

# **Projekt zlepšení vybraného výrobního procesu ve společnosti Continental Barum s.r.o.**

Bc. Ján Vierik

---

Diplomová práce  
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ján Vierik**  
Osobní číslo: **M16578**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zlepšení vybraného výrobního procesu ve společnosti Continental Barum s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši na dané téma a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného výrobního procesu na vybraném strojním zařízení.
- Navrhnete opatření efektivnějšího zpracování a omezení vzniku vratných odpadů na vybraném strojním zařízení.
- Vypracujte projekt za účelem zvýšení produktivity strojního zařízení a proveďte závěrečné hodnocení.

### Závěr

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

Seznam odborné literatury:

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

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

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

**MONDEN, Yasuhiro. Toyota production system: an integrated approach to just-in-time. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, c2012, 520 s. ISBN 978-1-4398-2097-1.**

**TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Pivnička, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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,

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

Ve Zlíně 16.4.2018

Jméno a příjmení: JAV VIERIK .....



.....  
podpis diplomanta

## ABSTRAKT

Predmetom diplomovej práce je riešenie problematiky spojenej so súčasným výrobným procesom výroby. Cieľom práce je navrhnúť viacero možností ako zvýšiť produkciu na strojných zariadeniach pomocou nového riadenia spracovania vratného odpadu na linke. V teoretickej časti je popísané čo v sebe zahŕňa štíhla výroba, samotný výrobný proces a metódika DMAIC. Analytická časť zahŕňa predstavenie spoločnosti, sledovaného strojného zariadenia, meranie vplyvu vzniku vratného odpadu na produkciu a analýzu príčin vzniku vratného odpadu. V projektovej časti sú uvedené riešenia zvýšenia produktivity strojného zariadenia a obmedzenia vzniku vratného odpadu s konečným dôsledkom na výrobu polotovarov.

**Kľúčové slová:** vratný odpad, strojné zariadenie, DMAIC, produkcia, štíhla výroba, štandardizácia, úzke miesto, výroba, proces

## ABSTRACT

The subject of the diploma thesis is the solution of the issues associated with the current manufacturing process of the production of intermediate products in the rubber industry. The goal of the work is to propose several possibilities how to increase the production of the machinery with a new management of recycle waste on the production line. In the theoretical part is defined which in itself includes lean manufacturing, the actual manufacturing process and methodology of DMAIC. The analytical part includes the presentation of the company, the monitored machinery, the impact measurement of the production of recycled waste on the production and analysis of the causes of the formation of the waste. In the project part are solutions how to restrict the generation of the recyclable waste with the ultimate consequence for the manufacture of intermediate products.

**Keywords:**

recyclable waste, machinery, DMAIC, production, lean production, standardization, intermediate product, narrow place, production, process

Touto cestou sa chcem poďakovať za odbornú pomoc pri spracovaní diplomovej práce Ing. Michalovi Pivničkovi, Ph.D. za odborné vedenie, cenné pripomienky a rady pri spracovaní diplomovej práce.

Taktiež ďakujem spoločnosti Continental Barum s.r.o. za poskytnutie možnosti spracovania konkrétneho projektu v rámci praxe. Zároveň poďakovanie patrí odbornej pomoci a poskytnutia cenných informácií zamestnancovi oddelenia priemyselného inžinierstva a taktiež všetkým zúčastneným pracovníkom spoločnosti s ktorými som spolupracoval.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CIELE A METÓDY ZPRACOVANIA PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČASŤ</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝROBA</b> .....	<b>12</b>
1.1 VÝROBNÝ PROCES .....	12
1.2 VÝROBNÝ MANAGEMENT .....	13
1.2.1 Štruktúra riadenia výroby .....	13
1.2.2 Ciele výrobného managementu .....	14
1.3 PRODUKTIVITA VO VÝROBE.....	14
1.3.1 Zvyšovanie produktivity výroby .....	15
<b>2 ŠTÍHLA VÝROBA</b> .....	<b>16</b>
2.1 ŠTÍHLE PRACOVNÉ PROSTREDIE (5S) .....	17
2.2 PLYTVANIE VO VÝROBE (MUDA).....	18
2.3 NEROVNMERNÁ VÝROBA (MURA).....	21
2.4 PREŤAŽENIE VO VÝROBE (MURI) .....	21
2.5 MAPOVANIE HODNOTOVÉHO TOKU .....	22
2.6 SIX SIGMA .....	23
2.7 KAIZEN .....	24
2.7.1 Zlepšovacie návrhy Kaizen .....	24
2.8 TEÓRIA OBMEDZENÍ .....	25
2.9 ŠTANDARDIZÁCIA PRÁCE .....	26
<b>3 DMAIC</b> .....	<b>27</b>
3.1 DEFINE .....	27
3.2 MEASURE .....	28
3.3 ANALYZE .....	28
3.4 IMPROVE .....	29
3.5 CONTROL .....	29
<b>II PRAKTICKÁ ČASŤ</b> .....	<b>30</b>
<b>4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI</b> .....	<b>31</b>
4.1 VÍZIA SPOLOČNOSTI CONTINENTAL.....	31
4.2 POSLANIE SPOLOČNOSTI CONTINENTAL .....	32
4.3 ORGANIZAČNÁ ŠTRUKTÚRA SPOLOČNOSTI .....	33
<b>5 DEFINOVANIE PROJEKTU</b> .....	<b>34</b>
5.1 STROJNÉ ZARIADENIE DAM APEX.....	34
5.1.1 Popis výroby na strojnom zariadení .....	34
5.2 PROCESNÁ ANALÝZA .....	36
5.3 LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU .....	37
5.4 RIPRAN ANALÝZA PROJEKTU .....	38
5.5 SWOT ANALÝZA PROJEKTU .....	39
<b>6 MERANIE</b> .....	<b>41</b>

6.1	MNOŽSTVO VRATNÉHO ODPADU .....	42
6.2	ČASOVÁ ŠTÚDIA .....	44
6.3	ČASOVÉ STRATY SO SPRACOVANÍM VRATNÉHO ODPADU .....	46
<b>7</b>	<b>ANALÝZA DÁT .....</b>	<b>49</b>
7.1	PODIEL VRATNÉHO ODPADU NA ZARIADENIACH .....	49
7.2	PRÍČINY VZNIKU VRATNÉHO ODPADU .....	51
7.3	VPLYV ČASOVEJ STRATY NA PRODUKCIU POLOTOVAROV .....	53
<b>8</b>	<b>ZLEPŠOVANIE VÝROBNÉHO PROCESU .....</b>	<b>54</b>
8.1	NÁVRH NA NOVÝ VÝROBNÝ PROCES .....	54
8.1.1	Eliminovanie spracovania vratného odpadu na linke .....	54
8.1.2	Určenie pracovníka na spracovanie vratného odpadu .....	62
8.1.3	Štandardizácia nastavovania pri chybnjej funkčnosti stroja .....	65
8.2	VÝBER NOVÉHO VÝROBNÉHO PROCESU .....	68
<b>9</b>	<b>RIADENIE VÝROBNÉHO PROCESU .....</b>	<b>69</b>
9.1	FINANČNÉ ZHODNOTENIE OPATRENIA .....	70
9.2	UDRŽANIE NOVÉHO VÝROBNÉHO SYSTÉMU .....	71
9.3	VYHODNOTENIE PROJEKTU .....	72
	<b>ZÁVER .....</b>	<b>73</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>75</b>
	<b>ZOZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJOV .....</b>	<b>77</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK .....</b>	<b>78</b>
	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>79</b>
	<b>ZOZNAM GRAFOV .....</b>	<b>80</b>
	<b>ZOZNAM TABULIEK .....</b>	<b>81</b>
	<b>ZOZNAM PRÍLOH .....</b>	<b>83</b>



## ÚVOD

V súčasnej dobe každý výrobný podnik si je vedomý, že pre dosiahnutie čo najvyššej konkurencieschopnosti musí dbať na to, aby dosahoval čo najvyššiu kvalitu svojich výrobkov pri čoraz väčšej produkcii, ktorú si vyžaduje trh. Vysoká produkcia tak v mnohých podnikoch spôsobuje tvorbu chybných výrobkov, ktoré musia byť pre udržanie ich vysokej kvality odstránené a vznikajú veľké náklady na zničený materiál a opravu. Značnú výhodu majú podniky gumárskeho priemyslu, ktoré takto zničený materiál môžu znova použiť, čiže recyklovať a nestrácajú tak veľké finančné prostriedky na likvidáciu odpadu, ale musia pre to obetovať svoj čas a dostupné prostriedky. Pre zníženie dopadov stále rastúceho dopytu po pneumatikách, musia tieto podniky zvyšovať efektivitu v každej oblasti výroby a preto musia stále zlepšovať svoje procesy vďaka štíhlemu riadeniu výroby. Samotná diplomová práca sa venuje analyzovaním spracovania vratného odpadu na výrobní linke 40500 v spoločnosti Continental Barum kde sa produkcia tohto odpadu nikdy neriešila z dôvodu opätovnej recyklácie na strojnom zariadení DAM APEX takže v rámci podniku ide o špecifický projekt.

Teoretická časť tejto diplomovej práce začína definovaním výroby a zodpovednosťou managementu za transformačný proces vstupov na výstupy. Ďalej pokračuje teoretickými východiskami v rámci širokého pojmu štíhlej výroby, ktorý v sebe zahŕňa rôzne druhy plytvania vo výrobe, myšlienku Six Sigma, štandardizáciu, implementovanie Kaizenu, sledovanie hodnoty a riešenie problematiky úzkych miest. Posledná kapitola sa zameriava na riešenie projektov pomocou metodiky DMAIC, ktorý využíva veľké množstvo nástrojov priemyselného inžinierstva pre úspešnosť podniku.

Praktická časť je spracovávaná podľa krokov DMAIC, ktorý v sebe zahŕňa analytickú a projektovú časť. Vo fáze definovania je predstavená spoločnosť, proces výroby a definícia cieľov projektu. Meranie sa v práci zameriava na vznik vratných odpadov na zariadeniach, časovou štúdiou spracovania týchto odpadov a rozdelením druhu odpadu ktorý vo výrobe vzniká. Analytická časť sa zaoberá koreňovými príčinami vzniku vratných odpadov na linke 40500 a pomerom vytvoreného odpadu na rôznych strojných zariadeniach.

Projektová časť začína fázou zlepšovania, kde sú navrhnuté riešenia nového výrobného procesu z cieľom zvýšenia počtu vyrobených výrobkov a znížením množstva vyprodukovaného vratného odpadu. Záverom je výber najvhodnejšieho riešenia pomocou rozhodovacej matice. Záver projektovej časti je venovaný prínosom, ktoré podnik získal vytvorením projektu a predpokladaný nárast produkcie po implementovaní vhodného návrhu.

## CIELE A METÓDY ZPRACOVANIA PRÁCE

Hlavným cieľom diplomovej práce je dosiahnuť efektívnejšie spracovanie vratného odpadu na výrobnnej linke prípravy polotovarov a výroby pätných lán s cieľom zvýšenia produktivity vybraných strojných zariadení v spoločnosti Continental Barum s.r.o.

V teoretickej časti je spracovaná literárna rešerš z českých a zahraničných zdrojov, slúžiaca ako východisko pre analýzu súčasného výrobného procesu s cieľom zvýšenia produktivity strojných zariadení pomocou lepšieho riadenia spracovania vratného odpadu na linke. Na analýzu súčasného a budúceho stavu sa použili nasledovné metódy:

- Meranie tvorby vratného odpadu na výrobnnej linke
- Časová štúdia spracovania vratného odpadu na výrobnnej linke
- Interné materiály o produkcii výrobkov jednotlivých strojných zariadení
- Metódy hľadania koreňových príčin vzniku veľkého množstva vratného odpadu
- Využitie metodiky DMAIC
- Využitie metódy MOST (Mainard Operation Sequence Technique)

Na definovanie projektu v rámci metodiky DMAIC sa vypracovala:

- SWOT analýza projektu
- Logický rámec projektu
- RIPRAN analýza projektu
- SIPOC analýza súčasného výrobného procesu
- Výrobný proces strojného zariadenia DAM APEX

V projektovej časti sú navrhnuté riešenia zníženia časových strát spojených so spracovaním vratného odpadu konzultované s oddelením priemyselného inžinierstva v podniku. Súčasťou projektovej časti je tiež analýza dopadu opatrení na zvýšenie produkcie polotovarov a vplyv na celkový výrobný proces na výrobnnej linke s odhadom finančnej návratnosti zavedenia projektu do praxe.

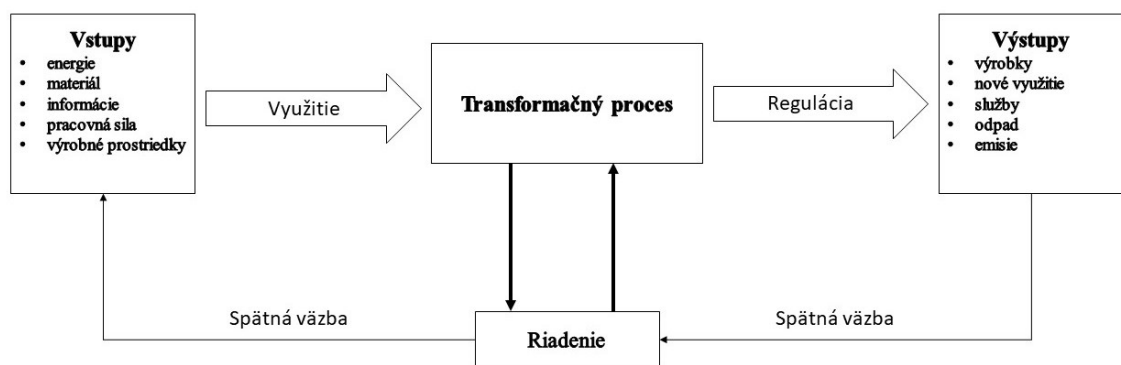
## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

# 1 VÝROBA

Výroba je rozhodujúcou súčasťou hodnotového reťazca podniku a umožňuje uspokojenie potrieb zákazníka vytvorením vecných statkov a služieb. Efektívnym fungovaním výroby je možné realizovať trojuholník väzieb, známy z marketingu ako potenciálnu oblasť dopytu u zákazníka, plnenie funkcií produktom pre potreby zákazníka a technické prevedenie pomocou použitých technológií, čím sa dosiahne konkurenčná výhoda a zaistí sa ekonomická existencia firmy. (Tomek a Vávrová, 2014, s.26)

