.1.2 Takt .....	18
4.1.3 OEE .....	19
4.1.4 Lead time.....	19
4.1.5 Rozpracovaná produkce (Work in progress).....	19
4.2 SMED.....	20
4.3 JiT SYSTÉM.....	20
4.4 5S.....	21
4.5 KAIZEN .....	22
4.6 KONCEPT VÝROBNÍCH BUNĚK .....	22
4.7 TOTAL PRODUCTIVE MAINTANANCE (TPM) .....	23
4.8 SPAGHETTI DIAGRAM .....	23
4.9 VALUE STREAM MAPPING .....	23
<b>5 PŘÍNOSY A PŘEKÁŽKY IMPLEMENTACE PRINCIPŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY</b> .....	<b>28</b>
5.2 PŘEKÁŽKY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	29
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>30</b>
<b>6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ŽPSV S. R. O.</b> .....	<b>31</b>
6.1 HISTORIE.....	31
6.3 VÝROBNÍ ZÁVODY V ČESKU.....	31
6.6 AKVIZICE SPOLEČNOSTI NĚMECKOU SKUPINOU LEONHARD MOLL AG .....	32
6.7 REGION .....	33
6.8 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	34

<b>7</b>	<b>POPIS VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>36</b>
7.1	ČIŠTĚNÍ A PŘÍPRAVA FORMY .....	36
7.2	OSAZENÍ DRÁTY A JEJICH PŘEDPĚTÍ .....	36
7.3	VÁŽENÍ SMĚSI KAMENIVA, PÍSKU, CEMENTU A PLASTIFIKÁTORU A MÍCHÁNÍ BETONU .....	37
7.4	BETONOVÁNÍ.....	37
7.5	ZRÁNÍ V PÁŘE.....	37
7.6	VYJMUTÍ Z FORMY .....	37
7.7	STROJENÍ PRAŽCŮ.....	37
<b>8</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO SYSTÉMU .....</b>	<b>38</b>
8.1	POPIS VÝROBNÍHO LAYOUTU .....	38
8.2	ZAVEDENÉ NÁSTROJE ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	40
8.3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU POMOCÍ VSM .....	42
8.3.1	Dostupný čas .....	42
8.3.2	Výběr zkoumané produktové rodiny a oblasti výzkumu .....	43
8.3.3	Predikce poptávky .....	43
8.3.5	Identifikace operací .....	44
8.3.6	Lead time.....	45
8.3.7	Výrobní dávka .....	45
8.3.8	Identifikace úzkého místa .....	46
8.3.9	Výběr dodavatele .....	46
8.3.10	Zákazníci .....	47
8.3.12	Skladování.....	48
8.3.13	Predikce poptávky .....	48
8.4	ANALÝZA POHYBU DĚLNÍKŮ (SPAGHETTI DIAGRAM) .....	49
<b>9</b>	<b>NÁVRHOVÁ ČÁST .....</b>	<b>51</b>
9.1	BUDOUCÍ STAV MAPY TOKU HODNOT Č. 1 .....	51
9.2	BUDOUCÍ STAV MAPY TOKU HODNOT Č. 2 .....	54
9.3	DALŠÍ KONKRÉTNÍ IDENTIFIKOVANÁ MÍSTA S PROSTOREM PRO ZLEPŠENÍ .....	56
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>70</b>



## ÚVOD

Proces výroby betonových pražců hraje klíčovou roli v zajišťování plynulosti a bezpečnosti železniční infrastruktury. Tyto prefabrikáty udržují kolejnice na místě ve správném rozchodu a zajišťují pružný přenos a rovnoměrné rozložení obrovských dynamických sil projíždějících vlaků na pražcové podloží. Odolnost pražců vůči fyzikálním a chemickým vlivům, jako jsou zatížení, vibrace, teplotní výkyvy, mráz, vlhkost a agresivní chemikálie, je nezbytná pro jejich dlouhodobou funkčnost a životnost.

Z tohoto důvodu je proces výroby betonových pražců regulován přísnými normami a standardy, které zajišťují jejich kvalitu a bezpečnost. I když jsou tyto normy nezbytné, jejich velký počet a komplexnost představuje značnou výzvu pro výrobce. Tyto normy omezují flexibilitu výrobců při výběru dodavatelů, změnách výrobního programu a zavádění inovací do výrobního procesu.

Normy specifikují typ a vlastnosti použitého betonového agregátu a výztužné oceli a standardizují postup výrobního procesu. Také určují kýžené fyzikální vlastnosti hotového výrobku, jako jsou pevnost v tlaku a ohybu, požadavky na povrchovou úpravu pražců a kvalitativní standardy spolu s metodami a postupy pro testování těchto vlastností.

Bohužel, sektor výroby betonových pražců čelí značným výzvám v oblasti předvídání poptávky. Poptávka po betonových pražcích kolísá v závislosti na objemu stavební činnosti, kterou lze jen velmi těžko předpovědět. Subdodavatelé Správy železnic, jakožto hlavní odběratelé, navíc často ruší nebo odkládají plánované zakázky, což vede k nestabilitě v celém dodavatelském řetězci. Ztížená možnost predikce ztěžuje výrobcům efektivní plánování výroby a investice do inovací.

Vzhledem k výše uvedeným výzvám v tomto odvětví se jeví jako ideální řešení implementace principů štíhlé výroby. Jejich zavedení skýtá řadu benefitů, jako je zvýšení produktivity, snížení zásob, zlepšení kvality a zvýšení motivace zaměstnanců. Nicméně se zde, oproti jiným oborům, jako je například automobilový průmysl, vyskytují specifické atributy, které je potřeba při implementaci zohlednit.

Fluktuace poptávky, omezenost při výběru dodavatelů, dlouhé výrobní cykly, nutnost výroby velkých výrobních dávek a dlouhý čas nastavení vyžadují flexibilní přístup k zavádění nástrojů štíhlé výroby.

Bakalářská práce se zaměří na identifikaci procesů, které by mohly být vhodné k implementaci metod štíhlé výroby a jejich vlivu na produkci po teoretickém zavedení. Teoretická část práce se bude věnovat nezbytným termínům a definicím. V této části bude definován pojem štíhlá výroba a budou vysvětleny její základní principy. Také budou přiblíženy vybrané konkrétní nástroje a postup při jejich zavádění.

V praktické části bude představen zvolený výrobní podnik. Bude provedena analýza stávajícího výrobního procesu v podniku a identifikovány procesy, které plýtvají časem a zdroji podniku. Na základě této analýzy budou identifikovány procesy vhodné pro zavedení metod štíhlé výroby a navrženy konkrétní metody spolu s podmínkami pro jejich zavedení a možnými přínosy pro podnik.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 DEFINICE A HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY

Štíhlá výroba (Lean Manufacturing) je komplexní výrobní systém zaměřený na minimalizaci plýtvání a maximalizaci hodnoty pro zákazníka. Jeho kořeny sahají do poválečného Japonska a úzce souvisí s rozvojem Toyoty a Toyota Production System (TPS). V dnešní době se štíhlá výroba stává čím dál rozšířenějším přístupem v široké škále průmyslových odvětví i mimo ně.

### 1.1 Historie

Po Druhé světové válce se výrobní závod Toyota, stejně jako celé Japonsko, ocitl v hluboké krizi. Inženýr Taiichi Ohno se vydal do Spojených států s nadějí, že nalezne řešení. Americký přístup k výrobě automobilů se opíral o hromadnou linkovou výrobu řízenou MRP systémy.

Hromadná výroba však v japonském kontextu nebyla rentabilní. Ohno se proto musel uchýlit k alternativnímu řešení, které položilo základy pro štíhlou výrobu a je dnes známé jako Toyota Production System (TPS). Nedostatek volného kapitálu společnosti diktoval nutnost radikálního zvýšení cashflow. Ohno se inspiroval konceptem pojízdné výrobní linky Henryho Forda a uvědomil si výhody kontinuálního toku materiálu.

Americké chápání této logistické metody však trpělo několika zásadními nedostatky. Velké výrobní série tlačené výrobním procesem vedly k nadměrnému objemu rozpracované výroby v procesu. Toyota, která nedisponovala rozlehlými výrobními a skladovacími prostory ani finančními zdroji Fordova závodu, musela tento přístup adaptovat na své poměry. Tak vznikl revoluční koncept "toku jednoho kusu" (K. Liker, 2004)

V raných fázích vývoje štíhlé výroby byl tento pojem známý jen úzkému okruhu firem a akademiků. Jako první jej zavedla do praxe Toyota ve svém japonském výrobním závodě. Tato výrobní filozofie se neustále vyvíjí a aktualizuje, a proto se můžeme setkat s různými verzemi definice. Označení "štíhlá výroba" poprvé použil student MIT John Krafcik v roce 1988, když při studiu výrobních postupů v automobilovém průmyslu zaujal specifický přístup japonské automobilky. (Sanjay Bhasin, 2015)

## 1.2 Definice štíhlé výroby

Gupta a Jain (2014) stanovují štíhlou výrobu jako proces založený na pěti klíčových principech. Tyto principy zahrnují maximalizaci hodnoty pro zákazníka, mapování hodnotového proudu, plynulý tok hodnot, tahový princip a neustálé zlepšování. Standardizace a zlepšování procesu je podstatou štíhlé výroby. Vinodh (2022) s odkazem na široce citovanou práci autorů Shah, Warda a Holwega definuje štíhlou výrobu jako schopnost výrobce zajistit efektivní a jednoduchý výrobní proces s důrazem na přidanou hodnotu a eliminaci plýtvání.

Na webových stránkách Lean Enterprise Institute je lean popsán jako proces o 5 krocích.

1. Identifikujte hodnotu z pohledu koncového zákazníka pro jednotlivé skupiny výrobků.
2. Pro každou skupinu produktů detailně zmapujte všechny kroky v hodnotovém toku a systematicky eliminujte veškeré aktivity, které nepřinášejí přidanou hodnotu pro zákazníka a představují tak plýtvání.
3. Zajistěte plynulý tok produktu bez zpětných pohybů uspořádáním kroků vytvářejících hodnotu do nepřetržité sekvence.
4. Po vytvoření plynulého toku nechte zákazníka "vytahovat" hodnotu z předcházejícího kroku.
5. Identifikujte hodnotové toky pro všechny skupiny produktů a systematicky eliminujte veškeré aktivity, které nepřinášejí přidanou hodnotu pro zákazníka. Následně implementujte systém pull, čímž zajistíte produkci pouze toho, co je skutečně potřeba. Neustále tento proces opakujte, abyste se přiblížili stavu "dokonalosti". (Protzman et al., 2019)

## 2 PRINCIPY A CÍLE ŠTÍHLÉ VÝROBY

Základním principem štíhlé výroby je identifikace přidané hodnoty pro zákazníka a dosažení této hodnoty redukcí plýtvání. Cílem je efektivní využití zdrojů a maximalizace hodnoty pro zákazníka. Toho lze dosáhnout přechodem od vertikální struktury k horizontálnímu proudění produktů celým hodnotovým řetězcem směrem k zákazníkovi. (Bhasin, 2015)

Tyto principy představují soubor myšlenek a technik, které ovlivňují všechna firemní rozhodnutí a aktivity týkající se produktů a procesů. Zaměřují se na základní otázky, jak firma má přistupovat k neustálému zlepšování produktů a procesů. V obecném smyslu slouží jako cenné vodítko pro chování a fungování jakékoli organizace, bez ohledu na to, zda se hlásí ke štíhlému myšlení, či nikoli. (Nicholas, 2019)

Vinodh (2023) vnímá jako hlavní principy štíhlé výroby zaměření se na zákaznickou perspektivu, redukcí plýtvání, hodnotu produktu z pohledu zákazníka, princip tahu, eliminaci operací, které nepřidávají produktu hodnotu, bezchybná kvalita na první pokus, dodávky materiálu v ten správný čas, zjednodušení zásob, synchronizace procesů a využití tvůrčích vlastností zaměstnanců.

### 2.1 Tvorba přidané hodnoty

Abychom sledovali tvorbu přidané hodnoty, musíme se na produkt dívat z perspektivy zákazníka. Jedná se o hodnotový rozdíl mezi vstupem a výstupem. Na tomto základě rozlišujeme dva typy operací, operace přidávající hodnotu a operace nepřidávající hodnotu.

Koncept přidané hodnoty nám napomáhá při implementaci zlepšovacích návrhů. Umožňuje nám rozpoznat, zda se jedná o skutečné zlepšení. Zlepšení by se měla aplikovat pouze na operace přidávající hodnotu. U nezbytných operací nepřidávajících hodnotu je nutné minimalizovat plýtvání. (Nicholas, 2019)

### 2.2 Princip tahu

Princip tahu je opakem principu tlaku. Produkce je v něm řízena zákaznickou poptávkou. Snažíme se minimalizovat zásoby materiálu a rozpracované produkce mezi jednotlivými operacemi. Systém je řízen externí i interní poptávkou. (Vinodh, 2023)

Podle Bertagnolli (2022) je principem tahu vyrábět pouze to, co zákazník chce. Odstranění produktu ze skladu hotové produkce spustí řetězovou reakci po směru informačního toku.

Vyrábíme pouze to, co chybí. Pokud z trhu zmizí poptávka po produktu, přestaneme jej dočasně vyrábět. Výroba do zásoby se neprovádí.