## 1.1 Výrobný proces

Výrobný proces ako výsledok cieľavedomého ľudského správania spotrebúva výrobné vstupy používaním transformačného procesu na čo najhodnotnejšie výstupy. Pre požadovaný výstup, sa musia dôsledne merať všetky fázy prebiehajúcich transformačných procesov, ktoré sa na základe týchto dát hodnotia a riadia, pri ich neustálom zlepšovaní. Výroba je teda vo svojej podstate účelnou kombináciou faktorov, ktorá sa realizujú pomocou podnikového výrobného systému za účelom vytvorenia vecných výkonov alebo služieb. Tento systém znázorňuje nasledovná schéma. (Kavan, 2002, s.18; Tomek a Vávrová, 2014, s.26)



Obr. 1 Obecná schéma výrobného procesu (Vlastné spracovanie na základe Tomka, Vávrovej a Kavana)

Výrobný proces je teda realizovaný vďaka výrobnému systému a ovplyvňujú ho nasledovné faktory:

- určenie výrobku/služby,
- množstvo a verzie výrobkov/služieb,
- použité technológie, usporiadanie a organizácia výroby,
- stabilita výroby a schopnosťou reagovať na dopyt. (Keřkovský a Valsa, 2001, s.9)

Z hľadiska spôsobu, akým vplýva vynakladaná práca k premene materiálového prvku na produkt, môžeme výrobné procesy v samotnom výrobnom systéme bližšie klasifikovať ako:

- Technologické procesy – výrobné procesy realizované podľa technickej dokumentácie premieňajúce materiálové prvky na konečný výstup pre zákazníka. Členia sa na úseky, operácie, úkony a pohyby.
- Netechnologické procesy – pomocné a obslužné procesy, zabezpečujúce plynulý materiálový tok pre výrobu. Spočíva v činnostiach ako doprava, skladovanie, manipulácia s materiálom, údržba a kontrola kvality. (Jurová a kol., 2013, s.70)

## 1.2 Výrobný management

Management výroby v sebe zahŕňa klasické fázy riadiaceho procesu, teda plánovanie, organizovanie, prikazovanie, koordinácia a kontrola. (Bobák, 2011, s. 70)

Pre úspešnú výrobu z hľadiska podnikového hospodárenia je potrebné zaistiť ekonomicky optimálny výrobný proces, pri ktorom platí základný princíp hospodárenia, čiže optimálne zhodnocovať vstupy s vzhľadom na vytýčené ciele. (Jurová a kol. 2013, s.17; Keřkovský, Valsa 2001, s.5)

### 1.2.1 Štruktúra riadenia výroby

Samotné riadenie výroby zahŕňa všetky riadiace procesy a funkcie súvisiace s riadením výrobných systémov a procesov. Rovnako ako pri ostatných oblastiach riadenia v podniku platí pri riadení výroby klasifikácia rozhodovacích procesov. Tá v sebe zahŕňa:

- *Strategické rozhodovanie* – formulovanie výrobnjej stratégie vrcholovým vedením firmy, ktorá by malo byť odvodená z dlhodobej politiky podniku na viac ako 10 rokov.
- *Taktické rozhodovanie* – zverené útvaru s celopodnikovou pôsobnosťou, zodpovednému za plánovanie výroby v horizonte 6 až 18 mesiacov v súlade s prijatou výrobnou stratégiou a koordináciou operatívneho riadenia výroby.
- *Operatívne rozhodovanie* – zaistené špeciálnymi útvarmi, pôsobiace ako súčasť vedenia výroby a pracovníkmi zodpovednými za samotnú výrobu ako sú majstri, skladníci a podobne. Zabezpečujú každodennú flexibilitu potrebnú k splneniu požiadaviek taktického riadenia. Radí sa k nemu priame riadenie výroby, materiálová

kontrola a riadenie zásob, využívanie zariadení a zaistenie počtu pracovníkov. (Keřkovský, Valsa 2001, s.40; Bobák 2011, s. 70)

### 1.2.2 Ciele výrobného managementu

Ciele riadenia výroby by mali byť odvodené z cieľov, ktoré sú uvedené v podnikovej stratégii, kde je väčšinou hlavným cieľom dlhodobé dosahovanie zisku. Z tohto sú pre oblasť riadenia výroby odvodené dva základné ciele:

- maximálne uspokojenie potrieb zákazníkov,
- efektívne využívanie disponibilných výrobných zdrojov.

Konkretizáciou týchto cieľov je možná výroba produktov, ktoré vyhovujú požiadavkám zákazníkov s včasnou technickou a výrobkovou inováciou pri optimálnej spotrebe výrobných faktorov a zvyšovaním konkurencieschopnosti. (Keřkovský, Valsa 2001, s.5)

Jurová tiež uvádza tri hlavné ciele ekonomiky výrobného procesu ktoré sú nasledovné:

- *vecný cieľ* – zhotovovanie výrobkov a poskytovanie potrebných služieb,
- *hodnotový cieľ* – naplnenie potrebných hospodárskych výsledkov odvodených z celopodnikových cieľov top managementu,
- *humánny cieľ* – zaistiť priebeh výrobného procesu realizáciou podnikových a spoločensky humánnych snah. (Jurová a kol., 2013, s.18)

## 1.3 Produktivita vo výrobe

Produktivita sa dá charakterizovať ako miera efektívnosti, ktorou podnik využíva svoje zdroje pri výrobe výrobkov a služieb. Väčšinou sa produktivita vyjadruje pomerovými ukazovateľmi a to výstupu vzhľadom ku svojmu vstupu – práca, materiál, energie a podobne. Povinnosťou výrobného manažéra je tak produktívne využitie podnikových zdrojov a preto sa využíva termín produktivita.

$$\text{Produktivita} = \text{výstup/vstup}$$

Ukazovatele produktivity sa počítajú pre jednotlivé výrobné operácie, pracoviská, podniky aj pre celý štát pričom sa merajú dva typy produktivity a to:

- Produktivita práce – množstvo výstupu, vyprodukovaného za určitý počet odpracovaných hodín napríklad pridaná hodnota na pracovníka, celková prácnosť na jednotku výroby, využitie fondu pracovnej doby

- Viacfaktorová produktivita – vyjadruje pomer získaného výstupu ku konkrétnemu použitému nástroju ako napríklad CEZ, TEEP, disponibilita, produktivita plôch, materiálu a podobne. (Kavan, 2002, s.147-148; Krišťak, 2017)

### 1.3.1 Zvyšovanie produktivity výroby

Produktivita je dôležitá, lebo vypovedá o miere konkurenčnej schopnosti výroby. Hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi produktivitu sú tak pracovné metódy, kapitál, kvalita práce, technológia výroby a štýl riadenia. Predpoklady ku zvýšeniu produktivity výroby sú tak:

- Zdokonalenie spôsobu merania produktivity všetkých uskutočňovaných operácií čo znamená že meranie výrobných parametrov je prvým krokom k výrobnému riadeniu a kontrole každej operácie.
- Systematická analýza celého výrobného systému, odhalenie úzkych miest výrobného toku takzvaných bottlenecks, ktoré sú príčinou vzniku nežiadúcich čakaní na spracovanie. Zvyšovanie produktivity na inom mieste nevedie k zvýšeniu produktivity systému.
- Rozvoj metód smerujúcich k zvýšeniu produktivity, zbieraniu nápadov na zjednodušenie od operátorov strojov a vytvorení tímovej spolupráce. Akceptovanie cudzích skúseností vo zvyšovaní produktivity.
- Stanovenie rozumných cieľov zlepšenia.
- Zaistenie skutočnej podpory, vrátane odmien zo strany vedenia.
- Rozlišovanie produktivity a efektívnosti, pričom efektívnosť je užší pojem a týka sa jedného konkrétneho zdroja, zatiaľ čo produktivita sa týka okolností a podmienok samotného fungovania napríklad výrobného procesu. (Kavan, 2002, s.148)

## 2 ŠTÍHLA VÝROBA

Riadenie a organizácia výroby je dnes prezentovaná pod pojmom štíhla výroba a znamená vyrábať viac, pomocou zmenšovania času, priestoru, strojného zariadenia materiálu a podobne, s cieľom dať zákazníkovi to, čo požaduje. (Dennis, 2016, s.19)

Maynard prezentuje štíhlosť vo výrobe ako maximalizáciu schopností ľudských zdrojov minimalizovaním plytvania a zlepšením toho, čo zákazník požaduje. (Maynard, 2001, s.7.41)

Keřkovský a Valsa prezentuje štíhlu výrobu ako koncept, ktorý vytvorili Japonci a spočíva vo výrobe pružne reagujúcou na dopyt a požiadavky zákazníka, sú riadene decentralizovane, prostredníctvom flexibilných pracovných tímov, pri malej hĺbke výroby, čo znamená nízky počet na seba nadväzujúcich výrobných stupňov. (Keřkovský a Valsa, 2001, s.65)

Štíhla výroba nazývaná tiež lean je založená na predpoklade, že všetky činnosti firmy, nepridávajúce hodnotu pre zákazníka sú plytvaním a musia byť v čo najväčšej miere eliminované, čo znamená že sa treba zbaviť všetkých prebytočných nákladov, za ktoré nie je ochotný zákazník platiť.

Samotná filozofia lean je založená na rôznych konceptoch, orientovaných do oblasti zoštíhľovania, pomocou regulácie produktívnych a neproduktívnych činností, a ich vplyvu na celkovú pridanú hodnotu všetkých procesov. Podstata lean konceptov je zahrnutá v nasledovných bodoch:

1. Identifikácia toku hodnoty konkrétneho výrobku od vzniku jeho produkčného cyklu až po jeho ukončenie.
2. Identifikácia vstupných a výstupných parametrov, ktoré vplývajú na produkčný tok, s cieľom optimalizácie kľúčových parametrov súvisiacich s elimináciou neproduktívnych činností.
3. Vytvorenie plynulej sekvencie produkčného toku systémom ťahu alebo tlaku s cieľom minimalizácie časového trvania a maximalizácie celkovo dosiahnutých hodnotových výstupov v rámci kompletného produkčného toku.
4. Návrh zlepšenia súčasného stavu produkčného toku smerom ku zvýšeniu a posilnení pridanej hodnoty. (Chromjaková, 2013, s. 33-44)

Podnik, ktorý sa chce riadiť princípmi štíhlej výroby by mal minimalizovať až odstrániť plytvanie, nerovnováhu a preťaženie, známe pod japonskými pojmami Muda, Mura a Muri. (Košťuriak, 2008)



## 2.1 Štíhle pracovné prostredie (5S)

Na tom, ako máme rozvrhnuté pracovisko, závisia pohyby, ktoré musia zamestnanci denne vykonávať a od ktorých sa odvíja celková spotreba času, výkonové normy, výrobné kapacity a ďalšie výrobné parametre. K štíhlemu pracovisku ktoré je základom štíhlej výroby patria zásady známe ako 5S. (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 24)

Zavedenie 5S do podniku by malo zlepšiť úroveň kvality, dodací čas a redukovat' náklady výroby. Štíhle pracovisko podporované metodikou 5S produkuje zákazníkom požadované výrobky, v dobrej kvalite, za nižšiu cenu, rýchlejšie a bezpečnejšie za stúpajúcej ziskovosti podniku. (Monden, 2012, s. 198)

Metóda 5S je postavená na piatich krokoch, ktoré podporujú systém zlepšovania vo firmách a pozostávajú zo separovania, systematizovania, stáleho čistenia, štandardizácie a sebadisciplíny. (Burieta, 2017)

### **Separovať – Seiri**

Prvý krok 5S znamená oddeliť potrebné veci od nepotrebných a tých, ktoré sa používajú neskôr. Pri separovaní sa využívajú červené kartičky na označenie nepotrebných položiek. Všetky položky, ktoré sa vyskytujú na pracovisku, sú označené v karte pracoviska, kde sa pomocou červenej karty rozhodne, ktorá položka bude odstránená. (Monden, 2012, s.199)

K položkám na pracovisku patria: Strojné zariadenia, súčiastky, údržba, nástroje na údržbu, manipulačné a skladovacie vybavenie na materiál, skrinky a zobrazenie oblastí na podlahe pracoviska pre určené položky. (Maynard, 2001, s.2.132)

### **Systematizovať – Seiton**

Systematizovať v tomto kroku znamená pevne určiť položkám ktoré sa vytriedili v prvom kroku miesto tak, aby sa k nim uľahčil prístup a znížila sa doba hľadania v prípade potreby využitia danej položky. (Hobbs, 2011, s.9)

Na realizáciu tohto kroku je pre každú položku potrebné určiť miesto napísaním jej názvu, počet kusov, pri skladovacích skrinkách súpis položiek a tiež je vhodné tento krok podporiť štandardom layoutu pracoviska a čiarami na podlahe. (Burieta, 2017)

### **Stále čistiť – Seiso**

Pracovisko musí byť podľa tohto bodu čisté, úhľadné a dobre organizované. Stále čistenie podporuje prvé dva body 5S, čiže nutnosť separovať a systematizovať. (Hobbs, 2011, s.9)

Na podporu tohto kroku sa musia definovať oblasti ktoré je potrebné čistiť a čo treba čistiť. Na čistenie sa vytvorí formulár, ktorý definuje kto, kedy, ako a s akými pomôckami vykonáva čistenie na pracovisku. Maynard tiež k tomuto kroku pridáva servis pracoviska a strojných zariadení v ktorom údržbu vykonávajú pracovné tímy a v prípade potreby špecialista. (Burieta 2017; Maynard 2001, s.133)

### **Štandardizovať – Seiketsu**

Na úspešné udržanie 5S je potrebné prijať konštantne prvé tri kroky a štandardizovať ich skrz celú spoločnosť kde každý má svoju zodpovednosť za pracovisko. Pri tomto kroku vzniká vizuálny štandard pracoviska, ktorý zachytáva všetky aktivity čistenia a rozmiestnenia jednotlivých položiek pracoviska. Vizuálny štandard obsahuje fotografie a slovný opis činností na podporu 5S. (Burieta 2017; Hobbs 2011, s.9)

### **Sebadisciplína – Shitsuke**

Sebadisciplína je najdôležitejším krokom v metóde 5S a spočíva v tom aby si pracovníci zvykli neustále dodržiavať pravidlá v rámci predchádzajúcich štyroch krokov. Tiež je dôležité aby človek ktorý trénuje ostatných v rámci 5S prejavoval vynikajúce správanie. (Monden 2012, s.199)

Pre čo najlepšie fungovanie 5S na pracovisku je potrebné túto metódu podporiť o kontrolnú kartu, do ktorej sú zaznamenávané všetky činnosti ktoré pracovníci vykonajú a potvrdia svojím podpisom. (Burieta, 2017)

Udržiavanie disciplíny v rámci 5S sa po čase stane intuitívne a je súčasťou každého pracovného dňa. Úspešné zavedenie 5S podniku prináša výhody, a to väčšiu produktivitu, lepšiu komunikáciu, zvýšenie bezpečnosti, morálky a podobne. (Hobbs, 2011, s.10)

## **2.2 Plytvanie vo výrobe (MUDA)**

V rámci hodnototvorného procesu existujú procesy, vytvárajúce hodnotu produktu a procesy, ktoré ju nevytvárajú a je potrebné sa zaoberať ich redukciami prípadne eliminovaním, čo je tiež cieľom štíhlej výroby. K poznaniu činností, nepridávajúcich hodnotu, slúži japonský prístup známy ako Muda, ktorý tieto straty definuje ako plytvanie. (Tomek, Vávrová 2014, s.67)

Činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu pre zákazníka by mali byť znížené na minimum pomocou troch základných krokov:

- identifikovať plytvanie a zbytočné položky,
- znižovanie, prípadne eliminácia plytvania a zbytočných položiek,
- zvyšovať pridanú hodnotu.