V tradičním tlačném principu výroby, který se zakládá na předpovědi budoucí poptávky bez ohledu na aktuální zásoby, dochází často k nadvýrobě a tvorbě vysokých zásob. Tažný systém eliminuje tyto druhy plýtvání. (King, 2015)

### 3 ŠTÍHLÝ TOK

S cílem přizpůsobit principy štíhlé výroby západním podmínkám a nástrojům vynalezl John R. Constanza metodu nazvanou Demand Flow Technology (DFT). Tato technologie byla postupně implementována ve většině velkých závodů po celém světě. Podstatou DFT je přesun tvorby přidané hodnoty do rukou inženýrů. V případě nutnosti modifikace systému, například z důvodu odchylek, specialista navrhne možné zlepšení nebo inovaci. Návrh musí splňovat dvě podmínky: vytvoření štíhlého hodnotového toku a zachování neustálého zlepšování. (Tsigkas, 2022)

#### 3.1 Tok

Vhodný návrh layoutu výrobního systému s jednosměrným tokem produktů přináší značné výhody v oblasti zásobování. Tento pohyb produktů označujeme jako tok. Zásobovači tak přesně vědí, na které pracoviště doručit jaký materiál, čímž se značně minimalizuje riziko chyb. Základem pro vytvoření toku je eliminace procesů, ve kterých obsluha musí používat velké množství různých druhů materiálů nebo polotovarů. (Bertagnolli, 2020)

#### 3.2 Štíhlý tok ve výrobě

Štíhlý tok (lean flow) představuje základní koncept synchronizace procesů a logistických požadavků ve výrobě. Na rozdíl od tradičních plánovacích systémů MRP (Material Requirements Planning), které vyžadují komplexní vstupní data, se v Japonsku docílí synchronizace díky fyzické blízkosti pracovišť a využití pull mechanismu. Výsledkem fyzické synchronizace procesů je vysoká rychlost pracovního taktu a nízká průběžná doba výroby (lead time), která se téměř rovná času potřebnému k sestavení produktu. Systémy MRP naproti tomu uměle prodlužují dobu průběhu výroby kvůli nutnosti započítávat do plánování čekací doby na synchronizaci procesů a rozpracované výroby (WIP) mezi procesy. (Tsigkas, 2022)

#### 3.3 Tok jednoho kusu

Tento typ výroby, ve kterém je výrobní dávka pouze jeden kus, se nazývá jednkusová výroba. Každý kus je ihned po zpracování na daném pracovišti předán na následující. Díky tomuto přístupu je množství rozpracované produkce mezi pracovišti omezeno na maximálně jeden kus. Pokud dojde k přerušení jednoho procesu, musí se přerušit i proces předcházející.



Nadvýroba je zde vyloučena. Specifickým případem a nejvyšší formou jednokusové výroby je tok jednoho kusu sekvencovaný podle zákaznických objednávek. (Protzman et al., 2016)

## 4 NÁSTROJE, TECHNIKY A TERMÍNY VE ŠTÍHLÉ VÝROBĚ

V jádru štihlé výroby leží myšlenka neustálého zlepšování a zaměření na přidávání hodnoty pro zákazníka. Toho je dosahováno prostřednictvím široké škály nástrojů, technik a konceptů, které tvoří komplexní systém štihlé výroby.

Základními stavebními kameny jsou: 5S, Total Productive Maintenance (TPM), Value Stream Mapping (VSM) a workcell. Implementace jakékoliv jiné technologie by měla vždy začínat těmito základními nástroji.

### 4.1 Termíny

Ve štihlém řízení výroby se používá řada termínů, které definují různé aspekty procesu výroby a pomáhají z jeho popisem. Tyto termíny slouží jako nástroje pro analýzu a optimalizaci procesů, čímž napomáhají k dosažení cílů štihlé výroby

#### 4.1.1 Čas cyklu

Doba cyklu je klíčovou metrikou v lean manufacturing. Jedná se o průměrnou dobu, kterou potřebuje jedna jednotka k úplnému průchodu výrobním procesem. Zahrnuje jak aktivní dobu práce, tak i veškeré čekací doby mezi jednotlivými kroky. Doba cyklu se může počítat několika způsoby, ale všechny tyto metody mají stejný cíl: pochopit efektivitu vaší výrobní linky. Jednou z možností je změření periody, ve které nově vyrobené produkty opouštějí výrobní linku ve výrobě řízené tažným principem. (Protzman et al., 2019)

#### 4.1.2 Takt

Takt klade požadavky na řízení materiálního toku ve výrobě. Jedná se o ukazatel, který spojuje výrobní kapacitu s požadavky zákazníka. (Vinodh, 2021)

Jedná se o nástroj, který umožňuje posoudit proces nebo skupinu činností a určit, jak rychle musí proces probíhat na základě požadavků zákazníků a dostupného času. Vypočítá se jako podíl doby vyhrazené na výrobu produktu nebo služby a poptávky zákazníků za tuto dobu. (Pascal, 2015)

Výpočet taktu:

$$\text{Čas taktu} = \frac{\text{Dostupná doba}}{\text{Požadované množství zákazníkem}}$$

### 4.1.3 OEE

OEE's čky znamenají celkovou efektivitu zařízení. Kombinuje všechny faktory, které mají vliv na efektivitu zařízení. Její výpočet je součinem dostupnosti výkonu a kvality. Dostupnost zařízení zaznamenává všechny jeho odstávky, včetně preventivní údržby. Výkonost zařízení zachycuje rozdíl mezi teoretický maximálním výkonem a výkonem skutečným. Posledním dílkem rovnice je kvalita, která porovnává výrobky, které byly vyrobeny bezchybně na první pokus s celkovou produkcí. (King, 2015)

Výpočet OEE:

$$\text{Dostupnost zařízení} = \frac{\text{Reálný čas provozu}}{\text{Plánovaný čas provozu}}$$

$$\text{Výkonost zařízení} = \frac{\text{Reálný čas provozu}}{\text{Maximální výkon}}$$

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Produkce vyrobená kvalitně naprvní pokus}}{\text{Celková produkce}}$$

$$\text{OEE} = \text{Dostupnost zařízení} * \text{Výkonost zařízení} * \text{Kvalita}$$

### 4.1.4 Lead time

Dodací lhůta, definovaná jako doba od přijetí objednávky do doručení zboží zákazníkovi, představuje jednu z nejpodstatnějších logistických metrik. Zahrnuje čas, který produkt projde celým výrobním řetězcem, od zadání materiálu po finální expedici. Kratší dodací lhůta indikuje schopnost firmy pružně reagovat na požadavky zákazníků a zajišťovat rychlé uspokojení jejich potřeb. (Bertagnolli, 2022)

### 4.1.5 Rozpracovaná produkce (Work in progress)

Rozpracovanou výrobu rozdělujeme do tří kategorií. První z nich jsou zásoby mezi procesy. Tato kategorie zahrnuje produkty, které se nachází mezi jednotlivými výrobními operacemi. Jsou to produkty, které prošly jednou nebo více operacemi, ale ještě nebyly dokončeny. Například v automobilovém průmyslu by se mezi procesové zásoby mohly skládat z karoserií, které čekají na lakování.

Druhou z nich jsou prodlevy se zpracováním dávky. Do této kategorie spadají produkty, které čekají na další zpracování v rámci dané výrobní dávky. Důvody prodlevy mohou být různé, například porucha zařízení, nedostatek materiálu, nebo čekání na další komponenty.

Třetí jsou procesní zásoby rozpracované produkce. Tato kategorie zahrnuje produkty, u kterých z nějakého důvodu nemůžeme dále pokračovat ve výrobě. Důvody mohou být opět různé, například porucha zařízení, nedostatek materiálu, nebo změna v požadavcích zákazníka. (Protzman et al., 2019)

## 4.2 SMED

SMED (Single Minute Exchange of Dies) je metoda, která se zaměřuje na dramatické snížení doby potřebné pro přestavbu zařízení v jakémkoli výrobním procesu. Jejím principem je rozdělit proces přestavby na interní a externí operace a následně optimalizovat každý typ operace.

Interní operace jsou ty, které se musí provádět, když je stroj v provozu. Patří sem například uvolnění a utažení šroubů, nastavení nástrojů a výměna materiálu. Externí operace se naopak provádějí, když je stroj mimo provoz. Patří sem například příprava nástrojů a materiálu, čištění stroje a kontrola funkčnosti.

Rozlišujeme různé typy přípravných zlepšení, například přestavbu jedním dotekem, bezdotykovou přestavbu nebo například nulovou přestavbu. (Protzman et al., 2019)

## 4.3 JiT systém

Just-in-time (JiT), v češtině "právě včas", představuje revoluční přístup k logistickému řízení, který zásadně ovlivnil plánování a řízení ve všech oblastech organizace. Podstata JiT spočívá v eliminaci časových ztrát a dodávání materiálu přesně v momentě, kdy je potřeba pro výrobu. Její zavedení je podmíněno splněním několika klíčových požadavků:

Minimalizace počtu operací: Zvýšený počet operací vede k růstu výrobních nákladů, snižuje efektivitu a komplikuje celý proces. Proto je pro JiT nezbytné zefektivnit výrobní postup a minimalizovat počet nezbytných kroků.

Důkladné plánování a vývoj pracovního postupu: Před implementací JiT je nutné provést detailní plánování a vývoj pracovního postupu. Tím se minimalizuje potřeba dodatečných úprav po spuštění výroby.

Minimalizace manuálních prací: Proces by měl být co nejméně pracný a technická příprava výroby co nejkratší a nejjednodušší. Toho lze dosáhnout automatizací a standardizací procesů. (Gros, 2016)

## 4.4 5S

Metoda 5S představuje základní pilíř implementace principů štíhlé výroby v jakémkoli podniku. Jejím cílem je zajistit maximální organizaci a funkčnost pracoviště, čímž se zvyšuje efektivita a produktivita práce. Název metody pochází z pěti japonských slov, která definují její klíčové principy: (Paksoy, 2023)

### Seiri

Principem prvního S je vyřazení nepotřebných předmětů z pracoviště. Tyto předměty rozdělujeme podle hodnoty, kterou přinášejí výrobnímu procesu ze zákaznického pohledu. (Vinodh, 2023) Podle Jorg (2021) se jedná zejména o nadbytečný oběžný materiál, nepotřebné, nadbytečné a porouchané nástroje, nevyužívané stroje, vadné polotovary a také o nepotřebnou dokumentaci. Cílem této metody je vytvořit přehledné pracoviště, ve kterém operátoři nebudou ztrácet čas hledáním nástrojů.

Pomocnou technikou při třídění je označení všech předmětů červenými nálepkami. Pokaždé, když pracovník předmět použije, nálepku odlepí. Předměty, které po určité době stále nesou nálepku, se přesunou na jiné pracoviště, kde najdou využití, nebo se recyklují. Pro udržení standardu se doporučuje tuto techniku opakovat v pravidelných intervalech. (Pascal, 2015)

### Seiton

Druhý krok se zaměřuje na uspořádání pracoviště tak, aby se omezily zbytečné pohyby pracovníků. Nástroje se uspořádávají na základě četnosti používání. Nejčastěji používané nástroje se umísťují co nejbližší. Podstatou metody je vizualizace a standardizace umístění. (Jorg, 2021)

### Seiso

Třetí princip klade důraz na udržování pracoviště v čistotě. Čisté a přehledné pracoviště usnadňuje detekci chyb a vad, umožňuje včasné odhalení opotřebení nástrojů a zařízení, čímž se snižují náklady na údržbu, a v neposlední řadě zlepšuje spokojenost zaměstnanců. (Niemann et al., 2024)

### Seiketsu

Cílem čtvrtého principu je zajistit udržování nově zavedených pravidel a postupů 5S. Hlavním nástrojem pro dosažení tohoto cíle je audit 5S. (Vinodh, 2023)

### Shitsuke

Poslední a zároveň nejdůležitější princip se zaměřuje na neustálé zlepšování. Snaží se o zakořenění nástrojů 5S do firemní kultury. To zahrnuje sestavení plánu neustálého zlepšování, jeho pravidelnou kontrolu a začlenění a ztotožnění zaměstnanců s principy 5S. (Vinodh, 2023)

#### 4.5 Kaizen

V japonském přístupu k řízení výroby se nikdy nezaměřovali na separátní orgán pro kontrolu kvality produktů. Odpovědnost za kvalitu ležela na bedrech disciplinovaných pracovníků. To vedlo k eliminaci nákladů na oddělený systém kontroly kvality.

Na Západě panuje mylná představa, že termíny "kaizen" a "neustálé zlepšování" jsou synonyma. Kaizen institut sice tento termín překládá jako "změna k lepšímu", ale původní myšlenka byla odlišná. "Kai" v sobě nese význam obnovení či opravy, zatímco "zen" zdůrazňuje přístup k aktivitě, která upřednostňuje jednoduchost a intuitivní chování před konvenčním myšlením a přehnanou fixací na cíl. (Tsigkas, 2022)

Z principů kaizenu se odvíjejí i další logistické technologie, jako například metoda pro odstranění 16 typů ztrát na zařízení, tzv. kobetsu kaizen. Základní myšlenka spočívá v systematickém sběru dat o problému, jeho následné analýze a vytvoření akčního plánu pro dosažení zlepšení. Implementace této metody vede k eliminaci většiny faktorů, které snižují efektivitu zařízení. (Paksoy, 2023)

#### 4.6 Koncept výrobních buněk

Buňkové uspořádání se vyznačuje uspořádáním pracovních stanic do kompaktních celků, které sdružují stroje a zařízení potřebné pro výrobu specifického produktu nebo produktové řady. Díky tomuto uspořádání dochází k minimalizaci pohybu pracovníků a materiálu, čímž se zvyšuje efektivita výroby. Mezi hlavní výhody patří zvýšení produktivity práce, snížení přípravného času a efektivnější využití pracovní plochy.

Hlavní překážkou je možná neochota personálu obsluhovat více strojů. Přechod na buňkové uspořádání většinou vyžaduje, aby se zaměstnanci naučili pracovat s více stroji a zařízeními, s čímž někteří z nich nemusí souhlasit. (Vinodh, 2023)

## 4.7 Total productive maintenance (TPM)

Poruchovost zařízení má kritický dopad na stabilitu produkce, která je zásadní pro úspěšné naplnění výrobního plánu. Jejich údržba by měla probíhat pravidelně, ale bez toho, aniž bychom narušili materiální tok ve výrobě. Jedná se o komplexní strategii údržby zaměřenou na minimalizaci poruch zařízení a maximalizaci jeho efektivity. TPM se zaměřuje na preventivní a autonomní údržbu, čímž aktivně zapojuje všechny zaměstnance do procesu údržby a zajišťuje plynulý chod výroby.

Preventivní údržba je klíčovou součástí TPM. Spočívá v pravidelném provádění kontrolních a údržbářských prací na zařízeních s cílem předcházet poruchám a zajistit jejich optimální fungování. Plán preventivní údržby se vytváří na základě analýzy historických dat o poruchách a provozních parametřů zařízení.

Autonomní údržba je další důležitý pilíř TPM. Převádí odpovědnost za základní údržbářské úkony na obsluhu zařízení. To umožňuje včasnou identifikaci drobných závad a jejich rychlé odstranění, čímž se předchází eskalaci problémů a nutnosti rozsáhlých oprav. (Paksoy, 2023)

## 4.8 Spaghetti diagram

Tento diagram se používá k minimalizaci plýtvání zbytečnými pohyby. Jedná se o nástroj pro analýzu procesů, který umožňuje vizualizovat a identifikovat plýtvání způsobené nadměrným pohybem materiálu, produktů nebo osob v rámci výrobního systému. Cílem je optimalizovat rozložení pracoviště a minimalizovat zbytečné pohyby, čímž se dosáhne maximálního průtoku a efektivity.

Spaghetti diagram se vytváří tak, že se do plánu rozvržení pracoviště nebo výrobní haly zaznamenává trasa sledovaného objektu. Po vytvoření diagramu se analyzuje trasa sledovaného objektu s cílem identifikovat oblasti s nadměrným pohybem. (Niemann et al., 2024)

## 4.9 Value stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) je metoda analýzy a optimalizace procesů, která umožňuje komplexní a detailní pochopení hodnotového toku v rámci výrobního nebo jiného procesu. Pochází z filozofie Toyota Production Systems (TPS) a zaměřuje se na identifikaci a eliminaci plýtvání, čímž se zvyšuje efektivita a produktivita. (Niemann et al., 2024)

VSM analyzuje proces od začátku do konce a sleduje materiálový i informační tok. Zobrazuje se v podobě mapy, která zahrnuje všechny kroky procesu, jejich časové trvání, zásoby materiálu a další relevantní informace. Kvantitativní analýza dat o časových indexech a zásobách umožňuje identifikovat problematické oblasti a plýtvání. (Vinodh, 2023)

#### 4.9.1 Popis metody

VSM metoda využívá diagramy k zobrazení aktuálního stavu procesu. Sběr dat a tvorba diagramu probíhají souběžně. Tento princip, nazývaný "učení se vidět", zdůrazňuje Rother a Shook (1999) jako klíčový pro úspěšnou VSM analýzu. Základem je dokonalé pochopení výrobního procesu, jelikož to umožňuje identifikovat plýtvání. VSM rozvíjí oblíbenou metodu Taiichi Ohno, tzv. kruhovou metodu kreslenou křídou. Tato metoda spočívá v pečlivém pozorování procesu, přičemž kruh z křídou napomáhá soustředění a udržuje pozornost. Ohno nechal své inženýry v kruhu i několik hodin, dokud nezískal z pozorování dostatek poznatků.

Proces tvorby VSM shromažďuje data nezbytná pro následnou logistickou optimalizační metodu nazývanou Future State Map (FSM). Před sběrem dat je nutné informovat manažery i řadové zaměstnance. Nezávislým sledováním a pochopením procesu se sleduje plýtvání, variabilita a flexibilita výrobního procesu. Všechna data se sbírají a zapisují přímo na pracovišti. Historická data se nepoužívají, pouze data aktuální. Zapisují se pouze ta data, kterým bylo dokonale porozuměno (Bertagnolli, 2022).

Tvorba VSM začíná výběrem analyzovaného produktu, obvykle produktu, který představuje významnou část produkce podniku. Následuje procesní analýza výroby daného produktu a analýza zákaznické poptávky po produktu, kterou lze provést například extrapolací dat z minulého roku. V dalším kroku se provádí samotná analýza hodnotového toku, jejímž cílem je najít prostor pro potenciální zlepšení. (Niemann et al., 2024)

#### 4.9.2 Formát metody

VSM se skládá ze třech částí: cyklus SIPOC, procesní data a časové osa. Cyklus SIPOC zachycuje všechny aktivity v procesu, od přijetí objednávky od zákazníka a odeslání požadavků dodavateli až po doručení hotového produktu zákazníkovi. Procesní data jsou



zaznamenána v diagramu pod jednotlivými procesy v tabulce. Tabulka obsahuje informace o názvu procesu, počtu operátorů, cyklovém čase, přípravném čase, dostupném čase a vytížení zařízení. Množství rozpracované produkce se zapisuje mezi procesy. Zásoba materiálu je znázorněna mezi dodavatelem a prvním procesem a hotové produkty mezi posledním procesem a zákazníkem. Spodní část zobrazuje čas výrobního cyklu pod operacemi. Horní část časové osy pod operacemi zobrazuje transformaci produkce v průběhu procesu. Hlavní výhodou časové osy je zjednodušení výpočtu dodací lhůty. (Vinodh, 2023)

#### 4.9.3 Sběr dat

Klíčovým krokem v procesu sběru dat pro VSM analýzu je pochopení a zaznamenání materiálového toku. V praxi se data obvykle sbírají proti proudu materiálového toku. Začíná se u zákazníka a pokračuje se proti směru toku materiálu až k dodavateli. Druhým krokem je zaznamenání toku informací, avšak tentokrát po směru materiálového toku, tedy v opačném směru než tok informací. (Niemann et al., 2024)

#### 4.9.4 Členění sbíraných dat

Data členíme podle způsobu, jak jsme je nabyli. Rozlišujeme tři typy dat. První druh dat sbíráme pomocí pozorování výrobního procesu. Jedná se například o identifikaci procesů, doba trvání směny, množství zásob nebo počet operátorů. Druhý typ dat získáváme měřením, jedná se například o čas cyklu nebo přípravný čas. Posledním druhem dat jsou data spočtená, mezi ně řadíme čas cyklu, přípravný čas, takt, nebo dodací lhůta. (Vinodh, 2023)

#### 4.9.5 Postup konstrukce

##### První krok – Určení zkoumané produktové rodiny

Před zahájením analýzy je nutné jasně definovat produkt, jehož výrobu budeme sledovat. V případě složitějších procesů, kde se produkty prolínají nebo opakovaně vrací do stejných fází, je vhodné zvolit produktovou rodinu, která sdílí podobný průběh zpracování. K identifikaci produktové rodiny slouží produktovo-procesní matice. Reprezentativní produkt pro VSM analýzu vybereme dle Paretova principu, a to ten s nejvyšším podílem na celkové produkci v dané rodině. (Bertagnolli, 2022)

Pokud bychom tuto selekci neprovedli a VSM analyzovali více produktů s odlišnými výrobními cestami by vedla k nepřehlednému diagramu s překrývajícími se spojnicemi, ze kterého by nebylo možné vyčíst relevantní informace. (Niemann et al., 2024)

#### Druhý krok – Plánování produkce, nároky na dodavatele a zákaznické nároky

Horní část Value Stream Mapy znázorňuje tok materiálu a informací od dodavatelů k zákazníkovi. V levém horním rohu je umístěn symbol hlavního dodavatele a v pravém horním rohu symbol zákazníka. Uvnitř symbolu továrny uvedeme název společnosti, objem a varianty produkce a další relevantní informace. Mezi těmito entitami nalezneme obdélník představující interní plánování výroby a další oddělení ovlivňující produkci daného produktu. Informační tok mezi těmito prvky je reprezentován šipkami. (Bertagnolli, 2022)

#### Třetí krok – Procesy

Jednotlivé procesní kroky, chápané jako činnosti s transportem materiálu před a po nich, identifikujeme a zaznamenáme do procesních rámečků s unikátním identifikačním jménem. (Bertagnolli, 2022)

#### Čtvrtý krok – Sběr procesních dat

Všechna data relevantní k daným procesům zapíšeme do procesní tabulky pod jejich názvy. V případě variabilních dat dle variant produktu uvedeme všechny relevantní informace. Pokud je to vhodné, můžeme sledovat i další klíčové metriky, jako dobu poruch zařízení nebo poměr zmetků k bezchybné produkci. (Bertagnolli, 2022)

#### Pátý krok – Zásoby

Množství zásob rozpracované produkce mezi procesy znázorníme. Může se jednat o kontrolovaný sklad polotovarů nebo nekontrolovaně naskupenou produkci před úzkým místem. U počitatelných položek uvedeme jejich množství pod symbolem trojúhelníku mezi procesy. (Bertagnolli, 2022)

#### Šestý krok – Externí a interní materiálové toky

Propojíme horní část diagramu s procesy v dolní části. Od dodavatele k prvnímu procesu a od posledního k zákazníkovi. Interní toky znázorníme mezi procesy s použitím různých symbolů dle typu spojení (push, pull, přeprava vysokozdvížným vozíkem). Informační toky mezi plánováním výroby a procesy taktéž vizualizujeme. (Bertagnolli, 2022)

#### Sedmý krok – Klíčové ukazatele

Na lánanou časovou osu pod procesy přeneseme čas cyklu procesu a zásobovací čas. Osa má dvě úrovně – na horní zaznamenáme čas zásob a na spodní čas cyklu. Čas cyklu zapíšeme do procesní tabulky pod proces a zásobovací čas na jejich spojnici. (Bertagnolli, 2022)

#### **4.9.6 Budoucí stav mapy hodnotových toků (FSVSM)**

Mapa budoucího stavu hodnotových toků (FSVSM) představuje navrhovaný průběh toku hodnot a jeho očekávaný výkon v definované fázi transformace na štihlý výrobní program. Tyto dva diagramy se vzájemně ovlivňují již v procesu tvorby, jelikož při analýze současného stavu obvykle dochází k identifikaci oblastí pro potenciální zlepšení. Často je nutné shromáždit další data nezbytná pro sestavení FSVSM. Klíčovou podmínkou pro úspěšnou tvorbu FSVSM je stanovení termínu realizace navrhovaných změn. (Keyte, 2016)

Mapa současného stavu slouží jako základní stavební kámen pro implementaci dalších zlepšení, i když nejsou přímo založena na VSM a byla navržena nezávisle na ní.

FSVSM nám umožňuje kvantifikovat dopad zaváděných změn na procesní parametry, jako je čas taktu, čas cyklu a další klíčové ukazatele výkonnosti (KPI). Pro zajištění co největší vypovídající hodnoty FSVSM je nutné ji po každé realizované změně aktualizovat. (King 2015)

## 5 PŘÍNOSY A PŘEKÁŽKY IMPLEMENTACE PRINCIPŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY

Při implementaci štihlé výroby se potýkáme s mnohými překážkami a riziky. Tyto překážky mohou být procesní, technologické nebo personální. Jejich překonání nám umožní úspěšnou implementaci metod štihlé výroby, která má mnoho přínosů, jak pro ziskovost firmy, ale i pro spokojenost zaměstnanců podniku.

### 5.1 Přínosy štihlé výroby

Metody štihlé výroby prokazatelně přináší řadu benefitů, jak bylo opakovaně potvrzeno v odborné literatuře. Mezi hlavní přínosy patří:

- Naplnění potřeb zákazníka: Štihlá výroba umožňuje dodávat produkty včas a ve správné kvalitě dle požadavků zákazníka.
- Minimalizace variability procesu: Díky systematickému odstraňování plýtvání a optimalizaci procesů dochází k minimalizaci variability a zkvalitnění produkce.
- Zvýšení úrovně kvality: Implementace principů štihlé výroby vede ke snížení počtu vad a zmetků, čímž se zvyšuje celková kvalita produktů.

Americký Národní institut pro standardy a technologie (NIST) ve své zprávě z roku 2003 uvádí, že zavedení metod štihlé výroby může zkrátit čas cyklu až o 90 %. Production System Design Centre ve své studii uvádí, že 60 % nejúspěšnějších firem principy štihlé výroby úspěšně implementovalo. Manufacturing Foundation uvádí, že 62 % firem po zavedení metod štihlé výroby zaznamenalo nárůst obrátu o 10 % - 12 % a zisku o 12 % - 15 %. (Bhasin, 2015)

#### Lean and green

V dnešní době se udržitelnost stává čím dál naléhavějším tématem. Společnosti čelí rostoucímu legislativnímu i společenskému tlaku na snižování dopadů svého fungování na životní prostředí. Udržitelnost se tak stává klíčovou konkurenční výhodou, která je nezbytná pro prosperitu na trhu. (Davim, 2022)

Tradičně se přístupy k štihlé výrobě a environmentální udržitelnosti vnímaly jako protichůdné. Nízké výrobní náklady dosažené implementací principů štihlé výroby byly často vnímány jako v rozporu se snižováním dopadu na životní prostředí, které by mohlo

vést k navýšení nákladů. Narůstající důležitost udržitelnosti jako konkurenční výhody však tuto dichotomii narušuje. (Bhasin, 2015)

Koncept Lean & Green propojuje principy štihlé výroby s principy environmentální udržitelnosti a zdůrazňuje jejich synergický efekt. Zaměřuje se na minimalizaci plýtvání jak ve výrobě, tak v nakládání s materiály a energiemi, čímž snižuje jak výrobní náklady, tak dopad na životní prostředí. (Nicholas, 2018)

## 5.2 Překážky štihlé výroby

Překážky implementace metod štihlé výroby rozdělujeme do několika různých kategorií, podle místa jejich výskytu.

Prvním z nich jsou překážky v dodavatelském řetězci. Mezi ně patří například neochota dodavatelů integrovat procesy a sdílet informace, nebo nevhodná struktura dodavatelského řetězce s nízkou flexibilitou a adaptabilitou.

Druhou jsou překážky spojené s implementací metod štihlé výroby. Mezi ně patří například nedostatek zkušeností s implementací štihlé výroby v daném odvětví nebo typu firmy, nedostatečný know-how a znalosti principů štihlé výroby u zaměstnanců a managementu a chybějící interní procesy a struktury pro podporu implementace štihlé výroby

Posledním typem jsou překážky na straně managementu a zaměstnanců. Mezi ně členíme nedostatečnou angažovanost vrcholového managementu v implementaci štihlé výroby, nejasnou vizi a strategii pro implementaci štihlé výroby, nedostatečnou podporu a financování implementace štihlé výroby ze strany managementu, chybějící motivaci a zájem zaměstnanců o zapojení se do procesu zlepšování a obavy zaměstnanců ze změn a ztráty pracovních míst. (Machado Fagundes da Silva et al., 2021)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ŽPSV S. R. O.

ŽPSV s.r.o. navazuje na tradici sahající až do roku 1952, kdy byl v Praze založen Podnik pro lomy a štěrkovny. Z malých provozů betonárek a lomařských provozů se firma postupně vypracovala na jednoho z největších výrobců betonové prefabrikace v České republice. Během své historie prošla řadou změn a od roku 1963 je známá pod názvem ŽPSV.

### 6.1 Historie

- 1952: Založení podniku "Podnik pro lomy a štěrkovny" v Praze.
- 1955: Výroba prvních železobetonových železničních pražců, které se staly klíčovým produktem firmy.
- 1963: Převzetí názvu ŽPSV.
- Po sametové revoluci: Rozšíření aktivit a růst společnosti.
- 2018: Akvizice německou společností Leonhard Moll AG.