Plytvanie a zbytočné položky sa počas procesu zlepšovania menia na problémy, ktoré sa riešia v tíme pomocou cyklu PDCA. (Maynard 2001, s.2.136)

Muda zahrňuje plytvanie a iné aktivity, za ktoré nie je zákazník ochotný platiť, čiže je opakom činností, za ktoré zákazník platí a majú pridanú hodnotu. Muda v sebe zahrňuje činnosti, ktoré nevytvárajú hodnotu a ak sa prestanú vykonávať, nemajú na konečnom produkte žiadny efekt. Existuje sedem odlišných druhov plytvania reprezentujúce príležitosť na ich eliminovanie. (Dennis 2016, s.29-30)

### **Nadprodukcía**

Výroba viacerých výrobkov ako je nutné, má dopad na veľké straty v materiáli, strojnom zariadení, práci, skladovacích zariadeniach, doprave a zvyšuje náklady na dopravu a administratívu. (Maynard 2001, s.2.136)

Nadprodukcía má vplyv aj na ďalšie druhy plytvania vo výrobe a to:

- *Pohyb*: Pracovníci sú zamestnaní položkami ktoré momentálne nik nepotrebuje.
- *Čakanie*: spôsobené výrobou veľkej výrobnéj dávky.
- *Preprava a zásoby*: Nepotrebné výrobky musia byť prepravené a následne uskladnené spolu s potrebným materiálom na výrobu.
- *Opravy*: Nájdenie chyby vo veľkej výrobnéj dávke je oveľa ťažšie. (Dennis 2016, s.33)

### **Nadbytočné procesy**

Samotný výrobný systém pozostáva z činností pridávajúcich hodnotu a tých, čo ju nepridávajú. Procesný čas na výrobu sa dá znížiť tým, že sa eliminujú činnosti nepridávajúce hodnotu. (Badiru 2014, s.292)

Plytvanie vo výrobnom procese tiež vzniká neúčinnými postupmi alebo metódami, ktoré sa zdajú ako zjednodušenie práce, pričom tieto činnosti nemajú dopad na pridanú hodnotu výrobku. (Maynard 2001, s.2.136)

Nadbytok procesov tiež môže byť spôsobené výskumom a vývojom, ktorým firma stratí veľa finančných prostriedkov a nemá to vplyv na to, čo zákazník požaduje. (Dennis 2016, s.32)

### **Opravovanie chýb**

Chybné produkty spôsobujú dva hlavné problémy, a to náklady na materiál a dostupné zdroje a tiež slabú spokojnosť zákazníkov. Kontinuálnym pozorovaním kvality výrobného systému a produktov za pomoci využitia toku jedného výrobku (One – Piece – Flow) sa môže znížiť chybovosť výrobkov. (Badiru 2014, s.292; Maynard 2001, s.2.136)

Plytvanie spôsobené opravou súvisí s vytváraním a následnou opravou chybných výrobkov. Zahrňuje v sebe všetok materiál, čas a energiu spôsobenú vyrábaním a opravovaním nekvalitných výrobkov ktoré nie sú nákladmi na kvalitu, ale nákladmi spojené s plytvaním. (Dennis 2016, s.32)

### **Pohyby**

Zbytočné pohyby, ktoré vykonáva človek na pracovisku súvisia s ergonómiou. Slabá ergonómia pracoviska má negatívny dopad na produktivitu, kvalitu a bezpečnosť. Produktivita sa stráca pri nepotrebnom chodení, dosahovaní na veci a rotáciách, čo platí aj pre kontrolu kvality, ktorá je pri týchto činnostiach neefektívna. Ergonómia je tak nástrojom, ktorý pomáha eliminovať pohyby, ktoré nepridávajú hodnotu pre zákazníka. (Badiru 2014, s.292; Dennis 2016, s.31)

### **Doprava**

Plytvanie, ktoré je spojené so všetkými pohybmi súvisiacimi s dopravou medzi pracoviskom a skladovacím priestorom je vo veľkej miere spôsobené neefektívne navrhnutým layoutom, veľkým počtom zariadení alebo veľkými výrobnými dávkami. Veľa plytvania spôsobeného prepravou sa dá riešiť výrobou menšej dávky a priblížením výrobných procesov bližšie k sebe. Preprava je však nevyhnutná, preto sa nedá ako plytvanie eliminovať, ale je ju potrebné čo najviac minimalizovať. (Badiru 2014, s.292; Dennis 2016, s.32)

### **Skladovanie**

Skladovanie hotových výrobkov, materiálu, súčiastok a nedokončenej výroby v sebe zahŕňa náklady na priestor, opotrebenie, poškodenie, obetovanú príležitosť a manipuláciu. Plytvanie v rámci skladovania vzniká hlavne vtedy, keď produkcia nie je riadená systémom ťahu a nie je spojená s potrebou trhu. (Badiru 2014, s.292; Dennis 2016, s.32)

## Čakanie

Materiál, polotovary alebo nedokončená výroba, ktorá čaká vo výrobe na správny stroj alebo pracovníka, je plytvanie spôsobujúce dlhšiu priepustnosť výrobku, čiže čas, za ktorý je vyrobený. Plytvanie je tiež spôsobené čakaním operátora na dokončenie procesu výroby, pričom sám nevykonáva žiadnu činnosť. Výroba v menších dávkach môže znížiť nadmerný počet nedokončenej výroby a celkový čas výroby. (Badiru, 2014, s.292)

Ak vzniká čakanie v podnikových procesoch je potrebné ho identifikovať a nájsť dôvod, prečo existuje. Takéto čakanie je spôsobené neefektivitou a spôsobuje finančné straty. Konkrétne príklady čakania vo výrobe je čakanie na materiál, čakanie na údržbu, hľadanie potrebnej dokumentácie a informácií. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s.48)

### 2.3 Nerovnomerná výroba (MURA)

V normálnych výrobných systémoch je pracovný tok nerovnomerný, čo je spôsobené tým, že niekedy sú strojné zariadenia a pracovníci nadmerne vyťažení a naopak, sú obdobia, keď nie je dostatok práce. Nerovnomernosť vo výrobe pochádza z nepravidelných výrobných plánov alebo jej príčinou je kolísavá hladina výroby, spôsobená výpadkami informačného systému a chýbajúcimi informáciami. Nerovnomerná výroba potrebuje vždy veľké množstvo zariadenia, materiálu a ľudí pre vysokú úroveň výroby, pričom priemerné požiadavky na zdroje sú oveľa menšie. Nerovnomerná výroba má tak veľký vplyv na plytvanie. (Morgan a Liker, 2006, s.75)

Kolísavé plány výroby, kde je napríklad operátor prípadne stroj v rámci jednej smeny nadmerne vyťažený a zvyšok zmeny nepracuje vôbec je tiež spôsobené nerovnomernou výrobou. Štíhle riadenie hľadá riešenia v znížení nerovnomernosti pomocou nástrojov ako je napríklad heijunka. (Dennis, 2016, s.32)

### 2.4 Preťaženie vo výrobe (MURI)

Preťaženie by sa dalo chápať aj ako opak plytvania. Tlak na prirodzené limity strojného zariadenia, procesov a ľudských zdrojov vytvára nežiadúce preťaženie. Príliš veľký tlak na ľudí vytvára nedbalosť, ktorá má vplyv na výsledky kvality práce a má potenciál znižovať bezpečnosť na pracovisku. Preťaženie strojného zariadenia spôsobuje výpadky a poškodenia. Pri veľkom tlaku na výrobné procesy vznikajú dlhé výrobné rady, ktoré zvyšujú LEAD

TIME alebo skraty v procese výroby, ktoré vedú k poruchám a oprave. (Morgan a Liker, 2006, s.75)

Výskyt plytvania v procesoch má priamu súvislosť s variabilitou a preťažením, preto by malo byť úlohou managementu vytvorenie podmienok ktoré vedú k systematickému znižovaniu príčin plytvania a to:

- Definovať zmysel, víziu a smerovanie výroby.
- Navrhnuť a riadiť procesy tak, aby vytvárali hodnotu, boli dostupné, flexibilné a nákladovo primerané, so snahou redukovať preťaženie a variabilitu systému.
- Vytvoriť prostredie pre systematické riešenie problémov so zapojením všetkých ľudí v systéme za použitia nástrojov ako (Go and See, Ask Why, Show respect). (Krišťák 2015)

## 2.5 Mapovanie hodnotového toku

Mapovanie hodnotového toku známe pod pojmom VSM (Value stream mapping) je interaktívna technika využívaná k určeniu prvkov v procesnom systéme, ktoré pridávajú hodnotu a tie ktoré pri konečnom produkte hodnotu nepridávajú. VSM sa snaží definovať informácie a materiálový tok produktu od spotrebiteľa po výrobcu dokumentovaním toku výrobku ukazujúc všetky spojenia medzi informačným a materiálovým tokom od zákazníkovej objednávky po príjem. Po určení prebiehajúcich procesov v systéme sa dokumentujú jednotlivé úlohy v rámci procesu označované ako pridaná hodnota alebo bez pridanej hodnoty. S použitím úloh pridávajúcich hodnotu do mapy procesov sa ukáže požadovaný budúci stav procesu a pridaním úloh nepridávajúcich hodnotu sa ľahšie identifikujú činnosti na odstránenie. VSM pomáha vizualizovať plytvanie v systéme, čo pomáha vytvoriť základ implementačného plánu. VSM vytvára záznam krokov nepridávajúcich hodnotu, čo v sebe zahŕňa nastavenie, pohyb a ďalšiu radu prvkov ovplyvňujúcich čas výroby. Tento nástroj je vhodný na identifikáciu súčasných procesov, individuálne úlohy v každom procese, úlohy pridávajúce a nepridávajúce hodnotu, čas, materiál a informačný tok od zákazníkovej objednávky po príjem. VSM tak vyčísluje možné výhody so štíhlym výrobným systémom, ale málo určuje ako tieto výhody docieľiť. (Hobbs, 2011, s. 7-8)

Mapovanie toku hodnôt je metóda z konceptu štíhlejšej výroby a používa sa na zobrazenie skutočného stavu procesných tokov. Využíva sa v prostredí výrobných aj administratívnych procesov. Pri mapovaní toku hodnôt je kľúčovým prvkom mapa toku hodnôt vďaka ktorej

dokáže tím popísať v grafickej forme všetky činnosti produkčného procesu tak, ako vznikajú v rámci celého výrobného procesu. V praxi sú využívané dva typy máp:

- Mapa súčasného stavu – popisuje súčasný tok hodnoty v produkčnom procese
- Mapa budúceho stavu – popisuje nový, štíhly tok hodnoty a jej súčasťou je návrh plánu implementácie kľúčových zmien pre zlepšenie toku hodnôt produkčným procesom

Dôležitá je identifikácia činností podnikových procesov ktoré pridávajú hodnotu (VA) napríklad spracovanie materiálu a tými čo hodnotu nepridávajú (NVA) napríklad pretypovanie zariadenia. Ku každej činnosti v toku hodnoty sa priradí index pridanej hodnoty, ktorý je daný ako pomer medzi časom kedy je produktu pridávaná hodnota a celkovou priebežnou dobou kedy produkt vzniká. Použitím efektu zoštíhlenia sa dosiahne percento zlepšenia indexu pridanej hodnoty v mape budúceho stavu oproti minulému stavu.

Úlohou mapovania je tak identifikovať príležitosti pre elimináciu všetkých druhov strát vo výrobnom procese a zdroje hľadať v organizácii pracoviska, pretypovaní, toku produkcie, ťahovom systéme riadenia a totálne produktívnej údržbe. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 50 -52)

## 2.6 Six sigma

Six sigma je štruktúrovaná metodológia zlepšovania podnikových procesov, ktorej cieľom je dosiahnuť menej než 3,4 vady na jeden milión príležitostí. Je založená na systematickom štúdiu vplyvu rôznych faktorov (nezávisle premenných) na daný výstup z procesu ktoré sú závisle premenné pomocou vhodných štatistických i iných metód a riadenia týchto faktorov s cieľom dosiahnuť požadovanú spôsobilosť procesu. (Mašín, 2005, s. 74)

Six sigma je systematická a extrémne zameraná metodika na výsledok, ktorej základ je v matematicko-štatistických postupoch. Ako kompletný program je vhodná k vytváraniu bezchybných výrobkov a služieb, takisto ako pre podnik zásadné procesy. Ciele a iniciatíva sa prekrývajú so základným vytýčeným cieľom každého podniku, a to zvýšenie obratu a zlepšenie finančných výsledkov. Všetky projekty Six Sigma sledujú štandardizovaný priebeh, ktorý je založený na Demingovm cykle PDCA od ktorého je odvodený cyklus DMAIC pre uskutočňovanie SIX Sigma projektov. (Töpfer, 2008, s. 38,71)

## 2.7 Kaizen

Pojem KAIZEN pochádza z japonského managementu a je kľúčom k podnikovému úspechu a konkurencieschopnosti. Samotné slovo KAIZEN je tvorené dvoma slovami: KAI – zmena a ZEN – dobrý, čo môžeme chápať ako zmenu k lepšiemu. Samotná metodika tak spočíva v prebiehajúcom zlepšovaní v podniku, ktoré sa týka všetkých - od vrcholového manažmentu až po posledného operátora. Základom k implementácii KAIZEN v podniku je priznanie skutočnosti, že každý podnik má problémy a vytvorí firemnú kultúru, v ktorej si každý zamestnanec môže tieto problémy pripustiť. Táto stratégia má základ k riešeniu viac-funkčných problémov na základe funkčnej spolupráce v rámci celej spoločnosti a cieľom je zvyšovanie spokojnosti zákazníka pomocou dodržovania termínov, kvality a znižovania nákladov. Samotné slovo KAIZEN neznamena len kontinuálne zlepšovanie ako také, ale zastrešuje nástroje priemyselného inžinierstva, ktoré majú základ v japonských firemných kultúrach, ktoré sa v tejto dobe využívajú na celom svete. (Imai, 2005, s. 15-18)

### 2.7.1 Zlepšovacie návrhy Kaizen

Vedenie podnikov v Japonsku sa neustále snaží zainteresovať zamestnancov do hnutia KAIZEN prostredníctvom zlepšovacích návrhov, ktorý je tak najdôležitejšou súčasťou zavedeného systému riadenia. Samotný počet podaných návrhov na zlepšenie zamestnancami je tak považovaný za dôležité kritérium pri hodnotení práce majstrov či operátorov. Od nadriadených sa tak na každom stupni riadenia očakáva všestranná pomoc, aby zamestnanci podávali čo najväčší počet návrhov. V japonských firmách takto management vedie zamestnancov k veľkým počtom návrhov, ktoré samotný management usilovne vyhodnocuje a ponúka priestor zamestnancom v pracovných tímoch, aby im svoj návrh prezentovali. Najlepšie návrhy a aktivity zamestnancov sú patrične ohodnotené a management ich dáva najavo napríklad formou násteniek či intranetu, aby tak podporili súťaživosť jednotlivých tímov v zlepšovaní. Súčasťou zlepšenia je tiež štandardizácia, ktorou sa musí zamestnanec riadiť i pri malom zlepšení zariadenia. Výhodou takto implementovaného zlepšenia je to, že zamestnanec je na svoje zlepšenie hrdý a rád splní povinnosti so zavedením zlepšenia, takže to má lepší psychologický efekt ako nariadenie vyššieho managementu (Imai, 2005, s. 33).



## 2.8 Teória obmedzení

Teória obmedzení známa pod anglickým názvom Theory of Constraints – TOC hovorí o tom, že v každom systéme je prítomný proces alebo zdroj produkcie, ktorý limituje kapacitu výstupu celého výrobného systému ktorý sa nazýva úzkym miestom známy pod anglickým pojmom Bottleneck. Čiže ak je potrebné zvýšiť kapacitu celého systému, musí sa nájsť limitujúci zdroj a nájsť spôsob ako ho maximálne vyťažiť. Pri tomto zdroji je tiež potrebné zamerať sa na plytvanie, ktoré znižuje výstup celého systému. Úzke miesto sa nedá permanentne odstrániť ale sa premiestňuje v rámci celého systému. (Fekete, 2012, s. 58)

TOC sa zaoberá tým, že všetko má svoje limity v rámci organizačných schopností dosiahnuť vytýčený cieľ. Obmedzenia môžu byť fyzikálneho charakteru ako napríklad množstvo materiálu, dodávateľov alebo nefyzikálneho ako postupy, morálka alebo tréning. Základom TOC je rozpoznanie a riadenie týchto obmedzení pomocou piatich krokov:

1. Identifikovať obmedzenia
2. Vypracovať plán na prekonanie zistených obmedzení
3. Zamerať zdroje na prekonanie obmedzení
4. Zmierniť účinky obmedzení vykladacími prácami alebo rozšírením schopnosti pracoviska. Je potrebné sa uistiť že obmedzenia rozpoznajú všetci, ktorí ich ovplyvňujú
5. Odstránením jedného obmedzenia vzniká obmedzenie nové, čiže sa treba vrátiť ku prvému kroku.

Zvýšenie prietoku výroby cez úzke miesta sa musia maximalizovať nápaditým managementom, dobre trénovanými zamestnancami a udržiavanými procesmi. Existuje niekoľko techník na riadenia úzkeho miesta:

- Zvýšenie kapacity, čo vyžaduje investovanie kapitálu prípadne viac ľudí
- Zabezpečiť školených zamestnancov dostupných na prevádzku a údržbu pracoviska spôsobujúce obmedzenie
- Rozvíjať alternatívne postupy spracovania, cesty prípadne subdodávateľov
- Pozorovanie a testovanie na pozícii tesne pred úzkym miestom, vďaka čomu sa odmietnu chyby predtým ako vstúpia do úzkeho miesta
- Napláňovať výkonnosť tak, aby zodpovedala kapacite úzkeho miesta vďaka čomu sa zmenší plánovanie v rámci centrálného plánovania. (Heizer a Render, 2001, s. 634-635)

## 2.9 Štandardizácia práce

Základom lean konceptu je štandardizovaná práca, pretože využíva znalosti produkčných operácií pre stanovenie štandardu práce, operácie a pracoviska. Štandard je tak základným predpokladom pre realizáciu kvalitatívne spôsobilých operácií na produktoch a tiež pre kvalitu celého pracovného procesu. Štandardizovaná práca je dôležitá pre optimalizáciu hodnotového toku a vďaka nej je možné operatívne plánovať a riadiť výrobné ako aj administratívne procesy. Základnými predpokladmi pre zvládnutie štandardizovanej práce na strane pracovníkov je dôsledné vykonávanie štandardizovaných pracovných postupov a disciplína voči svojej pracovnej náplni a kolegom, ktorí sú v procese dodávateľa alebo odberateľa. Pre efektívne fungovanie výrobných a administratívnych procesov vo väzbe na plynulú produkciu výrobkov je potrebné dbať aj na maximálny počet štandardizovaných pracovných operácií. Pri štandardizácii práce je potrebné dbať aj na to či pracovník ako realizátor štandardizovanej činnosti má možnosť zlepšovať svoju pracovnú pozíciu alebo naopak, nevyvíja sa v nej. (Chromjaková, 2013, s. 35-36)

Štandardizácia práce sa zameriava na využitie čo najmenšieho množstva pracovníkov pre výrobu. Prvým cieľom štandardizovanej práce je dosiahnutie vysokej produktivity cez namáhavú prácu ktorá v myslení Toyota neznamená nútiť pracovníkov ťažko pracovať, ale pracovať efektívne bez akýchkoľvek plytvaní. Pre dosiahnutie prvého cieľa je potrebné zaviesť štandard pracovnej rutiny ktorá obsahuje náplň v každej operácii vykonávanej zamestnancom. Druhým cieľom je pracovnú činnosť vyrovnávať celým systémom cez čas výroby a zaviesť Cykle Time. Posledným cieľom pre zavedenie štandardu je vytvorenie minima rozpracovanej výroby nazývaný ako štandard množstva rozpracovaných výrobkov. Pomocou týchto cieľov vznikne štandardizovaná práca vďaka ktorej sa vyrovná produkcia skrz všetky procesy s menšou prácou a minimom rozpracovanej výroby s väčšou kvalitou a bezpečnosťou štandardizovaných produktov. (Monden, 2012, s. 171)

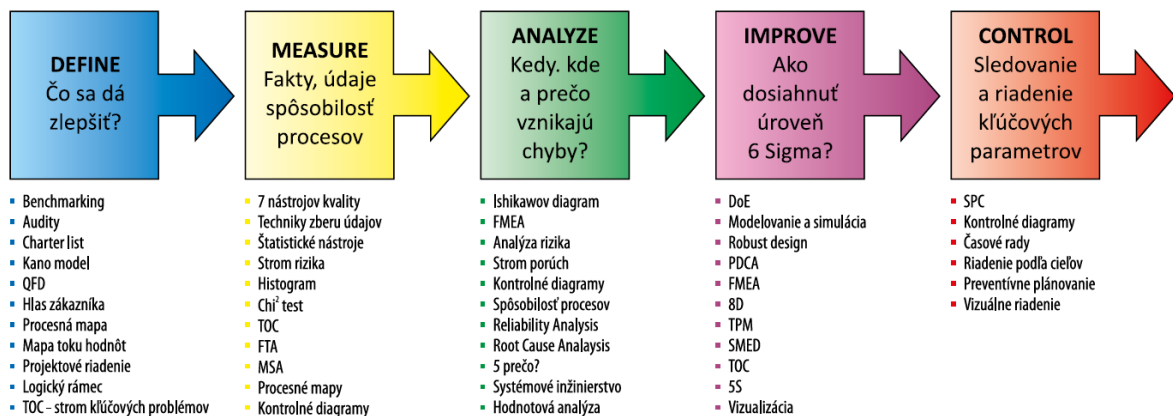
Morgan a Liker uvádzajú základné tri typy štandardizácie v rámci myslenia štíhlej výroby a to:

- Štandardizácia dizajnu komponentov, výrobkov, pracovného prostredia pre ich kvalitu a znovu využiteľnosť
- Štandardizácia procesu v úlohách a pracovných úkonoch v pracovnom procese.
- Štandardizácia inžinierskych zručností a schopností skrz technické tímy. (Morgan a Liker, 2006, s. 100)

### 3 DMAIC

Ak je v podnikoch zavedená Six sigma, musia sa správne definovať projekty, ktorých podstata je v tom, že zaručujú skoršie, prípadne neskoršie výnosy. Akonáhle je vybraný projekt alebo proces, na jeho úspešné zvládnutie je využívaný cyklus DMAIC, ktorý je základom metódy Six sigma. (Cano 2012, s.5)

DMAIC je pevne štruktúrovaná a logická metóda pre zlepšovanie procesov, využívajúcich sa v rámci riešenia projektov. Ustálená forma metódy DMAIC sa skladá s piatich štádií a to definovať, merať, analyzovať, zlepšovať a kontrolovať založených na cykle PDCA, čo znamená v rámci projektu alebo stálej činnosti plánovať, urobiť, skontrolovať a konať. Je dôležité vedieť, že DMAIC je tiež cyklus, čiže po dokončení finálneho kroku sa proces opakuje dodatočným okruhom pre zlepšenie. Význam metodiky DMAIC spočíva v systematickom prístupe, čo zaisťuje jasne definovaný a realizovateľný projekt, ktorého výsledky sú aplikované v rámci každodennej činnosti. (Burton 2011, s.160; Pyzdek 2013, s.262)



Obr. 2 Nástroje využívané v metodike DMAIC zdroj (Kormanec,2012, s.9)

#### 3.1 Define

Cieľom prvého kroku je definovať účel a rozsah projektu, k čomu je potrebné získať informácie o procese a jeho zákazníkoch. V tomto kroku by mala byť uskutočnená i ekonomická analýza prínosov a nákladov. Fáza definovať v praxi rozpoznáva problém týkajúci sa projektu a snaží sa ho presne formulovať v projektovom pláne, ktorý je upresnený pomocou troch kritérií a to kvalita, čas a náklady. Na takto presné definovanie projektu sa využívajú nástroje ako projektový rámec a míľniky, ktoré stanovujú, aký priebeh pripadá projektu, akí sú aktéri, aké sú k dispozícii zdroje a aké výsledky sa môžu očakávať pri časovom pláne projektu. Pomocou SIPOC analýzy (Supplier-Input-Process-Output-Customer) je urobená

jednoduchá forma procesnej analýzy so začiatočným bodom u zákazníka k zvýšeniu transparentnosti a vymedzení problému. V rámci tohto kroku sa z „Hlasu zákazníka“ odvodí a zosumarizujú centrálné témy na kritické požiadavky ako faktory úspechu. (Miller 2016 s.7; Töpfer 2008 s.222)

Zmyslom fázy definovania je teda dôraz na to, aby tím porozumel problému, definovanie potrieb a očakávanie zákazníkov, rozdelenie úloh, zodpovedností, stanovenie cieľov a preskúmanie jednotlivých krokov. (Blecharz 2011, s.83)

### 3.2 Measure

Druhý krok má za cieľ popísať a zmerať súčasný stav s overením či metóda vyhovuje pre analýzu procesu. Zmyslom tejto fázy je stanoviť techniky pre zber dát týkajúcich sa súčasného stavu, čo ukáže príležitosti pre projekt a zaisťuje štruktúru pre monitorovanie následných zlepšení. V priebehu meraní sa tak zisťuje ako dobre proces funguje. Zbierajú sa dáta z rôznych zdrojov, čas cyklov, typy chýb, ich počet, spätná väzba od zákazníka a podobne. (Blecharz 2011, s.83; Miller 2016 s.8)

Fáza merania sa skladá so štyroch krokov:

- Definovanie procesu aké vstupy, činnosti a výstupy budú merané
- Definovanie spôsobu merania
- Využitie definovaných meraní na stanovenie súčasného stavu procesu určeného v prvej fáze DMAIC podporené štatistickou kontrolou
- Analýza meraní a vyčíslenie chýb spojených s meraním (Pyzdek, 2013, s. 262)

### 3.3 Analyze

Fáza analýzy má za úlohu rozpoznať príčiny vychádzajúce zo zistených problémov na základe analýzy údajov. Cieľom je tak nájsť a za pomoci nameraných údajov preukázať príčiny súčasného stavu. K tomu sa využívajú známe analytické a štatistické nástroje ako napríklad Ishikawa diagram, FMEA, regresná analýza, Design of Experiments (DOE) a štatistické (hypotetické) testy. Pri analytickom úseku procesu sa rozlišuje medzi činnosťami tvorby hodnôt, podpory a činnosťami nepridávajúcimi hodnoty. (Miller, 2011, s.8; Töpfer, 2008, s.223)

Po úspešnej analýze by mal byť tím schopný odpovedať na otázky ako nájdenie príležitosti a možnosti pre zlepšovanie, nájdenie koreňovej príčiny problémov, ako boli dáta analyzované a či výsledky analýzy zmenili formuláciu a rozsah problému. (Blecharz, 2011, s.84)

### 3.4 Improve

V popredí kroku zlepšovania stojí hľadanie, testovanie a realizácia optimálnych variant. Trénuje sa tu využitie kreatívnych techník, aby sa za pomoci odlišného myslenia nachádzali nové princípy riešenia. (Töpfer, 2008, s.222)

Dobré riešenie v rámci tohto kroku smeruje k potlačeniu hlavných príčin problému a je plne realizovateľné. Výstupom tejto fázy je voľba konkrétneho riešenia problému, popis riešenia, plán realizácie prípadne projektový plán, overenie ako pilotná skúška, experiment alebo počítačová simulácia, prípadne vlastná realizácia. (Miller, 2016, s.9)

Zlepšovanie v tomto kroku spája metódy vďaka ktorým sa znižuje medzera medzi skutočným a požadovaným stavom riešeného problému. Využitie metód musia byť v tejto fáze overené tak, aby boli dosiahnuté požadované výsledky a ich udržateľnosť. Úlohou zlepšovania je:

- Navrhnuť jedno alebo viaceré riešenia pre sponzora projektu, vyčíslit' prínosy a dosiahnuť splnenie ohľadom riešenia a realizácie projektu.
- Definovať a zmierniť chybovosť nových riešení v procese, určiť nové prevádzkové podmienky. (Pyzdek, 2013, s.337)

### 3.5 Control

V tejto etape je riešenie už realizované a ďalšou úlohou je zmerať jeho účinnosť a to tou istou metódou ako v druhej fáze merania a porovnať výsledky nového a starého riešenia. Pokiaľ je zlepšenie skutočne účinné a prínosné, musí sa zachovať a ochrániť proti zotrvačnosti v správaní ľudí i postupnému rozpadnutiu, čo sa bežne v podnikoch stáva. Nové riešenie je potrebné dokumentovať pomocou smerníc, pracovných postupov a tiež priebežne monitorovať. Všetky zúčastnené strany v rámci tohto procesu je potrebné informovať, preškoliť a motivovať. Dôležitou súčasťou tohoto kroku je i zhodnotenie a odmenenie práce tímu. (Miller, 2016, s.10)

V rámci tohto kroku projektový tím prevedie riadenie späť na vlastníka procesu, ktorý bude rozumieť očakávaniam zákazníka, čo a ako merať a monitorovať, aby bolo zaistené správne fungovanie nového procesu a aké nápravné akcie je treba vykonávať vtedy, keď je proces mimo kontrolu. (Blecharz, 2011, s.84)

## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

## 4 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť Barum vznikla v roku 1948 spojením výrobcov pneumatík v bývalom Československu a to Baťa, Rubena, Mitas a Matador. V roku 1972 sa dokončila výstavba závodu v Otrokovicích, ktorý vyrába pneumatiky dodnes. V roku 1993 sa spoločnosť Barum začlenila do skupiny Continental Group a začala pôsobiť ako Barum Continental s.r.o. čím získala prístup k novým technológiám v oblasti výroby pneumatík. Spoločnosť v roku 2012 zmenila svoje obchodné meno na Continental Barum s.r.o. V roku 2017 počet zamestnancov v otrokovickom závode dosiahol počet 4800 a ročná produkcia pneumatík prevýšila 21 mil. kusov pre osobné vozidlá a pre nákladné vozidlá skoro 1 mil kusov. (Barum, © 2018)

Continental Barum s.r.o. je súčasťou koncernu Continental, ktorý sa radí medzi celosvetovo najvýznamnejších subdodávateľov automobilového priemyslu. Koncern Continental tvorí viac než 500 spoločností sídlících v 56 štátoch a zamestnáva spolu približne 220 000 zamestnancov.