### 6.2 Výrobní portfolio

Dnes je ŽPSV s.r.o. silným a stabilním partnerem v oblasti stavebních materiálů a služeb. Nabízí široké portfolio produktů a služeb pro dopravní (železniční a silniční) a pozemní stavby, včetně revitalizace panelových domů, výstavby průmyslových a obchodních center i ekologických staveb. Mezi hlavní produkty patří: železobetonové pražce pro železniční tratě, silniční panely a svazky, prefabrikáty pro pozemní stavby (stropní panely, schodišťové díly, překlady atd.), betonové směsi a kamenivo, zemní práce, autodoprava, projektové a poradenské služby.

### 6.3 Výrobní závody v Česku

#### Závod Uherský Ostroh

Výroba zaměřená na předpjaté železniční betonové pražce a prefabrikáty. V areálu firmy se nalézají 3 výrobní haly, nejnovější automatizovaná, B91T, která vyrábí typické pražce proudově. Této hale se budu blíže věnovat v této práci. Druhá, B03, vyrábí také předpjaté betonové pražce, ale starším a méně efektivním způsobem. Nenalézá se v ní taková úroveň automatizace, jako v hale B91T. Třetí výrobní hala vyrábí betonové prefabrikáty, jako například betonová svodidla, svody nebo protihlukové stěny.

### Závod Čerčany

Čerčanský závod se specializuje na výrobu velkých betonových prefabrikátů, jako jsou například sloupy pro stavbu výrobních hal, částí mostů a dalších různých betonových odlitků.

### Závod Doloplazy

Největší podíl produkce tohoto závodu náleží atypickým výhybkovým pražcům. Jedná se o podle délky speciálně sekvencované železniční pražce, které se všechny v některých aspektech trochu liší.

### Závod Litice

Tento závod se zaměřuje také na větší betonové prefabrikáty, hlavně na dopravní a pozemní stavby. Zajímavostí je, že podnik vlastní v blízkosti obce štěrkolom.

## **6.4 Technologie a inovace**

Společnost ŽPSV s.r.o. neustále investuje do moderních technologií a inovací, aby svým klientům mohla nabízet produkty a služby nejvyšší kvality. V roce 2021 firma otevřela novou výrobní linku na výrobu železobetonových pražců s kapacitou 120 000 kusů ročně. Díky modernímu vybavení a zkušenému personálu je ŽPSV s.r.o. zárukou kvality a spolehlivosti.

## **6.5 Důraz na kvalitu a certifikace**

Kvalita a spolehlivost jsou pro ŽPSV s.r.o. klíčové priority. Firma disponuje certifikáty ISO 9001 a ISO 14001, které zaručují vysoký standard výroby a šetrný přístup k životnímu prostředí. ŽPSV s.r.o. klade důraz na dodržování přísných norem a předpisů a dbá na to, aby všechny produkty a služby splňovaly ty nejvyšší požadavky klientů.

## **6.6 Akvizice společnosti německou skupinou Leonhard Moll AG**

V roce 2018 se ŽPSV s.r.o. stala součástí německé skupiny Leonhard Moll AG, která je jedním z předních evropských výrobců betonových výrobků. Díky tomuto spojení má ŽPSV s.r.o. přístup k nejnovějším technologiím a know-how a stává se ještě silnějším partnerem pro své klienty. Skupina Leonhard Moll AG s více než 100letou tradicí v oboru umožňuje ŽPSV s.r.o. čerpat z bohatých zkušeností a dále posilovat svou pozici na trhu.

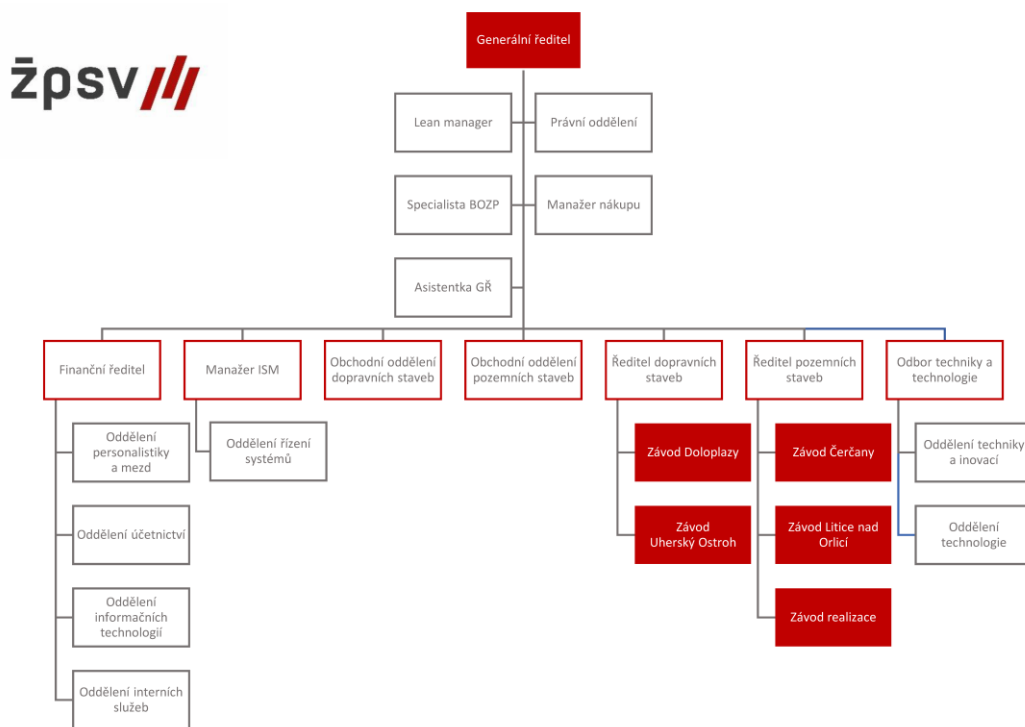


## 6.7 Region

ŽPSV s.r.o. si uvědomuje svou společenskou zodpovědnost a aktivně se zapojuje do dění v regionu. Podpora regionálního rozvoje je pro firmu klíčová. ŽPSV s.r.o. proto podporuje sport a kulturu. Firma sponzoruje lokální sportovní kluby a kulturní akce. Snaží se tak zpřístupnit sport a kulturu široké veřejnosti a podporovat aktivní trávení volného času. Také se podílí na vzdělávání a rozvoji mladých lidí. ŽPSV s.r.o. spolupracuje se středními školami a vysokými školami v regionu. Nabízí studentům praxe a stáže, aby získali praktické zkušenosti a seznámili se s prací ve firmě. Podporuje také vzdělávací programy a stipendijní programy pro talentované studenty. Firmě není lhostejné ani životní prostředí. ŽPSV s.r.o. se zavazuje k udržitelnému rozvoji a ochraně životního prostředí. Firma investuje do ekologických technologií a snižuje dopad své výroby na životní prostředí. Podporuje také ekologické aktivity v regionu.

Díky své aktivní firemní politice v oblasti společenské zodpovědnosti je ŽPSV s.r.o. vnímána jako spolehlivý partner a důležitý hráč v regionu. Firma se tak snaží přispívat k rozvoji a prosperitě regionu a zlepšovat kvalitu života jeho obyvatel. Sponzoruje fotbalový klub FC Slovácko Uherské Hradiště, podporuje Mezinárodní filmový festival Karlovy Vary, spolupracuje s Gymnáziem Jana Keplera v Uherském Hradišti na programu "Vzdělávání pro praxi" a také se podílí na úklidu lesů v chráněné krajinné oblasti Bílé Karpaty. (Zdroj informací: interní dokumenty firmy)

## 6.8 Organizační struktura



Obrázek 1 Zdroj: ŽPSV s. r. o., 2023

Společnost ŽPSV s.r.o. se vyznačuje hierarchickou organizační strukturou s jasně definovanou linií autority sahající od generálního ředitele (CEO) až k řadovým pracovníkům. CEO zodpovídá za vizi a strategické směřování firmy, dohlíží na veškeré aspekty provozu a zajišťuje komunikaci s externími zainteresovanými stranami, jako jsou investoři, zákazníci a státní orgány.

Mezi klíčové pozice patří pozice lean manažera, který zodpovídá za implementaci principů lean managementu v rámci firmy, spolupracuje s jednotlivými odděleními na identifikaci a eliminaci plýtvání a zefektivnění procesů.

Tyto klíčové pozice jsou vzájemně propojeny a úzce spolupracují na dosažení cílů společnosti. Každá pozice má své vlastní specifické odpovědnosti a povinnosti, které jsou nezbytné pro hladký chod organizace.

Kromě výše uvedených klíčových pozic existuje v hierarchii ŽPSV s. r. o. mnoho dalších důležitých pozic. Patří sem oddělení nákupu, finanční ředitel, manažer integrovaného

systemu managementu, nebo vedoucí výroby. Každá z těchto pozic hraje důležitou roli v dosažení cílů společnosti.

Organizační struktura ŽPSV s. r. o. je navržena tak, aby byla efektivní a přehledná. Jasná linie autority a definované role a odpovědnosti pomáhají zajistit, aby všichni pracovníci věděli, co se od nich očekává. To pomáhá předcházet zmatkům a umožňuje společnosti dosahovat jejích cílů co nejefektivněji. (Zdroj informací: interní dokumenty firmy)

## 7 POPIS VÝROBNÍHO PROCESU

Výroba předpjatých betonových pražců v České republice hraje klíčovou roli v železniční infrastruktuře a generuje pro firmy v tomto odvětví značné zisky. Předpjaté betonové pražce tvoří hlavní položku produkce a jejich primárními odběrateli jsou subdodavatelé Správy železnic, mezi něž patří především nadnárodní korporace jako Skanska a Strabag. Poptávka po pražcích úzce souvisí s investicemi do infrastruktury a stavební aktivitou. I když lze poptávku do jisté míry předvídat, existuje riziko zrušení značné části zakázek. Z tohoto důvodu se 2/3 roku vyrábí pražce dle predikce poptávky a zbytek roku se věnuje výrobě položek podle objednávek.

Výroba předpjatých betonových pražců s sebou nese i specifická rizika a výzvy. Mezi hlavní rizika patří kolísání ceny betonu a oceli, které představují klíčové materiály pro výrobu pražců. Dalším rizikem je zpřísnění environmentálních regulací, které může vést k nárůstu ceny energií a omezení dostupnosti surovin. Konkurenceschopnost na trhu představuje další výzvu, jelikož v České republice i v zahraničí existuje mnoho výrobců pražců. (Zdroj informací: interní dokumenty firmy)

### 7.1 Čištění a příprava formy

Vnitřní strany formy prochází strojovým čištěním a případné nedokonalosti jsou dočištěny ručně. Následně jsou připevněny koncové desky a na vnitřní strany formy je nanesen speciální olej určený pro betonové formy. Koncové desky a vkládací kapsy jsou ošetřeny lubrikantem. Operátoři poté do formy upevňují péra, na která se navléknou spirály.

### 7.2 Osazení dráty a jejich předpětí

Vysoce pevnostní ocelové dráty jsou zpracovány automatem a osazeny koncovými zátkami. Strojně dávkované dráty se umísťují do formy a operátoři je pomocí klínů a objímek fixují ke koncovým deskám. Následuje sepnutí drátů třmínky a prvotní napětí specializovanou utahovací pistolí, která umožňuje utažení čtyř šroubů současně. Hydraulický přístroj zajistí finální předpětí drátů požadovanou silou v tunách. Automat přitlačí koncové zátky ke koncovým deskám formy a forma je připravena k betonování. Po automatickém přemístění formy probíhá betonáž.

### **7.3 Vážení směsi kameniva, písku, cementu a plastifikátoru a míchání betonu**

Kamenivo, písek a cement jsou postupně zváženi a dávkováni do násypky. Elektronický řídicí systém automaticky ovládá uzávěry zásobníků podle předem stanoveného poměru (standardizovaná směs). Voda a plastifikátory se do míchačky vpouštějí řídicím systémem v přednastaveném poměru voda/cement s ohledem na vlhkost kameniva a písku. Po důkladném promíchání je beton dopraven k polo-automatizovanému betonovacímu zařízení.

### **7.4 Betonování**

Forma je přesunuta na vibrační podložku a polo-automatizované betonovací zařízení za asistence operátora rovnoměrně rozdělí beton do formy za současného vibrování. Probíhá kontrola hladiny betonu. Nedodržení normami stanovené hladiny vede k vyřazení pražců z produkce. Přesáhnutí stanovené hladiny zvyšuje spotřebu materiálu a náklady na jednotku produkce.

### **7.5 Zrání v páře**

Ihned po betonování jsou pražce zroseny a forma je automaticky přesunuta do parní komory, kde setrvá 24 hodin. V hale se nachází 13 komor s kapacitou 32 forem každá. Formy jsou uspořádány po čtyřech stozích po 8 formách v systému FIFO fronty. Po opuštění stohu je nahrazen stohem nově vyrobených pražců. Po uzrání formy pokračují dále výrobní linkou.

### **7.6 Vyjmutí z formy**

Automatizované zařízení povolí pnutí drátů a odšroubuje koncové desky. Forma je přesunuta na specializovaný automatický otočný jeřáb, který pražce z formy vyjme. Pražce jsou umístěny na dopravník a přesunuty do oblasti strojení gumovými podložkami a kováním. Prázdna forma je jeřábem přesunuta k čištění na začátek výrobního řetězce.

### **7.7 Strojení pražců**

Gravírovací zařízení označí pražce identifikačním číslem. Operátoři následně umístí na pražce speciální gumové podložky pro rovnoměrné rozložení mechanických sil. Podložky jsou pomocí rázové utahovačky fixovány kování do fixačních násad a doplněny prokládacími dřevěnými hranoly. Pražce jsou automaticky stohovány. (LOPATA, mistr výroby [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 4. 2. 2024)

## 8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO SYSTÉMU

Abychom mohli efektivně využít metodu Spaghetti diagramu, je nezbytné nejprve vytvořit detailní plán výrobního pracoviště, ať už se jedná o celou halu nebo specifickou oblast. Tento plán slouží jako základní podklad pro vizualizaci materiálového toku a identifikaci oblastí s potenciálem pro optimalizaci.

### 8.1 Popis výrobního layoutu

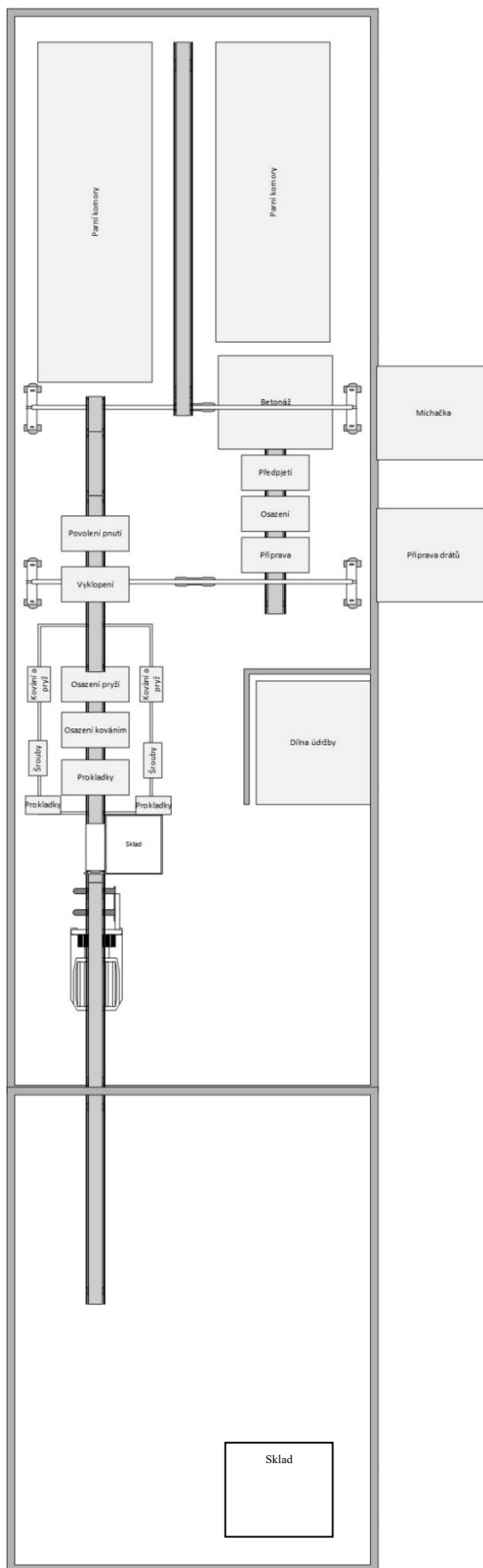
Nejnovější hala podniku ŽPSV s. r. o., uvedená do provozu v roce 2018, představuje první automatizovanou linku s nejvyšší denní kapacitou produkce. Díky vysoké míře automatizace nevyžaduje extenzivní pracovní sílu.

Výrobní layout haly B91T je koncipován jako jedna dlouhá lineární linka. Hlavními komponenty jsou motorizované dopravníky, jeřáby a jednotlivé stroje. Cyklus výroby pražců začíná a končí vyklopením formy. Otočný jeřáb vyjme hotové pražce a formu přesune zpět na začátek linky. Následně probíhá automatické čištění formy a její pokračování v cyklu.

Dráty a beton jsou do haly dopravovány z vnějšku budovy, kde jim je dedikovaná přístavba. Beton z míchačky haly B91T zásobuje celý podnik a je dopravován pomocí motorizovaného vozíku pod zastřešeným mostem.

Součástí haly je i dílna údržby, kde byl pilotně zaveden nástroj 5S pro udržení pořádku a efektivity. V současnosti probíhá snaha o trvalé udržování těchto standardů.

Podrobné schéma výrobního layoutu haly B91T je přiloženo v příloze. (LOPATA, mistr výroby [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 16. 1. 2024)



Obrázek 2 Zdroj: Autor

## 8.2 Zavedené nástroje štíhlé výroby

### Kaizen



Obrázek 3 Zdroj: Autor

Podnik zjevně dosáhl značného pokroku v zavádění principů Kaizen, štíhlé výroby, s aktivním zapojením zaměstnanců. Implementace Kaizen se zdá být velmi úspěšná, s následujícími klíčovými poznatky:

- Vysoká míra zapojení: Aktivní účast 90 % nápadů naznačuje silné zapojení zaměstnanců do procesu Kaizen. To je klíčový faktor pro dosažení trvalého zlepšování.
- Vysoká míra úspěšnosti: Průměrná míra implementace 90 % ukazuje, že navrhované nápady Kaizen jsou relevantní a realizovatelné. To svědčí o efektivním procesu hodnocení a výběru nápadů.
- Vysoká frekvence nápadů: 20 zlepšovacích návrhů měsíčně naznačuje dynamické a inovativní prostředí, kde se neustále hledají a implementují nové cesty ke zlepšení.

Aktivita mistrů výroby a předáků výrobních linek jakožto nejvíce aktivních účastníků ukazuje na důležitost jejich role v procesu Kaizen. Jejich zkušenosti a znalosti z terénu jsou neocenitelné pro identifikaci oblastí pro zlepšení a implementaci navrhovaných změn.



5S

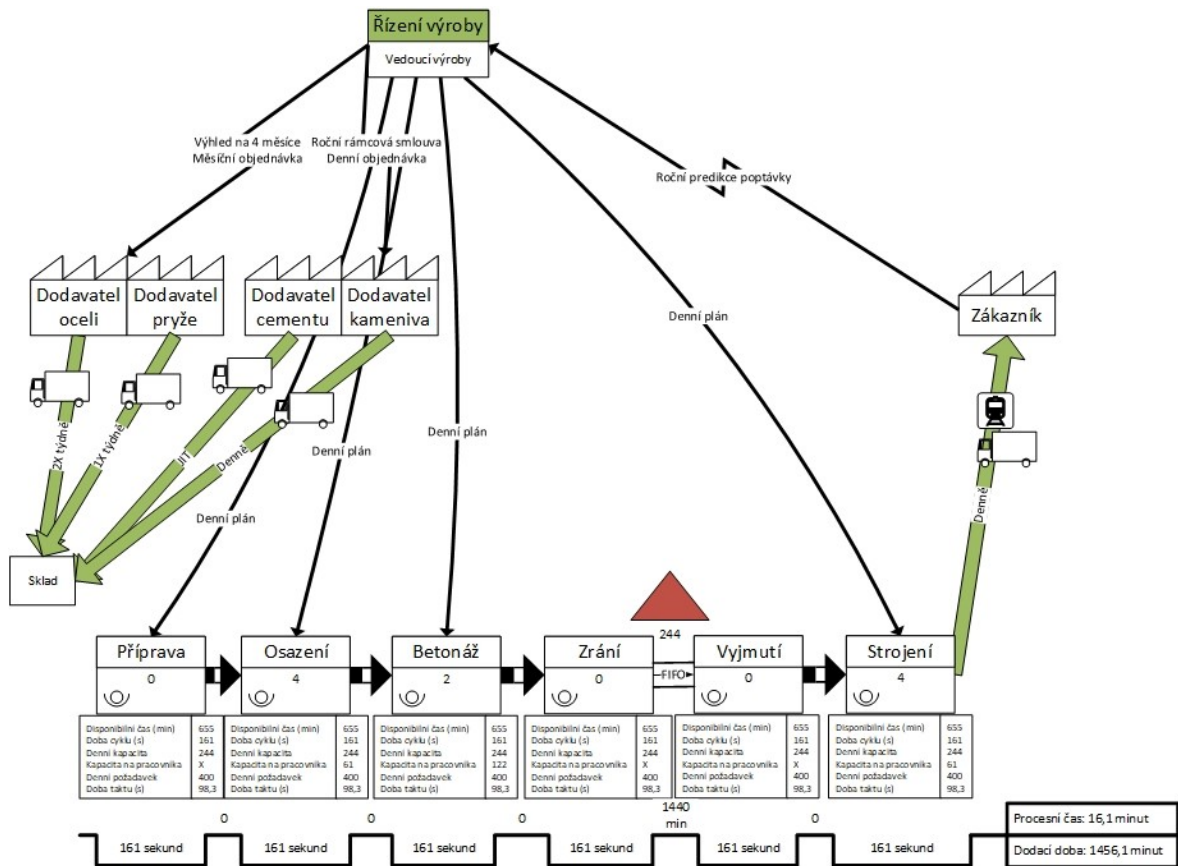
Obrázek 4 Zdroj: Autor

Společnost se před nedávnem pustila do dalšího kroku na cestě k štihlejší výrobě – pilotní implementace metodiky 5S. Výsledky jsou slibné a přispívají k celkovému zlepšení produktivity a firemní kultury.

Prvním krokem bylo zbavení pracoviště všech nepotřebných předmětů, které se tam časem nahromadily. Tento krok uvolnil cenný prostor a zbavil zaměstnance zbytečných překážek. Následně byly pro všechny důležité nástroje a materiály vytvořeny vyhrazené zóny. Díky tomu se nyní vše nachází na svém místě, což šetří čas a minimalizuje frustraci z hledání.

Implementace 5S není ovšem jednorázovou záležitostí. Aby si tyto pozitivní změny udržely trvalý efekt, probíhají na pracovišti pravidelné audity. Tyto kontroly odhalují případné odchylky od zavedených standardů a umožňují jejich včasnou nápravu. Zápisy z auditů putují do německé centrály, kde slouží nejen k posouzení zdejšího pokroku, ale také k případné výměně zkušeností a osvědčených postupů napříč celou společností.

### 8.3 Analýza současného stavu pomocí VSM



Obrázek 5 Zdroj: Autor

#### 8.3.1 Dostupný čas

Z dvanácti hodinové směny činí dostupný čas 10 hodin a 55 minut. Přestávky jsou rozvrženy následovně.

	Začátek	Konec
Protihluková přestávka	8:00	8:15
Obědová pauza	10:30	11:00
Protihluková přestávka	13:30	13:40
Protihluková přestávka	16:00	16:15

Tabulka 1


### 8.3.2 Výběr zkoumané produktové rodiny a oblasti výzkumu

Pro mou práci jsem zvolil analýzu výroby pomocí VSM ve výrobní hale B91T v Uherském Ostrohu. Zkoumanou produktovou rodinou je typový pražec B91 ve variantách B91 T, B91 S/1 a B91 S/2.

### 8.3.3 Predikce poptávky

V režimu výroby dle predikce poptávky na rok 2024 byl vypočten denní požadavek zákazníka na typové pražce B91 na 400 forem denně, což znamená 1600 pražců denně. Jedná se o téměř dvojnásobek aktuální produkce. (Novotný, hlavní nákupčí [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 10. 2. 2024)

### 8.3.4 Požadavek zákazníka

<b>Osazení</b>	
4	
	
Disponibilní čas (min)	655
Doba cyklu (s)	161
Denní kapacita	244
Kapacita na pracovníka	61
Denní požadavek	400
Doba taktu (s)	98,3

Obrázek 6 Zdroj: Autor

Podle analýzy obchodního oddělení je denní zákaznický požadavek v době výroby dle predikce poptávky 400 forem (cyklů) za dvanáctihodinovou směnu. Současná kapacita produkce je 244 forem za směnu. Porovnání taktu a cyklu odhaluje kritický kapacitní nedostatek.

Porovnání taktu a cyklu:

$$\frac{Takt(s)}{Cyklus(s)} = \frac{98,3}{161} = 0,61$$

Z podílu taktu a cyklu vyplývá, že takt je roven 6/10 výrobního cyklu. Je nezbytné zvýšit kapacitu produkce za směnu, aby se zabránilo ztrátám zisku. Kapacita na pracovníka je také velmi nízká.

Kapacita na pracovníka je také velmi nízká.

### 8.3.5 Identifikace operací

#### Příprava- Čas cyklu: 2,5 minuty

Čištění formy	VA
Lubrikace formy	VA
Stříh a dávkování drátu	VA

Tabulka 2

#### Osazení- Čas cyklu: 2,5 minuty

Vložení a fixace péra	VA
Fixace drátů	VA
Upevnění třmínků	VA
Navlečení spirál	VA
Napnutí drátu	VA

Tabulka 3

#### Betonování- Čas cyklu: 2,5 minuty

Betonáž	VA
---------	----

Tabulka 4

#### Zrání- Čas cyklu: 2,5 minuty

Zrání	VA
-------	----

Tabulka 5

#### Povolení- Čas cyklu: 2,5 minuty

Povolení koncových desek	VA
Povolení drátů	VA
Odstranění z formy	VA

Tabulka 6

#### Strojení- Čas cyklu: 2,5 minuty

Osazení podložkami a kováním	VA
Utažení	VA
Uspořádání pružného kotvení	NVA
Chůze pro šrouby	NVA
Lubrikace šroubů	VA
Odlepování podložek	NVA
Položení prokladových hranolů	VA
Stohování	VA

Tabulka 7

Analyzovaná mapa toku hodnot zobrazuje synchronizovaný tok materiálu bez vytváření zásob mezi operacemi. Jedinou výjimkou je nutná 24hodinová doba zrání betonu v komorách, která je diktována legislativními požadavky.

Proces se skládá ze 6 na sebe navazujících kroků, z nichž 3 jsou manuální a 3 plně automatizované. Nejvyšší počet dělníků je potřeba pro osazení a strojení pražců, což představuje manuální, avšak nekvalifikovanou práci s obsluhou dávkovače betonu.

Doba taktu je shodná pro všechny operace z důvodu identického cyklu a nemožnosti vynechat žádný krok. Celkový čas dodání produktu se skládá z doby zrání a součtu časů jednotlivých procesů. V případě poruchy v libovolném bodě dochází k zastavení celého výrobního procesu.

### 8.3.6 Lead time


Výpočet průběžného času výroby:

$$\text{Lead time} = 6 * \text{cycletime} + 1440\text{min} = 1456,1 \text{ minut}$$

### 8.3.7 Výrobní dávka

Velikost výrobní dávky je dána kapacitou jedné formy. Jedná se o určitý typ One-piece flow ve výrobě. V tomto případě je velikost dávky 4 kusy pražců.

### 8.3.8 Identifikace úzkého místa

Vyjmutí	
0	
	
Disponibilní čas (min)	655
Doba cyklu (s)	161
Denní kapacita	244
Kapacita na pracovníka	X
Denní požadavek	400
Doba taktu (s)	98,3

Obrázek 7 Zdroj: Autor

V rámci analýzy systému jsem na základě rozhovoru s mistrem haly identifikoval jako první úzké místo proces vyjmutí z formy. Toto technologické úzké místo se nachází v operaci povolení pnutí, kde je nutné postupně uvolňovat enormní síly v pražci. Z důvodu specifického postupu je k dispozici pouze jedno odtahovací hydraulické zařízení na každé straně formy, čímž je nutné provést odtažení pražce celkem čtyřikrát na každé straně.