Predmetom podnikateľskej činnosti spoločnosti je výroba a predaj pneumatík pre osobné a nákladné automobily a iné priemyselné úžitkové vozidlá. V rámci koncernu Continental patrí spoločnosť do gumárskej skupiny, divízie výroby pneumatík. (Výročná správa 2016)

### 4.1 Vízia spoločnosti Continental

Hlavnou úlohou spoločnosti je efektívne poskytovanie produktov a služieb k plnej spokojnosti zákazníkov a zainteresovaných strán čiže stakeholderov ako sú zákazníci, zamestnanci, investori, obchodní partneri, politici a spoločnosť.

Podnik pripravuje to najlepšie riešenie pre svojich zákazníkov. Pre dosiahnutie tejto vízie spoločnosť pracuje maximálne efektívne, účinne a inovatívne s tými najvyššími nárokmi na kvalitu a v rámci toho sa vo firme myslí a jedná integrovane, systémovo a prepojene v rámci siete. Nápady sú tak realizované rýchlejšie než u ostatných firiem v rámci veľkosériovej výroby. Spoločnosť je týmto spôsobom schopná plniť požiadavky svojich zainteresovaných skupín a môže byť tak považovaná za jedného z najspoľahlivejších a najuznávanejších partnerov, ktorí vytvárajú najvyššiu možnú hodnotu. Continental sa riadi v rámci vízie heslom: „V dosahování hodnoty sme vodcovia“. (Continental, © 2018)

## 4.2 Poslanie spoločnosti Continental

Spoločnosť si je vedomá svojej roly v spoločnosti a zodpovednosti, ktorá je s ňou spojená. Cieľom je aktívna ochrana zdrojov dostupných na zemi, a preto smer jednania spoločnosti je snaha o vyššiu účinnosť.

Mobilita a doprava patrí k základným podmienkam života a tým firma chce prospievať k splneniu zvyšujúcich sa nárokov s tým spojenými. Ako zodpovedná a vedúca spoločnosť za týmto účelom vymýšľa, vyvíja, vyrába a predáva nepostrádateľné a priekopnícke technologické riešenia.

Megatrendy tvoria základ stratégie a obchodných aktivít ktoré sú:

- Bezpečnosť – cieľ: žiadne nehody
  - ochrana života a zachovanie zdrojov
- Informácie – cieľ: úspora času a väčší komfort
  - inteligentnejšia mobilita prostredníctvom vždy prepojeného cestovania
- Životné prostredie – cieľ: čistý vzduch
  - cestovanie so šetrným využívaním zdrojov bez emisií
- Dostupná mobilita – cieľ: Individuálna mobilita pre všetkých
  - ponúknuť viac slobody a možností

Riešenia pre ľudí a spoločnosť znamenajú ochranu ich života a zdravia, vyššiu kvalitu života, rýchlejší pokrok, lepšiu ochranu životného prostredia a viac príležitostí pre osobné vytváranie budúcnosti. Podnik ako priekopník udržateľnej mobility prijíma sociálnu a spoločenskú zodpovednosť. (Continental, © 2018)



### 4.3 Organizačná štruktúra spoločnosti

Tab. 1 Organizačná štruktúra Continental Barum s.r.o. (Výročná správa, 2016)

<b>SEKCIA VÝROBA A TECHNIKA</b>	<b>SEKCIA MARKETING A OBCHOD</b>	<b>SEKCIA FINANČIE A CONTROLLING</b>
<b>Divízia</b>	<b>Divízia</b>	<b>Divízia</b>
Príprava materiálu Výroba PLT Výroba CVT Továrne inžinierstvo Plant operation Priemyslové inžinierstvo Personálne Materiálove hospodárstvo Product industrialization Kvalita Factory controlling ESH Výroba foriem	PLT RE SK PLT RE CZ Truck RE CZ/SK Market Demand Management CZ/SK	ICO systémy Financovanie a účtovníctvo Služby informačných technológií

## 5 DEFINOVANIE PROJEKTU

Názov projektu: Zefektívnenie výrobného procesu výroby polotovarov na strojných zariadeniach DAM APEX.

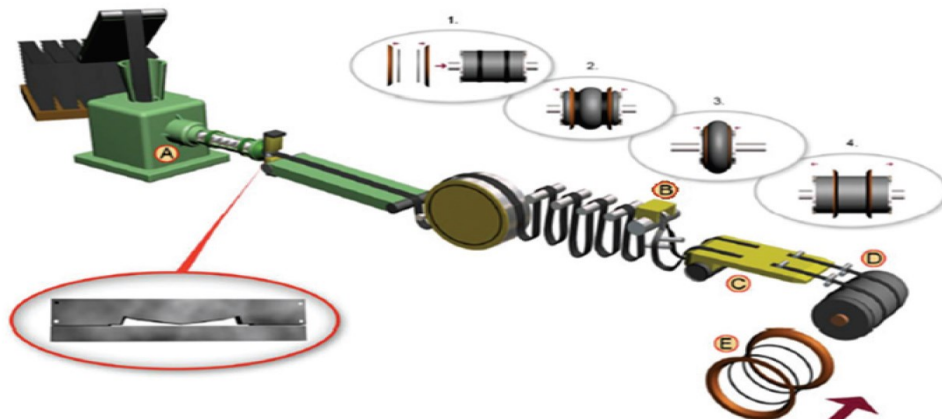
Projekt sa zameriava na zefektívnenie procesu výroby pätných lán, čo je polotovar na výrobu pneumatík. Cieľom projektu je prostredníctvom lepšieho spracovávanía vratných odpadov a prípadného zmenšenia ich produkcie zvýšiť výstup, ktorý vyprodukuje strojné zariadenia DAM APEX.

### 5.1 Strojné zariadenie DAM APEX

Projekt sa zameriava na výrobu polotovarov v rámci výroby pneumatík. Polotovary vyrábané na strojných zariadeniach DAM APEX sú pätné laná, ktoré sú na týchto zariadeniach oplášťované vrstvou kaučukovej zmesi. Pätné laná sú súčasťou pneumatiky, a vďaka nim drží pneumatika na diskoch. V rámci výroby v otrokovickom závode je 15 zariadení, ktoré fungujú v rámci nepretržitej prevádzky. Za obsluhu jedného stroja je zodpovedný jeden operátor. Vstupným materiálom na výrobu oplášťovaného pätného lana je daná kaučuková zmes a pätné laná odpovedajúcej hrúbky a šírky. Na výrobe polotovarov sa podieľajú tiež plne automatizované zariadenia, ktoré však nie sú predmetom projektu.

#### 5.1.1 Popis výroby na strojnom zariadení

Na obrázku 3 je znázornená zjednodušená schéma strojného zariadenia APEX DAM. Pre projekt je potrebné poznať celý výrobný proces výroby pätných lán.



Obr. 3 Schéma strojného zariadenia DAM APEX (Barbosa a kol., © 2017)

1. Extrúder označený písmenom A napája kaučukovú zmes uloženú na palete prostredníctvom pásov, do ktorých je zmes vkladaná operátorom. Kaučuková zmes sa v extrúdiri taví a lisuje podľa šablóny na požadované rozmery výroby. Celý tento proces prebieha pri určitej teplote, tlaku a rýchlosti. Do extrúdra je možné dávať vytvorený vratný odpad zodpovedajúcej kaučukovej zmesi, vytvorený v rámci výroby pätných lán. Na začiatku zariadenia je aj prístroj, ktorý identifikuje nežiadúci kov v zmesi kedy je nutné materiál okamžite odstrániť z výroby.
2. Po vytlačení sa pôvodný gumový pás dopravuje na pásový dopravník kde prechádza na chladiaci valec. Dopravník má špecifickú rýchlosť, aby udržal rozmery gumového profilu. Pri nábehu stroja je potrebné, aby operátor pás vytlačeného kaučuku usmernil a položil na chladiaci valec a ďalej na systém slučky.
3. Chladiaci valec a následný slučkový systém majú za úlohu udržiavať teplotu gummy v určitej hodnote, aby sa umožnilo rezanie a nanášanie gumových pásov. Systém slučky funguje aj ako čakacia zóna a výrobný regulátor prietoku. Systém má sadu infračervených snímačov na podporu nastavenia rýchlosti extrúdra a dopravného pásu ako aj funkcie polohy gumového pásu v slučkovom systéme.
4. V rozbočovači označenom písmenom B je gumový pás rozdelený tak, že vytvára dva pásy s rovnakými rozmermi.
5. Oba pásy sú tlačené automatickým mechanizmom na rezací stôl označený písmenom C a sú orientované pomocou súpravy vodiacich líšt pre rezanie na určitú dĺžku. Proces sa vykonáva pomocou čepele umiestnenej pod špecifickým uhlom ktorá tlakom reže oba gumové pásy.
6. Pásy sú posúvané automatickým mechanizmom smerom na vzduchovú membránu označenú písmenom D, kde sa nanášajú automaticky tak, aby sa spojili dva konce gumových pásov podľa presne stanovaných kritérií, čím vzniknú dva gumové kruhy. Vzduchová membrána je vytvorená z elastického materiálu a naplnená stlačeným vzduchom a pri špecifickom tlaku nanesie pásy pripevnené k bubnu na zavedené oceľové pätné jadrá ktoré sú pogumované.
7. Pätné jadrá sú vyrábané predtým na inom stroji a na tomto zariadení operátor zavádza dvojicu jadier pomocou oceľových pazúrov do ktorých vloží tieto láná a separátory na udržanie finálneho polotovaru. Oceľové pazúry sa potom automaticky posunú na vzduchovú membránu do správnej polohy kde vznikne finálny polotovar podľa kroku 6. (Barbosa a kol., © 2017)

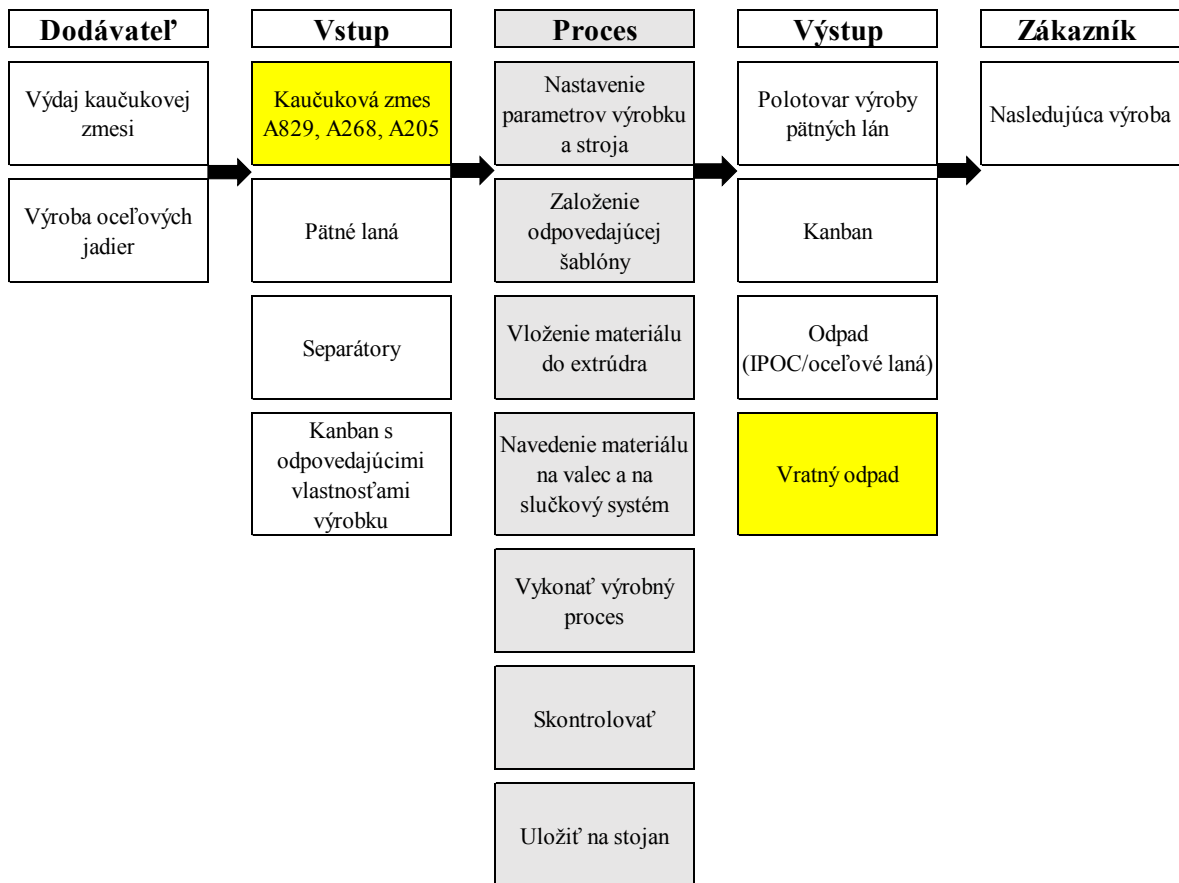
## 5.2 Procesná analýza

SIPOC predstavuje zjednodušenú schému, ktorá ukazuje hranice zlepšovania v rámci výrobného procesu od dodávateľa po zákazníka. Teoreticky ukazuje, v ktorých oblastiach sa dá nájsť zlepšenie pre daný proces, ktorým je v rámci tohto projektu výroba pätných lán. Hlavným zákazníkom je nasledujúca výroba, ktorá potrebuje vyrobené polotovary pre svoju výrobu a odovzdáva ju ďalej na výrobu celej pneumatiky. Hlavným dodávateľom je výroba kaučukovej zmesi, ktorá dodáva 3 druhy zmesi a to A829, A268, a A205, ktoré majú rozdielne fyzikálne vlastnosti ako je lepivosť materiálu, váha, štruktúra a podobne. Oceľové vystriekané jadrá dodávané pre finálny polotovar pätných lán sa dodávajú v rámci tej istej výrobnéj linky 40500. Výrobný proces v rámci SIPOC schémy je znázornený zjednodušené, ale ide o zložitejší technologický postup, pri ktorom musí byť strážený tvar, hrúbka, teplota, čistota a lepivosť zmesi. Výstupom je v tomto prípade požadovaný vyrobený polotovar pätných lán označených kanbanovou kartou pre ďalšie spracovanie v rámci výroby a tiež nežiadúci vratný odpad a SCRAP, ktorý nie je ďalej spracovateľný ako sú poškodené navinuté oceľové laná a IPOC, to jest spálená kaučuková zmes. Hlavným zákazníkom je v rámci tohto procesu nasledujúca výroba kde sa polotovar dodáva. Účastníci procesu a ich hlavné činnosti súvisiace s výrobou pätných lán na linke 40500 sú:

- **Operátori** – výroba polotovarov, kontrola kvality polotovarov, manipulácia s vratným odpadom, nastavovanie strojného zariadenia.
- **Predáci** – podpora pre operátorov, dodávanie polotovarov a separátorov pre výrobu, technická pomoc pre operátorov, spracovanie vratného odpadu, kontrola kvality polotovarov vyrobených na linke 40500
- **Technický pracovníci** – riešenie technických problémov strojných zariadení.
- **Manipulanti** – dovoz materiálu, expedícia hotových výrobkov.