Druhým úzkým místem v systému se jeví zrací komora. Kapacita této komory omezuje maximální denní objem produkce a představuje tak další překážku v plynulém průběhu výrobního procesu.

Důkladná analýza těchto úzkých míst je nezbytná pro nalezení efektivních řešení, která povedou k optimalizaci celého systému a zvýšení jeho produktivity.

Výpočet času cyklu úzkého místa:

$$\text{Čas cyklu úzkého místa} = 4 * 40,25 \text{ s} = 161 \text{ sekund}$$

### 8.3.9 Výběr dodavatele

Společnost ŽPSV s.r.o. se zabývá výrobou betonových pražců pro železniční tratě. V tomto dokumentu se zaměříme na proces nákupu surovin a komponent nezbytných pro výrobu.

Suroviny

ŽPSV s.r.o. odebírá ocelové prvky od 5 různých dodavatelů. Legislativa klade na typ oceli minimální nároky, takže stačí, pokud splňuje požadované papírové specifikace. To umožňuje snadnou volbu a rychlou změnu dodavatele. Naproti tomu změna dodavatele cementu, kameniva a plastifikátorů je podstatně složitější.

Zavedení nového druhu základních surovin pro výrobu betonu vyžaduje nejprve výrobu testovacích prážců, které se 2 roky vystavují venkovnímu prostředí. Následně probíhají důkladné kvalitativní testy, zahrnující kontrolu pevnosti v tlaku a tahu, povrchové zkoušky, zkoušky chemické odolnosti a další. Také v tomto případě není možné odebírat suroviny od více dodavatelů současně.

Z výše uvedených důvodů se ŽPSV s.r.o. snaží udržovat co nejlepší vztahy se současným dodavatelem, který se obvykle nachází v blízkosti podniku, čímž se minimalizují náklady na dopravu. Průměrně do podniku denně dorazí 17 kamionů s materiálem: 2 s cementem, 9 s kamenivem a 5 s pískem.

Z kapacitních důvodů je nutné objednávat cement systémem Just In Time. V případě plného zásobníku by nebylo kam cement uskladnit. Písek a kamenivo lze provizorně uskladnit v dedikovaném prostoru na venkovní ploše areálu podniku.

#### Komponenty

Dalším důležitým faktorem nákupu jsou vnitřní komponenty pražce, jako jsou dráty, vložky, spirály a třmínky. Tyto položky se dle predikce poptávky objednávají v režimu výroby jednou za čtyři měsíce.

Posledním druhem objednávaného zboží je strojení prážců, které zahrnuje gumovou podložku a ocelové prvky pro upevnění kolejnic. Dodavateli zasíláme výhled odběru jednou za čtyři měsíce a objednáváme jednou měsíčně. Frekvence dodávek je jeden kamion strojení týdně. (Kuřina, vedoucí skladu [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 11. 2. 2024)

#### **8.3.10 Zákazníci**

Hlavními odběrateli produkce podniku jsou subdodavatelé Správy železnic, kteří zajišťují stavbu nebo rekonstrukci železniční infrastruktury. Dalšími odběrateli jsou krajské dopravní podniky, které produkci využívají pro budování městské infrastruktury, jako jsou koleje pro tramvaje. Z důvodu vysokých přepravních nákladů směřuje pouze malá část produkce do zahraničí. (Novotný, hlavní nákupčí [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 10. 2. 2024)

#### **8.3.11 Přeprava**

Podnik pro přepravu prážců dává přednost službám ČD Cargo, a to z důvodu nejnižších přepravních cen. V areálu podniku se nachází kolejová vlečka, která je obsluhována pojízdným ramenovým jeřábem. Betonové prefabrikáty jsou obvykle přepravovány nákladní

automobilovou dopravou. Pro interní logistiku podnik využívá flotilu vysokozdvížných vozíků s vysokou nosností. Beton je z hlavní míchačky do ostatních hal přepravován motorizovaným vozíkem krytým mostem. (Kuřina, vedoucí skladu [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 11. 2. 2024)

### 8.3.12 Skladování

Většina skladovacích prostor hotové produkce se nachází venku v areálu podniku. Toto umístění je umožněno díky povaze výrobků, které krátkodobě nepoškozují venkovní vlivy. Největší objem skladované produkce tvoří železniční pražce. Prefabrikáty se oproti tomu vyrábějí převážně na zakázku, a proto vykazují na skladovací ploše vyšší obrátkovost.

Také většina skladovaného materiálu se nachází venku. Pouze menší množství materiálu určeného pro doplnění ve výrobě je skladováno v halách. Jedinou výjimkou jsou plastové zátky drátů formy, které se skladují uvnitř z důvodu papírového přepravního obalu. (Kuřina, vedoucí skladu [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 11. 2. 2024)

### 8.3.13 Predikce poptávky

Podnik ŽPSV s. r. o. spoléhá na predikci poptávky po pražcích odvozenou z plánovaných investic do infrastruktury, dle dokumentu vydávaného ministerstvem průmyslu, který stanovuje rozpočet na investice pro následující kalendářní rok.

Proces predikce zahrnuje shromáždění dat o minulých a budoucích investicích do infrastruktury v relevantním časovém horizontu. Tato data zahrnují informace o materiálových potřebách stavebních projektů. Následně se tato data porovnají s daty o poptávce po pražcích v daném období, která zahrnují objem objednaných a dodaných pražců, jejich typ a cílovou destinaci.

Shromážděná data se analyzují regresní analýzou, která kvantifikuje vztah mezi investicemi do infrastruktury a poptávkou po pražcích. Analýza zohledňuje i další faktory ovlivňující poptávku, jako je stav železniční infrastruktury, ceny pražců a konkurenceschopnost trhu.

Výsledky regresní analýzy slouží k vytvoření modelu pro predikci budoucí poptávky po pražcích v závislosti na plánovaných investicích. Model je průběžně aktualizován o nová data pro zachování jeho výpovědní hodnoty.

Je nutné podotknout, že se jedná o zjednodušené shrnutí predikačního procesu. V praxi by bylo nutné zohlednit i další faktory a provést detailnější analýzu dat pro dosažení co



nejpřesnější predikce. (Novotný, hlavní nákupčí [ústní sdělení]. Uherský Ostroh, 10. 2. 2024)

#### 8.4 Analýza pohybu dělníků (Spaghetti diagram)



Obrázek 8 Zdroj: Autor

##### Výběr zkoumané oblasti

Na základě pozorování pohybů dělníků jsem pro analýzu Spaghetti diagramem zvolil pracoviště procesu strojení. V něm jsem pozoroval operátora, který má za úkol lubrikovat šrouby a provádět jejich předběžné dotažení. Tento operátor se nachází na obou stranách linky. Jejich pohyby jsou totožné.

##### Analýza

Analýza Spaghetti diagramu ukázala, že se dělník během práce pohybuje převážně v rámci svého pracoviště. Jedinou výjimkou jsou opakované cesty ke stolu se šrouby. Dělník tam šrouby nejen odebírá, ale musí je také lubrikovat speciálním přípravkem. To mu zabírá značný čas a zbytečně ho to vyčerpává.

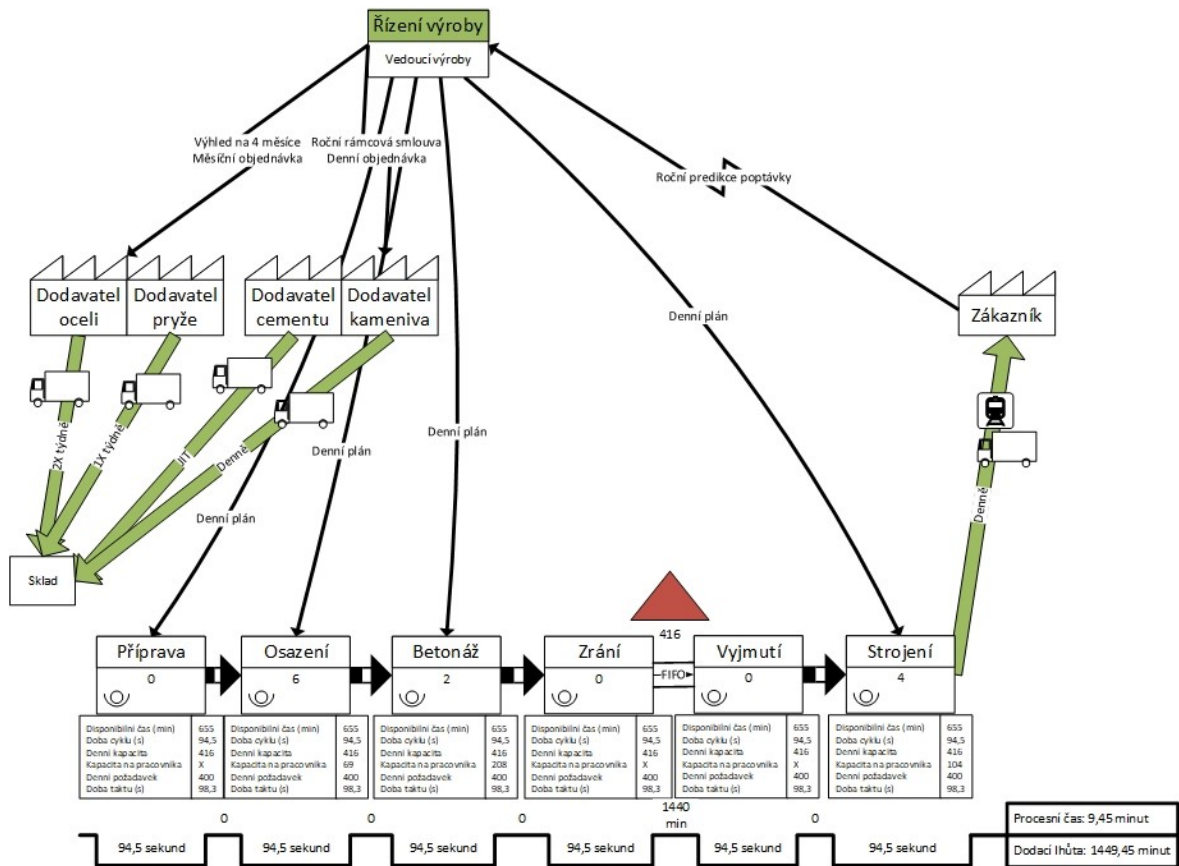
Kování a pryžové komponenty jsou naopak umístěny optimálně v dosahu dělníka, takže se pro ně nemusí nijak zvlášť zvedat ani přemísťovat. U žádného jiného procesu v provozu se použití Spaghetti diagramu neukázalo jako vhodné, jelikož obsluha strojů a zařízení nemění svá stanoviště.

#### Závěr analýzy

U operace strojení šrouby dochází ke kritickému plýtvání nadbytečným pohybem personálu. Mělo by být doporučeno zavedení opravného opatření.

## 9 NÁVRHOVÁ ČÁST

### 9.1 Budoucí stav mapy toku hodnot č. 1



Obrázek 9 Zdroj: Autor

Prvním navrženým zlepšením je investice do nové technologie. Konkrétně u úzkého místa systému, kterým je proces vyjmutí z formy. Je navrženo dokoupení jedné sady pneumatických odtahovacích přístrojů, které dokáží snížit čas cyklu této operace o 50 %. Z technologického hlediska nejde odtahování urychlit, jelikož je nutné obrovskou sílu způsobenou předpjetím postupně do pražce pomalu uvolnit. Do budoucna by byla možnost dokoupit ještě dvě sady. To by vedlo ke snížení času cyklu o 75 % oproti původnímu stavu. To by ale mělo za následek potřebu drasticky rozšířit kapacitu komor, ve kterých zrají pražce.

$$\text{Počet komor potřebných při zvýšení výkonu o 75 \%} = \frac{244 * 4}{8 * 4} = 30,5 \text{ komor}$$

Z této rovnice vyplývá, že abychom mohli zvýšit produkci o 75 %, museli bychom postavit 18 nových komor o stejné kapacitě.

Výpočet maximálního průtoku parními komorami za dvanáctihodinovou směnu:

$Průtok = kapacita\ komor$


$Průtok = 13 * 4 = 416\ forem$

$416\ forem = 1\ 664\ pražců$

Tato rovnost platí z důvodu jednosměnného dvanáctihodinového provozu. V moment, když začíná směna, je v pomyslné frontě již 50 % kapacity s dokončeným zráním. První ve frontě je v komoře už 12 hodin. Za dvanáctihodinovou směnu tyto první formy doputují na konec fronty, kde je dokončen proces jejich produkce. Tímto směna končí.

V první fázi tuto operaci záměrně zpomalíme o 10 %, abychom nepřesytily parní komory, ve kterých probíhá zrání. Zrychlíme tedy tento proces o 40 procent, což nám umožní optimálně využít kapacitu komor. Také zvýšíme počet dělníků obsluhující proces strojení. Se stanicí, kde se skladují šrouby pohybovat v tomto kroku nemusíme, protože ji budou obsluhovat dva noví dělníci.

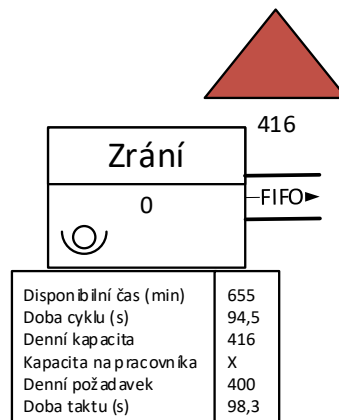
Analýza procesu osazení pražců strojením

<b>Strojení</b>	
6	
	
Disponibilní čas (min)	655
Doba cyklu (s)	94,5
Denní kapacita	416
Kapacita na pracovníka	69,3
Denní požadavek	400
Doba taktu (s)	98,3

Obrázek 10 Zdroj: Autor

Porovnání cyklu a taktu ukazuje, že se oba parametry blíží požadované hodnotě, ale stále existuje prostor pro zlepšení. Aby proces stíhal cyklu výroby, byl na pracoviště přidán další personál. V současné době se na procesu podílí šest dělníků s následovným

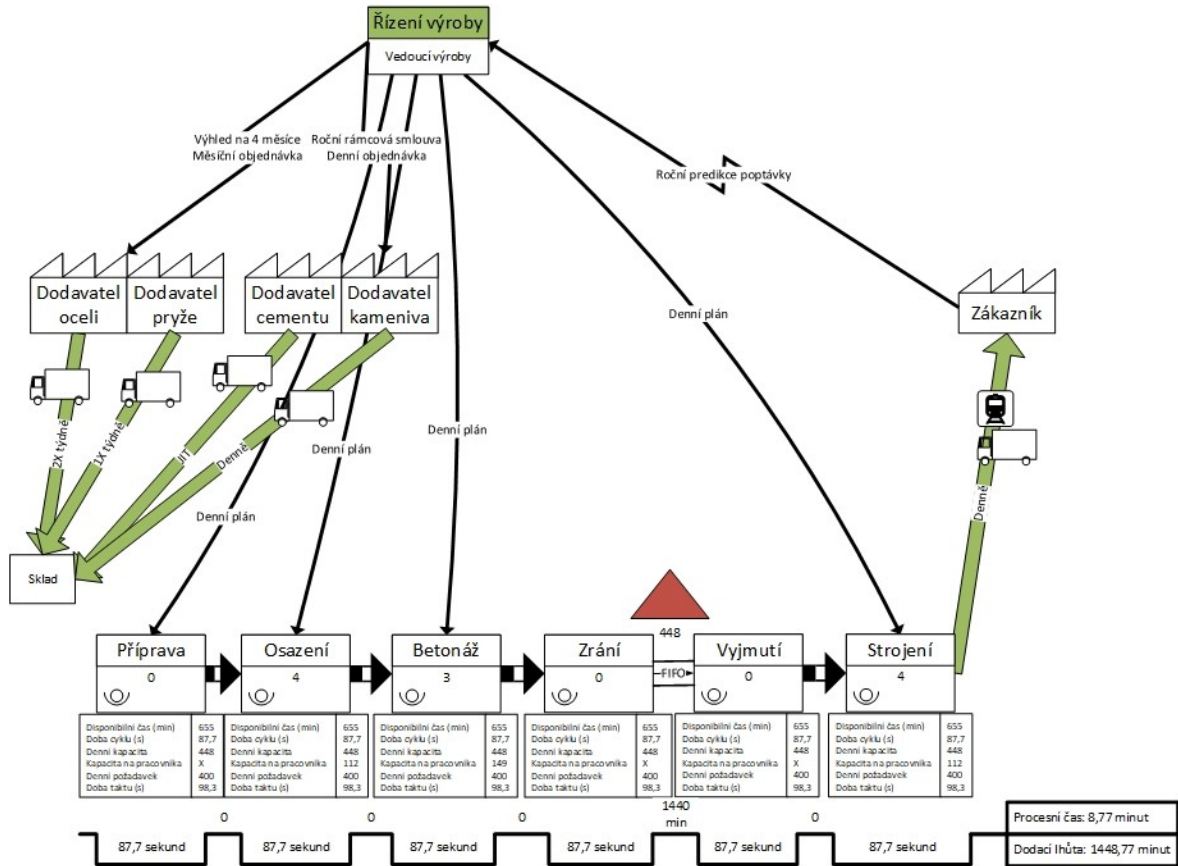
rozdělením úkolů, dva dělníci pokládají podložky a pružné kotvení, dva dělníci lubrikují a provádí předběžné utahování a dva dělníci pokládají prokládací hranoly.



Obrázek 11 Zdroj: Autor

Dalším úzkým místem se stává zrání. Kapacita komor je zcela obsazena. Nezbývá nic jiného než kapacitu rozšířit.

### 9.2 Budoucí stav mapy toku hodnot č. 2




Obrázek 12 Zdroj: Autor

Dalším krokem v rámci implementace navrhovaných zlepšení bude navýšení kapacity parních komor, ve kterých zrají pražce. Plánováno je rozšíření o jednu komoru, čímž se jejich počet zvýší na 14. Kapacita každé komory se nezmění a i nadále bude čítat 32 pozic pro formy. Celková kapacita parních komor se tak po tomto rozšíření zvedne na 448 forem.


Maximální průtok za 12 hodin bude v tomto případě totožný s celkovou kapacitou, tedy 448 forem. Během jedné směny tak bude možné zpracovat maximálně 448 forem.

Toto navýšení kapacity parních komor povede k plynulejšímu průběhu procesu a umožní efektivnější využití forem.

Analýza procesu osazení pražců strojením

Vyjmutí	
0	
	
Disponibilní čas (min)	655
Doba cyklu (s)	161
Denní kapacita	244
Kapacita na pracovніка	X
Denní požadavek	400
Doba taktu (s)	98,3


Obrázek 13 Zdroj: Autor

Vyjmutí	
0	
	
Disponibilní čas (min)	655
Doba cyklu (s)	87,7
Denní kapacita	448
Kapacita na pracovніка	X
Denní požadavek	400
Doba taktu (s)	98,3

Obrázek 14 Zdroj: Autor

Průtok u operace odtahování bude po implementaci navrhovaných změn zvýšen téměř na teoretické maximum, avšak bez jeho překročení. To představuje nárůst o 50 % oproti původnímu stavu. Díky tomuto kroku bude eliminováno úzké místo v podobě kapacity komor, které proces omezovalo v minulosti.

Kromě výše uvedeného se navrhuje investovat do automatického podavače šroubů. Tento podavač bude umístěn vedle příslušného dělníka a jeho úkolem bude přibližovat šrouby do ergonomické polohy, ze které je dělník bez zbytečného pohybu odebere. Implementace automatického podavače šroubů povede k dalšímu zefektivnění procesu a snížení fyzické námahy dělníka.

Strojení	
4	
	
Disponibilní čas (min)	655
Doba cyklu (s)	87,7
Denní kapacita	448
Kapacita na pracovníka	112
Denní požadavek	400
Doba taktu (s)	98,3

Obrázek 15 Zdroj: Autor

Díky těmto změnám bude možné opětovně snížit počet pracovníků obsluhy procesu strojení na čtyři. Důvodem je značné zefektivnění celého procesu. Dva operátoři budou zodpovědní za skládání podložek a kování na pražce, zatímco zbývající dva se zaměří na dotahování šroubů a pokládání prokládacích dřevěných hranolů.

### 9.3 Další konkrétní identifikovaná místa s prostorem pro zlepšení

Nahrazení spodní bedny podstavcem



Obrázek 16 Zdroj: Autor



Na fotografii můžeme pozorovat mezisklad materiálu, konkrétně šroubů. Šrouby jsou uloženy ve dvou kovových bednách, přičemž spodní bedna slouží jako podstavec pro horní. Toto uspořádání, ač na první pohled praktické, skrývá rizika plýtvání a ergonomických problémů.

Držení nadbytečných zásob šroubů v meziskladu může vést k nadměrnému kapitálovému zatížení, zastarání zásob, poškození materiálu a ztrátě přehledu. To vše se promítá do neefektivního využití zdrojů a zbytečných nákladů.

Pro optimalizaci skladování a manipulace se šrouby lze implementovat alternativní řešení, která eliminují plýtvání a zlepšují ergonomii. Je navržena investice do automatického podavače šroubů, která by vyřešila problém s nadbytečným pohybem obsluhy procesu strojení a také by omezila nadbytečné zásoby.

Zamezení lepení pryžových podložek

Obrázek 17 Zdroj: Autor

V dílně dochází k neefektivnímu vynakládání času a energie dělníků kvůli dvěma hlavním faktorům. Prvním je nutnost zdržovat se s podložkami. Ty bývají dodávány slepené, což vyžaduje od dělníků značnou sílu k jejich odlepení, zejména v tlustých rukavicích. Toto zdržování vede k frustraci a zraněním, snižuje produktivitu a celkovou efektivitu.

Řešení spočívá v diskusi s dodavatelem o alternativních způsobech balení, které by eliminovaly nutnost odlepování. Ideálně by mohlo jít o neslepené podložky nebo ty dodávané v rozkládacích krabičkách, které by dělníci snadno otevřeli i v rukavicích. Implementace takových balení by vedla k úspoře času a snížení frustrace.

Druhým faktorem je nedostatek odkládacího prostoru. Kvůli nucenému tempu práce na lince nemohou dělníci odložit své osobní věci, jako jsou bundy, batohy nebo svačiny. To vede k nepořádku, ztrátám a celkovému nepohodlí.

Pro zlepšení situace je nutné zřídit v blízkosti pracoviště vyhrazený prostor pro odkládání osobních věcí. Pro ještě větší komfort a bezpečnost by mohly být instalovány uzamykatelné skříňky. Vytvoření odkládacího prostoru zlepší organizaci práce a celkovou pohodu na pracovišti.

Implementace těchto opatření povede ke zvýšení produktivity díky zkrácení doby nezbytné pro přípravu práce a eliminaci zdržování s hledáním a odkládáním osobních věcí. Zjednodušení manipulace s podložkami a možnost odložit si osobní věci přispějí k pohodlí a snížení únavy dělníků, což se projeví v nižší míře frustrace a zranění. Pořádek a dostupnost odkládacího prostoru celkově zlepší pracovní prostředí.

Neuspořádaná dodávka komponentů brzdí práci

Dodávka komponentů pružného kotvení kolejnic v neuspořádaném stavu v dřevěných paletách představuje překážku pro plynulý chod práce. Pracovníci na stanovišti ztrácejí čas rozplétáním komponentů, čímž se snižuje jejich efektivita.



Obrázek 18 Zdroj: Autor

1. Spolupráce s dodavatelem:

Toto řešení je investičně méně náročné a spočívá v dohodě s dodavatelem o dodávání komponentů v uspořádaných boxech. Dodavatel by mohl komponenty rozdělit do menších a přehlednějších sekcí, čímž by se usnadnila manipulace a zrychlil proces. Implementace tohoto řešení by vedla ke zlepšení ergonomie práce a snížení únavy dělníků.

2. Investice do specializovaného zařízení:

Druhým řešením je investice do specializovaného zařízení, které by komponenty podávalo v kusech v ergonomickém dosahu. Toto řešení by zefektivnilo proces ještě více než spolupráce s dodavatelem a vedlo by k výraznému nárůstu produktivity. Jelikož se jedná o specializované zařízení na míru, není možné v tuto chvíli s jistotou stanovit výši investice. Pokud by se firma rozhodla pro tuto variantu, prvním krokem by bylo rozeslání poptávky specializovaným firmám, porovnání nabídek a provedení analýzy návratnosti investice.

Spolupráce s dodavatelem představuje méně náročné a dostupnější řešení, které může vést k viditelnému zlepšení. Investice do specializovaného zařízení je naproti tomu komplexnější a nákladnější, ale nabízí nejvyšší potenciál pro zefektivnění procesu a zvýšení produktivity.

### **Zavedení 5S do haly B03**



Obrázek 19 Zdroj: Autor

Hala B03, zobrazená na fotografii, skýtá značný potenciál pro zefektivnění a optimalizaci pracovního prostředí zavedením principu 5S. Současný stav haly se vyznačuje neuspořádaností, znečištěním a nadměrným množstvím nepotřebných předmětů. Absence standardizovaných úložných míst pro materiál a nástroje vede k jejich nevhodnému umístění, například na zem, čímž se zkracuje jejich životnost a zvyšuje se riziko poškození. Navíc je patrné nesprávné skladování materiálu mimo vyhrazený prostor.

Implementace principu 5S, jehož pět pilířů tvoří Seiri (seřazení), Seiton (uspořádání), Seiso (vyčištění), Seiketsu (standardizace) a Shitsuke (udržování), může přinést řadu benefitů:

- Zvýšení efektivity a produktivity: Zavedení jasného systému ukládání a organizace materiálu a nástrojů povede k jejich snadnému nalezení a dostupnosti, čímž se zkrátí čas potřebný pro jejich vyhledávání a manipulaci. To povede k zefektivnění pracovních procesů a nárůstu produktivity.
- Snížení zmetkovitosti: Eliminace nepořádku a zavedení standardů pro úklid a údržbu pracoviště minimalizuje riziko poškození materiálu a nástrojů, čímž se snižuje pravděpodobnost vzniku vad a zmetků.
- Zlepšení bezpečnosti: Uspořádané a čisté pracovní prostředí snižuje riziko úrazů, jelikož se eliminují překážky a nebezpečné situace způsobené nepořádkem a nevhodně umístěným materiálem.
- Vytvoření příjemnějšího pracovního prostředí: Implementace principu 5S přispívá k vytvoření čistého, organizovaného a ergonomického pracovního prostředí, které má pozitivní vliv na psychiku a motivaci zaměstnanců.

## ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla provedena analýza problematiky implementace metod štíhlé výroby v podniku ŽPSV s.r.o., jehož hlavní činností je výroba předpjatých pražců. Cílem práce bylo provedení analýzy výrobního procesu s využitím nástroje Value Stream Mapping (VSM), identifikace oblastí vhodných pro aplikaci principů štíhlé výroby a návrh konkrétních zlepšovacích opatření.

Bylo zjištěno, že v polo-automatizované výrobní lince v hale B91T, která byla předmětem výzkumu, probíhá typ one-piece-flow. Jeden kus, čili výrobní dávka je jedna forma, ve které jsou čtyři pražce. Jedná se o kontinuální tok, ve kterém byly vyváženy časy cyklů jednotlivých operací. Díky tomuto typu toku materiálu bylo dosaženo efektivnějšího a plynulejšího průběhu výroby.

Na základě provedené analýzy VSM bylo zjištěno, že klíčovým úzkým místem výrobního procesu byla operace uvolňování pnutí, která je technologicky omezena a brzdí tak celý výrobní cyklus. Investicí do dalšího páru automatických povolovacích zařízení by bylo možné dosáhnout snížení času cyklu této operace o 50 %. Dalším identifikovaným problémem byla nedostatečná kapacita zrací komory, která po implementaci předešlého zlepšení limitovala průtok materiálu výrobou. Řešením této situace by byla investice do přístavby další zrací komory, která by umožnila konečné snížení celkového času cyklu o 50 %.

Kromě identifikace úzkých míst byla provedena analýza jednotlivých operací a jejich rozdělení na operace s přidanou hodnotou a operace bez přidané hodnoty. Na základě této analýzy byla navržena další zlepšovací opatření zaměřená na eliminaci neefektivních operací a minimalizaci nutnosti navyšování personálu. Mezi tato opatření patřila například investice do automatického podavače šroubů, která by eliminovala zbytečný pohyb obsluhy operace strojení.

Implementace navržených zlepšovacích opatření by vedla k výraznému zefektivnění výrobního procesu v podniku ŽPSV s.r.o. Snížení času cyklu by umožnilo zvýšení kapacity výroby a zkrácení dodacích lhůt. Eliminace neefektivních operací by vedla k snížení plýtvání a celkových nákladů.