Problémovou činnosťou sa ukazuje tvorba vratného odpadu, ktorého tvorba zamedzuje požadovaný výstup výroby na spracovaní pätných lán u jednotlivých strojných zariadení. Vplyv tvorby vratného odpadu na linke ovplyvňuje výsledný výstup výroby a tak je potrebné vyššie zaťažovanie strojných zariadení, operátorov a ostatných zamestnancov na linke 40500. Náplňou projektu je meranie tvorby týchto odpadov, analyzovanie prečo vznikajú a hlavnou náplňou je riešenie ich spracovania a prípadného zamedzenia ich vzniku, aby nemali dopad na výsledný výstup výroby. Spracovaním vratného odpadu nie sú zaťažovaní len operátori, ale taktiež predáci ktorí pôsobia ako podpora práce na strojných zariadeniach pre

operátorov. V projekte je dôležité sa zamerať aj na samotný proces výroby, akým spôsobom odpad vzniká, aký vplyv má naň dodávaný materiál pre riešenie zamedzenia jeho tvorby.



Obr. 4 SIPOC procesu výroby pätných lán (Vlastné spracovanie)

### 5.3 Logický rámec projektu

Projekt sa zameriava na zlepšenie výrobného procesu v rámci výroby pätných lán. Hlavnou náplňou projektu sú časové štúdie a nájdenie plytvania v tejto výrobe. Logický rámec projektu ukazuje metodický postup a ciele ktoré sú náplňou tohto projektu. Všetky hlavné body popísané v logickom rámci sú využité postupne pomocou metodiky DMAIC. Zámer a cieľ projektu ako aj jeho uskutočniteľnosť je popísaný v definícii. Výstupy a kľúčové činnosti sú súčasťou zostávajúcich činností DMAIC ako je meranie, analýza, zlepšenie a riadenie projektu. Rámec tiež ukazuje že je potrebné zbierať a spracovávať dáta ktoré budú samostatne merané pre projekt a sú tiež potrebné interné dáta z podniku pomocou ktorých sa bude dať analyzovať prípadná úspešnosť projektu.

Tab. 2 Logický rámec projektu (Vlastné spracovanie)

	Popis	Objektívne overiteľné ukazovatele	Prostriedky overenia	Predpoklady + riziko
<b>Zámer projektu</b>	Zvýšenie výstupu na strojnom zariadení DAM APEX aspoň o 1 %	Zvýšenie produkcie na DAM APEX	Výstup polotovarov, finančné ukazovatele v účtovníctve	x
<b>Cieľ projektu</b>	Zvýšenie výstupu na strojnom zariadení DAM APEX, eliminácia plytvania, efektívnejšie spracovanie vratných odpadov, zníženie tvorby vratných odpadov	Kvantitatívne ukazovatele výstupu za smenu	SAP, výstup na linke 40500	Analýza súčasného stavu a opatrenia sú správne vypracované. Podpora vedenia.
<b>Výstupy</b>	Analýza súčasného stavu	Vytvorenie štandardu na meranie výkonu stroj. zariadenia. Graficky znázorniť analyzované veličiny. Podklady pre workshop.	Výstupy pre realizáciu projektu	Finančná motivácia pri zvýšení výstupu a kvalite polotovarov
	Určenie problémových miest			
	Štandard pre meranie APEX - DAM			
	Workshop s technológmi			
	Zistenie príčin tvorby vratného odpadu			
<b>Kľúčové činnosti</b>	Analýza súčasného stavu - námery na všetkých 15 str. zariadeniach	SAP, vlastné pozorovanie, dokumentácia, historické dáta	Analyzovanie navrhnutých opatrení a vplyvu na celkovú výrobu	Spolupráca s vedúcim pracovníkom, technológmi, operátormi, manipulantmi. Odborný dohľad vedúceho DP. Schválenie projektu s oddelením PI.
	Tvorba analýzy			
	Vytvorenie štandardu pre meranie strojných zariadení			
	Vytvorenie štandardu pre meranie strojných zariadení s najväčším počtom chýb			
	Zistenie kritických miest pri procese na strojnom zariadení			
	Príprava materiálov na workshopy			
	Organizácia a účasť na workshopoch			
	Vytvorenie viac možností opatrení			
	Teoretická analýza stavu po opatreniach			
	Kontrola opatrení a štandardizácia			

## 5.4 Ripran analýza projektu

Riziková analýza projektu ukazuje riziká, ktoré sú prítomné v rámci projektu a tiež riziká spojené s jeho celkovým riešením. RIPRAN tak ukazuje hrozby ktoré môžu stať za neúspešným projektom a scenáre, ktoré hrozby spôsobujú. Analýza v sebe kombinuje všetky oblasti v rámci riadenia projektov pomocou metodiky DMAIC. Vo fáze merania a analýzy je potrebné dodržiavať časový harmonogram uvedený v prílohe 1. Vo fáze zlepšovania a výbere vhodného riešenia je potrebné uprednostňovať opatrenia, ktoré v sebe nezahŕňujú novú pracovnú silu, keďže by to ohrozilo plán realizácie projektu ktorý je podľa časového harmonogramu stanovený na polovicu mesiaca máj. Pri poslednej fáze projektu je dôležité vypracovanie plánu udržateľnosti a riadenia nového pracovného systému s finančnou analýzou navrhovaného zlepšenia. Tiež je v rámci projektu dôležité podporovať riešenia, ktoré majú vplyv na zníženie produkcie vratného odpadu.

Tab. 3 RIPRAN analýza projektu (Vlastné spracovanie)

Hrozba	Pravdepodobnosť hrozby	Scenár	Pravdepodobnosť scenára	Výsledná pravdepodobnosť	Výsledná pravdepodobnosť (kategória)	Dopad (kategória)	Hodnota rizika (Kategória)	Protiopatrenie
Neochota vedenia spoločnosti spolupracovať	20%	Žiadny prístup k informáciám, zamietnutie projektu	40%	8%	MP	SD	MHR	Stála komunikácia s managementom a objasniť výhody projektu
Malá dôvera zamestnancov	30%	Zlé a neúplné informácie	60%	18%	MP	SD	MHR	Správna komunikácia so zamestnancami
		Neochota meniť súčasný proces	70%	21%	SP	SD	SHR	Oboznámiť pracovníkov s projektom a jeho výhodami
Nedodržanie časového harmonogramu	60%	Získanie malého množstva dát a ich chybná interpretácia	80%	48%	SP	VD	VHR	Strážiť si časové termíny (harmonogram)
Analýza nesprávnych dát	40%	Chybné vyhodnotenie dát	50%	20%	MP	SD	MHR	Konzultovať dáta s kvalifikovanou osobou
Malé alebo žiadne zníženie tvorby VO	60%	Žiadne zlepšenie v produkcii VO a ohrozenie úspešnosti projektu	40%	24%	SP	SD	SHR	Podporovať riešenia obmedzenia vzniku VO
Zle vyhodnotenie dát a interpretácia výsledku	35%	Chybný návrh budúceho stavu	45%	16%	MP	SD	MHR	Overenie uskutočniteľnosti a správnosti
Malá návratnosť investícií do projektu	25%	Dlhé časové obdobie návratnosti investície a nízka návratnosť	30%	8%	MP	SD	MHR	Vybrať správne riešenie a vypracovať finančnú návratnosť
Podcenenie rozsahu problematiky	50%	Nedodržanie termínu ukončenia projektu	70%	35%	SP	VD	VHR	Strážiť si časové termíny (harmonogram)
		Skreslený výsledok projektu	55%	28%	MP	SD	MHR	Kvalitné spracovanie údajov
Zlé riadenie nového opatrenia	45%	Zlé fungovanie nového výrobného procesu	50%	23%	SP	SD	SHR	Vztvoriť plán zavedenia a školenia pracovníkov
Nemožnosť nájsť ďalšiu pracovnú silu	60%	Nemožnosť implementácie konkrétneho opatrenia	70%	42%	SP	VD	VHR	Uprednostňovať opatrenia bez potreby novej pracovnej sily

## 5.5 SWOT analýza projektu

SWOT analýza ukazuje aké príležitosti a hrozby sú spojené s priebehom projektu a hlavne jeho výstupom, ktorým je výber vhodného návrhu na zlepšenie výrobného procesu. SWOT analýza ukazuje silné stránky riešenia zlepšenia výrobného procesu a príležitosti pre podnik,

ktoré môže využiť pre riadenie ďalších projektov. Slabé stránky a hrozby tejto analýzy vychádzajú z RIPRANU, vďaka ktorému sú definované kľúčové opatrenia na minimalizáciu hrozieb úspešnosti projektu. V priebehu projektu je potrebné sledovať stav slabých stránok a hrozieb, ktoré treba minimalizovať a vyhodnocovať pre výber najlepšieho riešenia nového výrobného procesu ktoré tieto položky minimalizuje a následne maximalizuje silné stránky celkového projektu.

Tab. 4 SWOT analýza projektu (Vlastné spracovanie)

SWOT									
Silné stránky	Vedúci oddelenia	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie	Slabé stránky	Vedúci oddelenia	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie
	1,5	1,5	1			1,5	1,5	1	
Zvýšenie produkcie zariadenia	5	5	3	18	Malá návratnosť investícií	3	5	5	17
Sníženie tvorby odpaov	5	5	5	20	Malé zníženie tvorby vratného odpadu	3	3	3	12
Zníženie zaťaženia pracovníkov	5	4	5	18,5	Najatie novej pracovnej sily	4	5	4	17,5
Získavanie nových dát pre nové projekty	3	3	2	11	Málo času na podrobnú analýzu	2	2	4	10
Príležitosti	Vedúci oddelenia	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie	Hrozby	Vedúci oddelenia	PI	Autor práce	Celkové hodnotenie
	1,5	1,5	1			1,5	1,5	1	
Šetrenie nákladov na prevádzku stroja	4	5	4	17,5	Neochota meniť súčasný proces	4	4	5	17
Nájdienie nedostatkov	3	5	4	16	Nesúhlas vedenia	4	4	5	17
Zníženie SCRAPU	3	5	5	17	Zlé riadenie nového opatrenia	3	5	5	17
Odstránenie poruchy strojov	2	4	3	12	Nízky stav zlepšenia po zavedení projektu	5	5	4	19
Maximalizovať vplyv			Σ	130	Minimalizovať vplyv			Σ	126,5

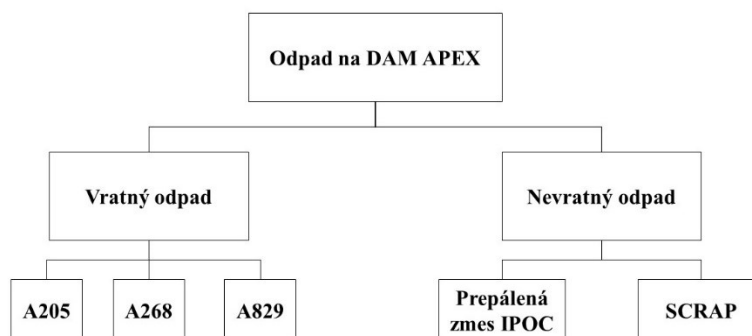


## 6 MERANIE

Predmetom merania v projekte je tvorba vratných odpadov na strojných zariadeniach DAM Apex. Súčasťou merania je časová analýza, spojená so spracovaním vratného odpadu, ktorý vzniká pri výrobe pätných lán a tiež množstvo odpadu, ktoré sa za zmenu vyprodukuje. Vratný odpad nebol v Continental Barum ešte analyzovaný z dôvodu, že ide o zdĺhavý proces merania, ale analýza jeho vzniku je pre podnik dôležitá z dôvodu, že ho vzniká pomerne veľké množstvo. Vratný odpad vznikajúci pri výrobe je možné znova využiť na linke 40500 na strojoch, ktoré využívajú danú zmes. Odpady sú na linke triedené podľa obrázka 5 (Obr. 5)

**Nevratný odpad** – Do tohto odpadu je zaradený SCRAP a IPOC. Prepálená zmes, nazývaná IPOC, ktorá vzniká pri nábehu materiálu do zariadenia pri pretláčaní cez požadovanú šablónu a SCRAP, teda nevyužitý odpad z dôvodu znečistenej, chybnnej alebo zmesi obsahujúcej kov. IPOC je odpad, ktorý je súčasťou technologického postupu, pričom SCRAP je nežiadúci a vzniká ako chyba pri výrobnom procese na zariadení DAM APEX alebo už pri príprave základnej zmesi. Nevratný odpad nie je súčasťou analýzy, lebo jeho množstvo je nepatrné v porovnaní s množstvom vyprodukovaného vratného odpadu. Nevratný odpad je sledovaný a vážený každý pracovný deň v rámci výroby.