Je nutné zdůraznit specifika výroby předpjatých pražců, která podléhá přísným normám. Implementace štíhlé výroby by musela probíhat s ohledem na tato specifika a v souladu s

platnými normami. Zároveň by bylo nutné brát v potaz závislost poptávky na investicích do železniční infrastruktury a omezené možnosti volby dodavatelů.

I přes tato omezení by mohla implementace metod štíhlé výroby v podniku ŽPSV s.r.o. přinést značné benefity. Díky zefektivnění výrobního procesu by se snížily náklady a zvýšila se konkurenceschopnost podniku na trhu. Zároveň by se zlepšily pracovní podmínky zaměstnanců a snížila se jejich fyzická zátěž. Implementace metod štíhlé výroby by tak mohla významně přispět k dlouhodobému rozvoji podniku ŽPSV s. r. o.

V rámci navazujícího výzkumu by se dalo zaměřit na detailnější analýzu jednotlivých operací a identifikaci dalších oblastí pro zlepšení. Dále by bylo možné provést simulaci výrobního procesu s implementovanými zlepšovacími opatřeními a kvantifikovat tak jejich očekávaný dopad. V neposlední řadě by se dalo zmapovat a analyzovat toky materiálů a informací ve výrobním procesu a navrhnout další zlepšení v této oblasti.


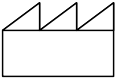






## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BERTAGNOLLI, Frank, 2020. *Lean Management Introduction and In-Depth Study of Japanese Management Philosophy*. Online. Wiesbaden: Springer. ISBN 978-3-658-36087-0. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-36087-0>.
2. BHASIN, Sanjay, 2015. *Lean Management Beyond Manufacturing A Holistic Approach*. Online. Londýn: Springer. ISBN 978-3-319-17409-9. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17410-5>.
3. DAVIM, J. Paulo, 2022. *Lean and Green Manufacturing*. Online. Singapur: Springer. ISBN 978-981-16-5551-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-5551-7>.
4. GROS, Ivan; BARANČÍK, Ivan a ČUJAN, Zdeněk, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: nakladatelství VŠCHT. ISBN 978-80-7080-952-5.
5. KEYTE, Beau a A. LOCHER, Drew, 2016. *The Complete Lean Enterprise*. Online. 2. vydání. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4822-0614-2.
6. K. LIKER, Jeffrey, 2004. *The Toyota Way 14 Management Principles from the World s Greatest Manufacturer*. Online. Madison: McGraw-Hill. ISBN 0-07-139231-9.
7. L. KING, Peter a S. KING, Jennifer, 2015. *VALUE STREAM MAPPING FOR THE PROCESS INDUSTRIES*. Online. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4822-4769-5.
8. MACHADO FAGUNDES DA SILVA, Tâmara; COSTA SANTOS, Luciano a FABIANA GOHR, Claudia, 2021. Exploring risks in lean production implementation: systematic literature review and classification framework. In: *International Journal of Lean Six Sigma*. Emerald Publishing Limited, s. 474-501. ISSN 2040-4166. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2020-0167>.
9. NICHOLAS, John, 2019. *Lean Production for Competitive Advantage A Comprehensive Guide to Lean Methods and Management Practices*. Online. 2. vydání. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-8088-9.

10. NIEMANN, Jörg; REICH, Benedikt a STÖHR, Carsten, 2024. *Lean Six Sigma Methods for Production Optimization*. Online. Düsseldorf: Springer. ISBN 978-3-662-68744-4.
11. PASCAL, Dennis, 2015. *LEAN PRODUCTION SIMPLIFIED*. Online. 3. vydání. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-0888-3.
12. PROTZMAN, Charles a KEEN, Dan, 2019. *The BASICS Lean Implementation Model*. Online. OXON: Routledge. ISBN 978-1-351-17272-1.
13. PROTZMAN, Charles; MCNAMARA, Joe a PROTZMAN, Dan, 2016. *One-Piece Flow vs. Batching*. Online. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-2695-5.
14. PROTZMAN, Charles; WHITON, Fred a PROTZMAN, Dan, 2019. *Implementing Lean Twice the Output with Half the Input!*. Online. New York: Productivity Press. ISBN 978-1-315-11885-7.
15. TSIGKAS, Alexander, 2022. *The Modern Lean Enterprise From Mass Customisation to Personalisation*. Online. 2. vydání. Berlin: Springer. ISBN 978-3-662-64476-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64476-8>.
16. VINODH, S., 2023. *Lean Manufacturing Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration*. Online. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-003-19033-2. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781003190332>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

TPS..	Toyota Production System
MIT..	Massachusetts Institute of Technology
DTF..	Demand Flow Technology
MRP..	Material Requirements Planning
WIP..	Work In Process
TPM..	Total Productive Maintenance
VSM..	Value Stream Mapping
OEE..	Overall Equipment Effectiveness
SMED..	Single Minute Exchange of Die
JiT..	Just in Time
FSM..	Future State Map
KPI..	Key Performance Indicators
s. r. o...	Společnost s ručením omezeným.
	Transport automobilovou nákladní dopravou
	Zákazník/Dodavatel
	Zásoby
	Transport vlakovou nákladní dopravou
	FIFO linka
	Tah

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Zdroj: ŽPSV s. r. o., 2023 .....	34
Obrázek 2 Zdroj: Autor.....	39
Obrázek 3 Zdroj: Autor.....	40
Obrázek 4 Zdroj: Autor.....	41
Obrázek 5 Zdroj: Autor.....	42
Obrázek 6 Zdroj: Autor.....	43
Obrázek 7 Zdroj: Autor.....	46
Obrázek 8 Zdroj: Autor.....	49
Obrázek 9 Zdroj: Autor.....	51
Obrázek 10 Zdroj: Autor.....	52
Obrázek 11 Zdroj: Autor.....	53
Obrázek 12 Zdroj: Autor.....	54
Obrázek 13 Zdroj: Autor.....	55
Obrázek 14 Zdroj: Autor.....	55
Obrázek 15 Zdroj: Autor.....	56
Obrázek 16 Zdroj: Autor.....	56
Obrázek 17 Zdroj: Autor.....	58
Obrázek 18 Zdroj: Autor.....	60
Obrázek 19 Zdroj: Autor.....	61

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 .....	42
Tabulka 2 .....	44
Tabulka 3 .....	44
Tabulka 4 .....	44
Tabulka 5 .....	44
Tabulka 6 .....	44
Tabulka 7 .....	45

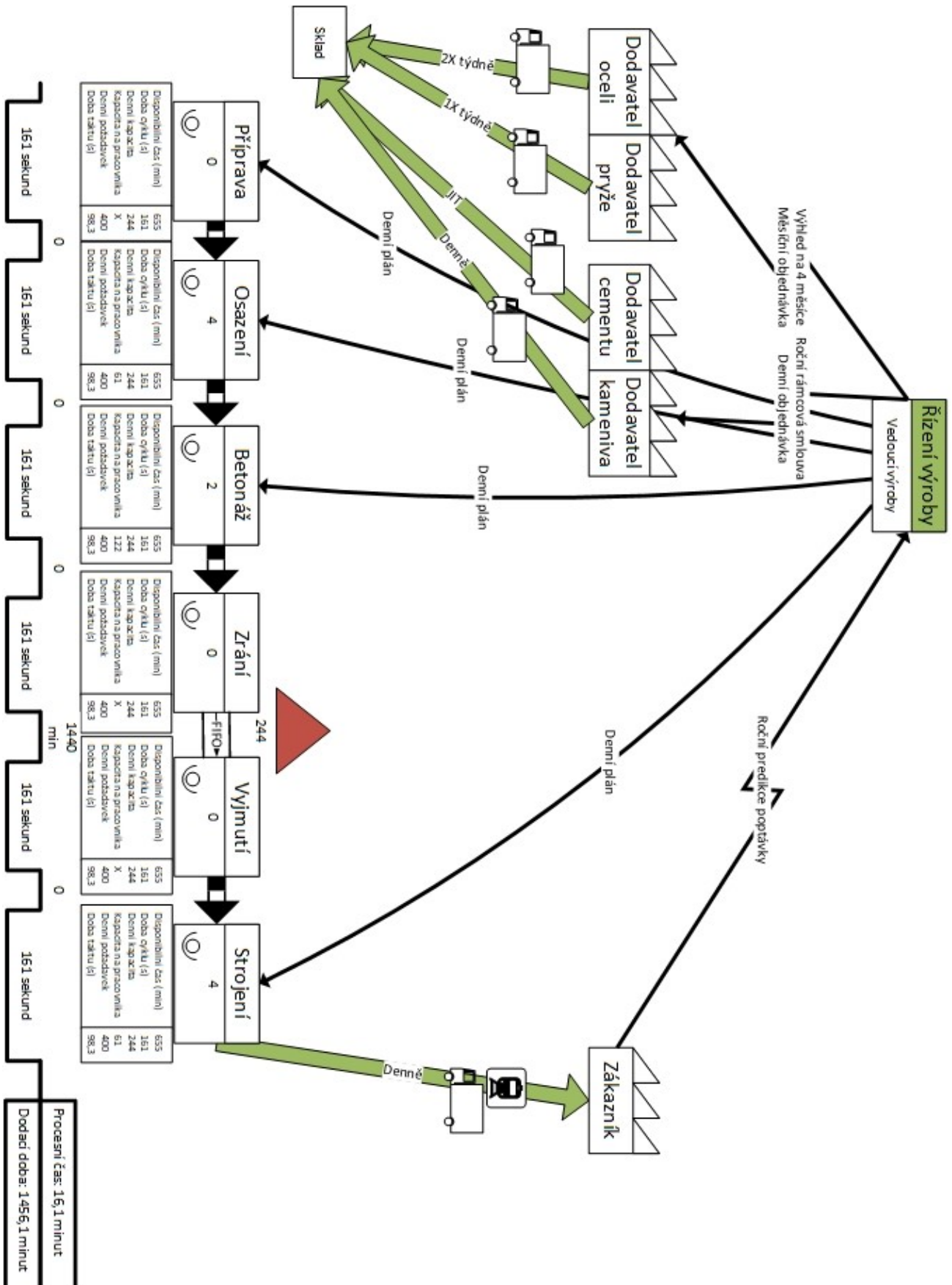
## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: VSM

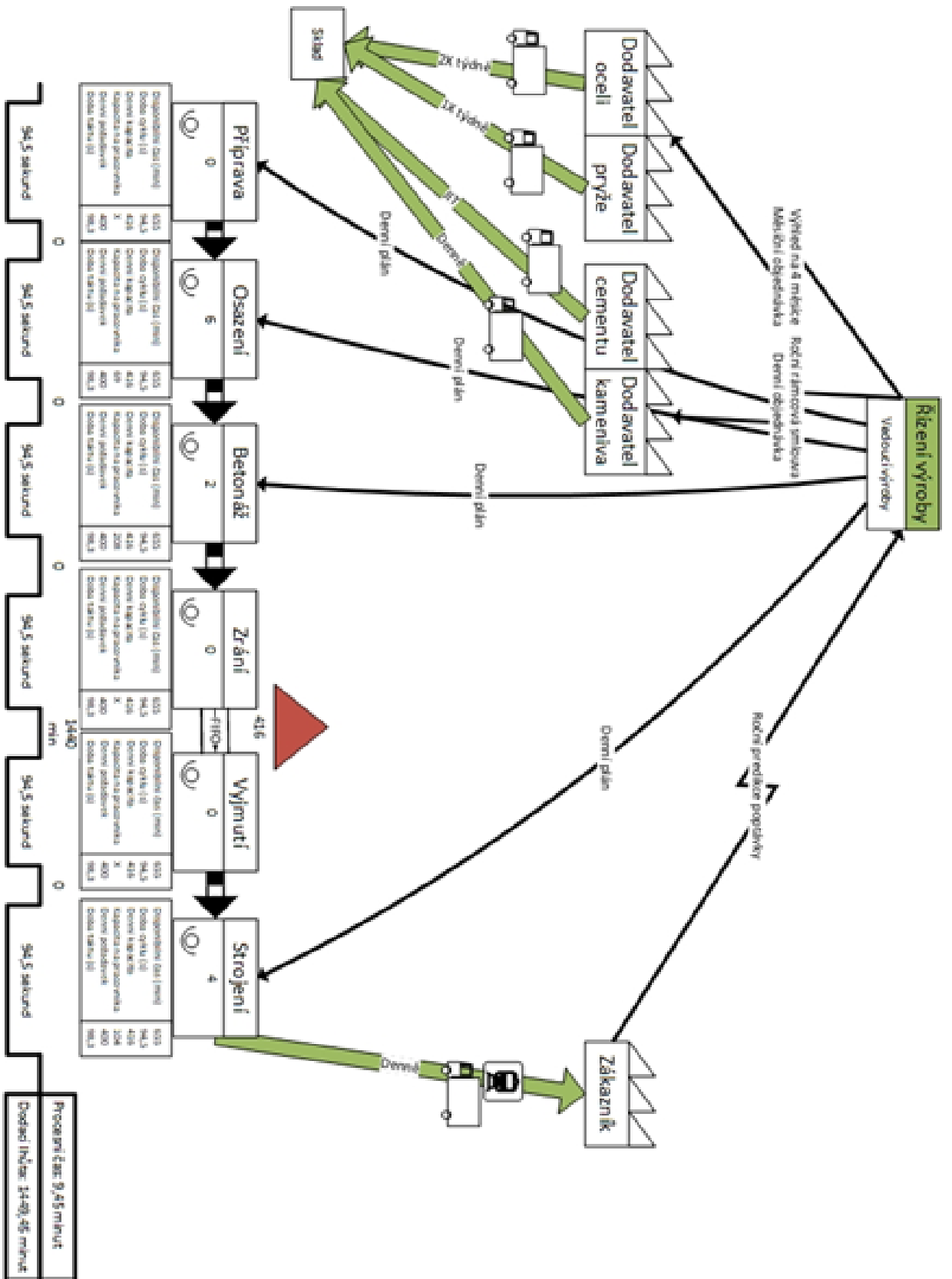
Příloha P II: Budoucí stav VSM 1

Příloha P III: Budoucí stav VSM 2

# PŘÍLOHA P I: VSM



# PŘÍLOHA P II: BUDOUCÍ STAV VSM 1





## PŘÍLOHA P II: BUDOUCÍ STAV VSM 2