**Vratný odpad** – Vzniká pri výrobnom procese pätných lán a delí sa podľa využívanej zmesi a to A205, A268, alebo A829. Je dôležité, aby sa pri výrobe dbalo na to, aby sa dané zmesi nemiešali. Preto sú vždy označené sprievodným listom, na ktorom je označený daný druh zmesi. Výhodou vratného odpadu je, že sa dá okamžite využiť na tom istom zariadení v prípade, že je v ňom zodpovedajúca zmes. Meraním tvorby vratného odpadu projekt ukazuje, aký je jeho vplyv na celkový výstup linky 40500.



Obr. 5 Triedenie odpadu vzniknutého na linke 40500 (Vlastné spracovanie)

## 6.1 Množstvo vratného odpadu

Meranie prebiehalo na všetkých 15 funkčných strojných zariadeniach DAM APEX. Hlavným cieľom merania bolo analyzovať celkový počet vyprodukovaného vratného odpadu za jednu zmenu. Odpad na strojných zariadeniach bol meraný dvakrát, aby sa spriemerovali hodnoty jeho celkovej produkcie. Výsledná tabuľka tak ukazuje, koľko vratného odpadu sa priemerne vyprodukuje za pracovnú zmenu na určitom strojnom zariadení. Rôzne výsledky meraní množstva odpadu sú spôsobené tým, že sa vyrábajú polotovary rôznej šírky a priemeru pre finálnu výrobu pneumatík.

Pre meranie je dôležité identifikovať a roztriediť, pri akých činnostiach odpad vzniká. Vzniknutý vratný odpad je preto rozdelený na 3 kategórie a to:

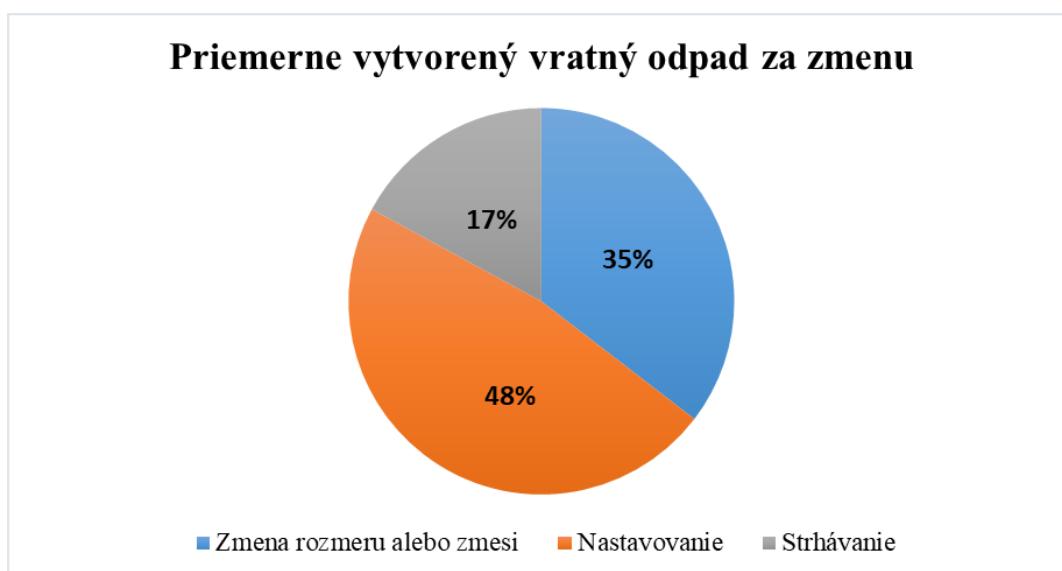
**Zmena rozmeru alebo zmesi** – vratný odpad, ktorý vzniká väčšinou na začiatku zmeny a pri zmene požadovaného materiálu na výrobu v priebehu zmeny. Tento vratný odpad vzniká aj pri zavedení šablóny ktorá mení rozmer vytlačovanej zmesi. Táto kategória vratného odpadu vzniká aj ako technologický odpad, kedy treba nastaviť strojné zariadenie a veľká časť tohto odpadu musí byť vyprodukovaná pre požadovanú kvalitu výrobku. Materiál pri zavádzaní nemá správnu teplotu a tiež slúži na zachytávanie drobných zvyškov z predchádzajúceho materiálu, ktorý nemá vplyv na kvalitu zmesi pri jeho opätovnom využití.

**Nastavovanie** – v tejto kategórii je zahrnutý vratný odpad vznikajúci pri zistenej chybnéj funkčnosti strojného zariadenia. Vzniká v priebehu výroby pri už zavedenej novej zmesi alebo rozmere a jeho vznik je pri výrobe nežiadúci. Tento materiál je potrebné odvinúť, pretože nemá požadované fyzikálne vlastnosti a nedržal by na ocelovom jadre. Pri závažnej chybe je potrebné materiál odstrániť z celého strojného zariadenia preto, lebo vplyvom prostredia stráca požadovanú kvalitu. Takto vzniknutý odpad však meraný nebol z toho dôvodu, že ide o výnimočné udalosti v rámci zariadenia a vymykajú sa tak štandardnej výrobe.

**Strhávanie** – strhávaním je nazvaná kategória vratného odpadu, ktorý vzniká, keď je na ocelové jadro namotaný a prilepený kaučukový pás, ale nespĺňa prísny štandard kvality ako je napríklad zlý konečný spoj pásu. Tento vratný odpad vzniká tak, že operátor ho musí ručne strhnúť z ocelového jadra a dať k ostatnému vratnému odpadu. Pritom operátor môže poškodiť ocelové jadrá, ktoré nie sú znovu využiteľné vo výrobe a vzniká SCRAP. Kaučukový materiál zostáva po takomto trhávaní nepoškodený a môže sa vrátiť do výroby, avšak nemie v sebe obasahovať kus drôtu z ocelového jadra.

Tab. 5 Priemerne vytvorený odpad za pracovnú zmenu [v kg] (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Zmena rozmeru alebo zmesi	Nastavovanie	Strhávanie	Odpad spolu
DAM APEX č.1	1,33	8,64	1,57	<b>11,53</b>
DAM APEX č.2	11,22	6,58	7,90	<b>25,70</b>
DAM APEX č.3	1,85	6,47	0,57	<b>8,89</b>
DAM APEX č.4	5,33	19,98	11,00	<b>36,30</b>
DAM APEX č.6	2,63	2,89	2,38	<b>7,90</b>
DAM APEX č.7	1,27	4,38	1,53	<b>7,19</b>
DAM APEX č.8	1,29	9,28	5,12	<b>15,69</b>
DAM APEX č.9	7,36	16,20	4,51	<b>28,07</b>
DAM APEX č.10	4,65	11,94	3,81	<b>20,39</b>
DAM APEX č.11	1,71	7,47	1,75	<b>10,93</b>
DAM APEX č.12	11,22	6,58	7,90	<b>25,70</b>
DAM APEX č.13	33,47	23,71	4,18	<b>61,36</b>
DAM APEX č.14	20,28	20,16	4,00	<b>44,44</b>
DAM APEX č.15	15,60	19,05	4,34	<b>38,99</b>
DAM APEX č.17	11,10	11,34	2,26	<b>24,70</b>
<b>Spolu</b>	<b>130,29</b>	<b>174,66</b>	<b>62,84</b>	<b>367,79</b>
<b>Spolu za CUD</b>	<b>390,87</b>	<b>523,99</b>	<b>188,51</b>	<b>1 103,37</b>
<b>Spolu za rok</b>	<b>125 079,60</b>	<b>167 675,76</b>	<b>60 323,28</b>	<b>353 078,64</b>



Graf 1 Percentuálny podiel vratného odpadu vo výrobe na zmenu (Vlastné spracovanie)

Podľa údajov z tabuľky 4 (Tab. 4) je vytvorený graf 1, ktorý reprezentuje podiel vyprodukovaného vratného odpadu za zmenu. Pri zmene rozmeru prípadne zmesi alebo kombináciou tohto úkonu vzniká 35% odpadu, čo činí priemerne 130,29 kg. Najviac odpadu vzniká

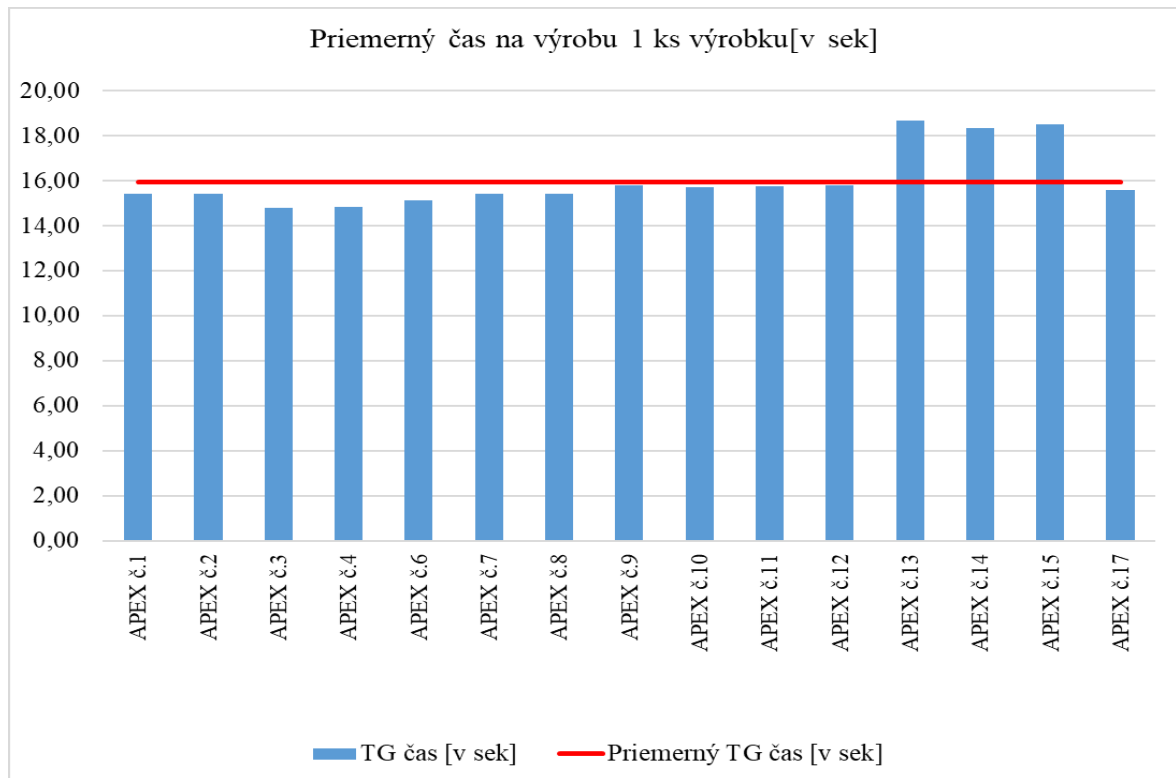
v rámci nastavovania pri zistenej chybe čo je 48% a priemerne 174,66 kg. Strhávanie činí 17% z celkovej produkcie vratného odpadu, a to 62,84 kg za zmenu. Celkovo je vo výrobe za výrobnú zmenu vytvorených 367,79 kg VO (Vratného odpadu), čo znamená že za CUD (pracovný deň) vytvorí viac ako 1 tonu odpadu. Za rok, ktorý tvorí 320 pracovných dní je približná hodnota vyprodukovaného odpadu viac ako 350 ton. Údaje sa môžu samozrejme meniť vplyvom počasia, pracovnej zmeny a podobne. Toto meranie môže byť v rámci projektu brané ako reprezentatívne, lebo všetky údaje boli merané v rámci rannej zmeny kedy je produkcia v rámci podniku najvyššia a zároveň v zimnom období keď je kaučukový materiál najviac stabilný.

## 6.2 Časová štúdia

Pre potreby analýzy je známy čas na výrobu jedného plášt'a, označovaný v Continental Barum ako TG čas, ktorý ukazuje skutočnú časovú hodnotu ako dlho priemerne trvá na zariadení výrobný proces . Údaje sú uvedené v tabuľke 6 (Tab. 6) a ukazujú koľko sa vyrobilo výrobkov za mesiace január a február, čas ktorý bol využitý čisto na výrobu a skutočný čas na jeden výrobok (TG čas) jednotlivých zariadení. TG čas výrobku je dôležitý pre budúcu analýzu vzhľadom na časové straty, ktoré vznikajú s manipuláciou s VO.

Tab. 6 Počet výrobkov na DAM APEX a jednotlivý TG čas za v roku 2018  
(Vlastné spracovanie na základe interných údajov Continental Barum s.r.o.)

Strojné zariadenie	Čas na výrobu [v min.]	Zhotovených výrobkov za rok [v ks]	TG čas [v min]	TG čas [v sek]
DAM APEX č.1	22 169	86 360	0,2567	15,40
DAM APEX č.2	60 739	236 614	0,2567	15,40
DAM APEX č.3	36 499	147 870	0,2468	14,81
DAM APEX č.4	41 298	167 220	0,2470	14,82
DAM APEX č.6	56 340	223 396	0,2522	15,13
DAM APEX č.7	57 603	224 400	0,2567	15,40
DAM APEX č.8	63 954	249 130	0,2567	15,40
DAM APEX č.9	65 309	248 090	0,2632	15,79
DAM APEX č.10	56 801	216 820	0,2620	15,72
DAM APEX č.11	59 165	225 070	0,2629	15,77
DAM APEX č.12	12 461	47 400	0,2629	15,77
DAM APEX č.13	46 720	150 020	0,3114	18,69
DAM APEX č.14	48 293	158 060	0,3055	18,33
DAM APEX č.15	47 990	155 454	0,3087	18,52
DAM APEX č.17	48 058	184 900	0,2599	15,59
<b>Spolu a priemerný TG čas</b>	<b>723 399</b>	<b>2 720 804</b>	<b>0,2659</b>	<b>15,95</b>



*Graf 2 TG čas jednotlivých zariadení s priemerným TG časom na výrobnéj linke (Vlastné spracovanie)*

Na grafe 2 je uvedený TG čas jednotlivých strojných zariadení s porovnaním s priemernou hodnotou 15,95 sekúnd na výrobu jedného výrobku na strojnom zariadení. Nad priemernú hodnotu sa dostali len strojné zariadenia 13,14,15 ktoré majú vyššie hodnoty z dôvodu produkcie plášťov s väčšími rozmermi a ťažšou manipuláciou s nimi.

Pri meraní bolo dôležité sa zamerať na časy, s ktorými operátor manipuluje s vratným odpadom. V priebehu váženia VO sa tiež merali časy jednotlivých úkonov potrebných na spracovanie VO, z ktorých sa vytvoril časový priemer. V priebehu výroby sa operátor musí venovať aj spracovaniu týchto odpadov, čo v konečnom dôsledku nepridáva pridanú hodnotu jeho činnosti. Z priebežných časových meraní manipulácie s VO vznikli priemerné časové hodnoty dvoch operácií ktoré musí operátor vykonať, a to čas strhávania zmesi a čas na spracovanie VO. Charakteristika časov ktoré sa merali v rámci vratného odpadu a výroby sú nasledovné:

**Priemerný čas na spracovanie VO** – priemerná časová hodnota, ktorá v sebe zahrňuje úkony ktoré musí operátor vykonať, keď vracia odpad do strojného zariadenia. Operátor musí odpad ktorý vyprodukuje a uskladňuje pri zariadení oddeliť, pretože sa v rámci skla-

dania sa na seba lepí čo je zahrnuté v tomto čase ktorý býva tiež rozdielny dôvodu uskladnenia VO. Tiež musí z tohto odpadu, ktorý tvoria pásy znehodnoteného polotovaru vytvoriť pás pospájaním týchto častí ktorý musí vážiť približne 2,5 kg, čo je približná hodnota odpadu ktorá sa môže vložiť do extrúdra aby sa zachovala finálna kvalita zmesi čo tvorí najviac 35% vratného odpadu v zmesi. Takto vytvorený pás vratného odpadu musí operátor odniesť zo svojho stanovišťa na začiatok stroja do extrúdra, kde tento vytvarovaný odpad vloží a v prípade že sa nezachytí do zariadenia ho musí operátor pomocou drevenej palice pritlačiť o šnekový hriadeľ v extrúdrí. V praxi sa tento proces v podniku nazýva aj skrmovanie.

**Priemerný čas na strhávanie zmesi** – je časová hodnota nameraná z procesu strhávania jedného pätného lana, keď je vytlačená zmes zle nanosená na oceľové lano. Operátor zle namotanú a zlepenú zmes musí strhnúť z oceľového lana, oceľové lano ide buď do SCRAPU keď je poškodené alebo ho použije znova vo výrobe ak sa pri strhavaní nepoškodí. Časy strhávania sa menia a pohybujú sa medzi hodnotami 7 až 13 sekúnd, niekedy aj vyše 30 sekúnd. Čas strhnutia sa menil v závislosti od chyby ako bola - zmes na oceľové lano nanosená, silou konečného spoja, lepivosťou materiálu, materiálu na pätnom lane, šírkou plášťov, skúsenosťou operátora a podobne.

**TG čas na jeden plášť** – časová hodnota ktorá bola nameraná na výrobu jedného plášťa aj s jeho uskladnením v rámci výrobného procesu na rôznych zariadeniach DAM APEX, ktorá bola priemerovaná na jeden čas pre všetky zariadenia. Hodnoty jednotlivých činností sú uvedené v tabuľke 7 (Tab. 7) a sú dôležité na časovú štúdiu ako vplýva spracovanie odpadov na konečnú produkciu plášťov na linke 40500.

*Tab. 7 Priemerný čas na jednotlivé úkony s vratným odpadom (Vlastné spracovanie)*

Merané činnosti	Čas [v sek.]
Priemerný čas na spracovanie VO	55
Priemerný čas strhávania zmesi	8,69
TG čas na jeden plášť	15,59

### 6.3 Časové straty so spracovaním vratného odpadu

Výsledkom meraní množstva vyprodukovaného odpadu za zmenu a meraní úkonov spojených so spracovaním VO bolo možné vytvoriť tabuľku znázorňujúcu koľko minút musí operátor stráviť so spracovaním vratného odpadu vo výrobe, čo je čas ktorý nemá pridanú

hodnotu, čiže čas za ktorý nie je zákazník ochotný platiť. Tabuľka 8 (Tab. 8) ukazuje v priemere časy spojené s tvorbou VO pre jednotlivé strojné zariadenia za jednu zmenu.

Tab. 8 Priemerné časy na spracovanie vratného odpadu za pracovnú zmenu na jednotlivých zariadeniach (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Čas na extrúder [v sek.]	Čas na strhávanie [v sek.]	Spolu spotreba času [v sek.]	Spolu spotreba času [v min.]
DAM APEX č.1	275	78,21	353,21	5,89
DAM APEX č.2	605	139,04	744,04	12,40
DAM APEX č.3	220	156,42	376,42	6,27
DAM APEX č.4	825	243,32	1068,32	17,81
DAM APEX č.6	220	60,83	280,83	4,68
DAM APEX č.7	165	112,97	277,97	4,63
DAM APEX č.8	385	121,66	506,66	8,44
DAM APEX č.9	660	130,35	790,35	13,17
DAM APEX č.10	495	599,61	1094,61	18,24
DAM APEX č.11	275	147,73	422,73	7,05
DAM APEX č.12	605	312,84	917,84	15,30
DAM APEX č.13	1375	104,28	1479,28	24,65
DAM APEX č.14	990	112,97	1102,97	18,38
DAM APEX č.15	880	208,56	1088,56	18,14
DAM APEX č.17	550	121,66	671,66	11,19
<b>Priemer na zariadenie</b>	<b>568,33</b>	<b>176,70</b>	<b>745,03</b>	<b>12,42</b>

Hodnoty boli namerané pomocou priemerných časov na činnosti spojenými so spracovaním odpadov a produkciou celkového odpadu. Jednotlivé položky tabuľky 8 (Tab. 8) boli vypočítané nasledovne:

**Čas na extrúder [v sek.]** – (Odpad spolu/2,5 kg)\*Priemerný čas na spracovanie VO

**Čas na strhávanie [v sek.]** – Počet strhnutých kusov za zmenu \* Priemerný čas strhávania

Hodnoty ukazujú, že spracovaním odpadu operátor stratí v priemere 12,42 minúty na zmenu. V časovej strate nie sú zahrnuté časy, ktoré operátor vykonáva tiež s materiálom pri zistenej chybe, keď musí daný materiál vyťahovať zo stroja, strihať v prípade veľkých porúch, strhávať zo vzduchovej membrány a podobne. Časy z tabuľky 8 (Tab. 8) sú spojené s činnosťou, ktorá je priamo spojená s vrátením VO do stroja cez extrúder.

Tabuľka 9 (Tab.9 ) ukazuje, koľko času sa v rámci strojného zariadenia manipuluje z odpadom, v rôznych časových úsekoch roka. Hodnoty nie sú výsledkom sledovania odpadu počas 320 pracovných dní vo výrobe a vychádzajú len zo známych meraní ktoré boli vykonané v rámci projektu. Tabuľka 9 (Tab. 9) tak ukazuje stratu vo výrobe v minútach na spracovanie

odpadu za jednu pracovnú zmenu, počas CUD čo je pracovný deň, mesačnú spotrebu času a ročnú spotrebu času na spracovanie vratného odpadu vyjadrenú aj hodinovej hodnote. Za rok ktorý tvorí 320 CUD tak spracovávanie odpadu trvá priemerne 198,67 hodín čo je približne 8 dní na jedno strojné zariadenie. Výsledky tak ukazujú, že spracovanie odpadu na zariadeniach plytvá ich výrobnou činnosťou a v priebehu roka namiesto produkcie výrobkov 8 dní spracúvajú len vratný odpad

Tab. 9 Vplyv spracovania vratného odpadu na celkový čas vo výrobe za rok (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Spotreba času za zmenu [v min.]	Spotreba času za CUD [v min.]	Spotreba času za mesiac [v min.]	Spotreba času za rok [v min.]	Spotreba času za rok [v hod.]
DAM APEX č.1	5,89	17,66	470,83	5 651,36	94,19
DAM APEX č.2	12,40	37,20	991,81	11 904,64	198,41
DAM APEX č.3	6,27	18,82	501,77	6 022,72	100,38
DAM APEX č.4	17,81	53,42	1 424,07	17 093,12	284,89
DAM APEX č.6	4,68	14,04	374,35	4 493,28	74,89
DAM APEX č.7	4,63	13,90	370,53	4 447,52	74,13
DAM APEX č.8	8,44	25,33	675,38	8 106,56	135,11
DAM APEX č.9	13,17	39,52	1 053,54	12 645,60	210,76
DAM APEX č.10	18,24	54,73	1 459,12	17 513,76	291,90
DAM APEX č.11	7,05	21,14	563,50	6 763,68	112,73
DAM APEX č.12	15,30	45,89	1 223,48	14 685,44	244,76
DAM APEX č.13	24,65	73,96	1 971,88	23 668,48	394,47
DAM APEX č.14	18,38	55,15	1 470,26	17 647,52	294,13
DAM APEX č.15	18,14	54,43	1 451,05	17 416,96	290,28
DAM APEX č.17	11,19	33,58	895,32	10 746,56	179,11
<b>Priemer na zariadenie</b>	<b>12,42</b>	<b>37,25</b>	<b>993,12</b>	<b>11 920,48</b>	<b>198,67</b>

Dôležitým poznatkom pri sledovaní merania tvorby vlastných odpadov a ich spracovania bolo sledovanie činnosti operátora a predáka v rámci času stráveného spracovaním odpadu. Operátor nebol vždy na 100% zaťažený spracovaním VO na stroji ale pomáhal mu v niektorých fázach výroby predák, ktorý operátorovi pri zvýšenom počte vratného odpadu tento odpad pomohol spracovať. Z meraní vyplynulo že v priemere operátor na zariadení spracúva 55% vratného odpadu a predák 45% vratného odpadu. Väčší podiel pri spracovaní odpadu predákom mali strojné zariadenia ktoré produkovali veľké množstvo tohto VO kde strávil predák viac času, ako pri strojoch ktoré nevykazovali veľkú produkciu VO. Predák pomáha spracovaním VO tým že tvaruje a ukladá vratný odpad do extrúderu a tiež pomáha strhávať zle navinuté pätné laná. Zníženie časového zaťaženia so spracovaním vratného odpadu na linke by nemalo mať vplyv len na vyššiu produkciu, na ktorú má vplyv činnosť operátora ale taktiež zníženie času na spracovanie VO pre predáka, ktorý môže ušetriť čas venovať činnosti ako je dodávka materiálu operátorom, riešenie technických problémov s technikmi a tiež sa viac zamerať na potrebné pretypovanie strojov v rámci pracovnej zmeny.



## 7 ANALÝZA DÁT

Predmetom analýzy v rámci tohto projektu je vznik vratného odpadu na linke 40500. Predmetom skúmania je tiež vplyv vzniku VO na konečnú produkciu na jednotlivých strojných zariadeniach.

### 7.1 Podiel vratného odpadu na zariadeniach

Pri meraní objemu vyprodukovaného vratného odpadu sa ukázalo, že každé strojné zariadenie produkuje iné množstvá VO v rámci zmeny. Pre analýzu jeho vzniku na výrobnéj linke bola zostrojená tabuľka 10 (Tab. 10), ktorá ukazuje podiel vytvoreného vratného odpadu na jednotlivých zariadeniach DAM APEX. Tabuľka farebne odlišuje percento VO farebnou škálou od zelenej po červenú, čo znamená, že zelenou farbou sú zvýraznené hodnoty výrazne nižšie od strednej hodnoty označenej žltou farbou a červenou sú označené hodnoty výrazne prevyšujúce strednú hodnotu. Stredná hodnota v rámci tejto analýzy bola stanovená podľa grafu 1 čo vyjadruje percento vytvoreného odpadu v rámci celej zmeny. Tabuľka tak ukazuje, ktoré stroje sa výrazne odlišujú od priemeru a na ktorú problematiku sa treba zamerať v rámci riešenia vzniku vratného odpadu na danom zariadení.

Tab. 10 Podiel vratného odpadu na jednotlivých strojných zariadeniach za zmenu (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Zmena rozmeru alebo zmesi	Nastavovanie	Strhávanie
DAM APEX č.1	11,5%	74,9%	13,6%
DAM APEX č.2	24,8%	64,5%	10,7%
DAM APEX č.3	20,8%	72,7%	6,4%
DAM APEX č.4	14,7%	55,0%	30,3%
DAM APEX č.6	25,2%	40,8%	34,0%
DAM APEX č.7	17,7%	61,0%	21,3%
DAM APEX č.8	8,2%	59,2%	32,6%
DAM APEX č.9	26,2%	57,7%	16,1%
DAM APEX č.10	23,9%	57,8%	18,3%
DAM APEX č.11	26,3%	56,4%	17,3%
DAM APEX č.12	30,3%	43,3%	26,4%
DAM APEX č.13	54,5%	38,6%	6,8%
DAM APEX č.14	45,6%	45,4%	9,0%
DAM APEX č.15	40,0%	48,9%	11,1%
DAM APEX č.17	46,9%	43,9%	9,2%
<b>Stredná hodnota</b>	<b>35,0%</b>	<b>48,0%</b>	<b>17,0%</b>

**Zmena rozmeru alebo zmesi** – V prípade produkcie tohto druhu VO stroje vykazujú nízke percentuálne hodnoty, čo hodnotím pozitívne. Tento odpad je však súčasťou výrobného procesu a jeho tvorba je pre výrobu nevyhnutná. Vyššie hodnoty vykazujú strojné zariadenia 13 až 17 čo je spôsobené rôznorodou produkciou v rámci zmeny. Za jednu zmenu sa pri týchto strojných zariadeniach mení zmes alebo šablóna viac ako štyrikrát krát, čo spôsobuje vyššiu produkciu VO. Strojné zariadenia 1 až 12 vykazujú dobré až veľmi dobré výsledky pri tomto druhu odpadu z dôvodu nemeniaceho sa typu výrobku v rámci zmeny. Najväčší vplyv má s určitosťou na vznik tohto odpadu rôznorodosť výroby v rámci jednej pracovnej zmeny. Keďže je tento odpad povinný, jeho vyššie pomerové číslo oproti ostatným veličinám znamená dobré fungovanie strojného zariadenia. Pri výrobe je veľkosť tohto odpadu stanovená takže pre operátora je dôležité držať sa predpísaného vytvoreného množstva. Tvorenie tohto odpadu je povinné v rámci technologického postupu, takže nemusí byť predmetom ďalších analýz.

**Nastavovanie** – pri tejto činnosti sa už v rámci merania ukázalo že je najväčším problémom. Zariadenia 1 až 3 produkujú najviac odpadu tohto druhu. Strojné zariadenia 4, 7 až 11 vykazujú tiež veľké percento tvorby odpadu spojeným s nastavovaním. Strojné zariadenia 6, 13-17 majú hodnoty lepšie ako je stredná hodnota alebo sú k nej blízko. S týmto odpadom je spojená veľká časová strata, spojená s činnosťami ako je nájdenie chyby na stroji a podobne, ktorá by sa dala využiť na výrobu výrobkov. Ako ukazuje tabuľka 10 (Tab. 10) odpady vznikajúce pri nastavovaní sú najväčšie, preto je potrebná analýza ich vzniku a tiež nájsť riešenia ich zamedzení.

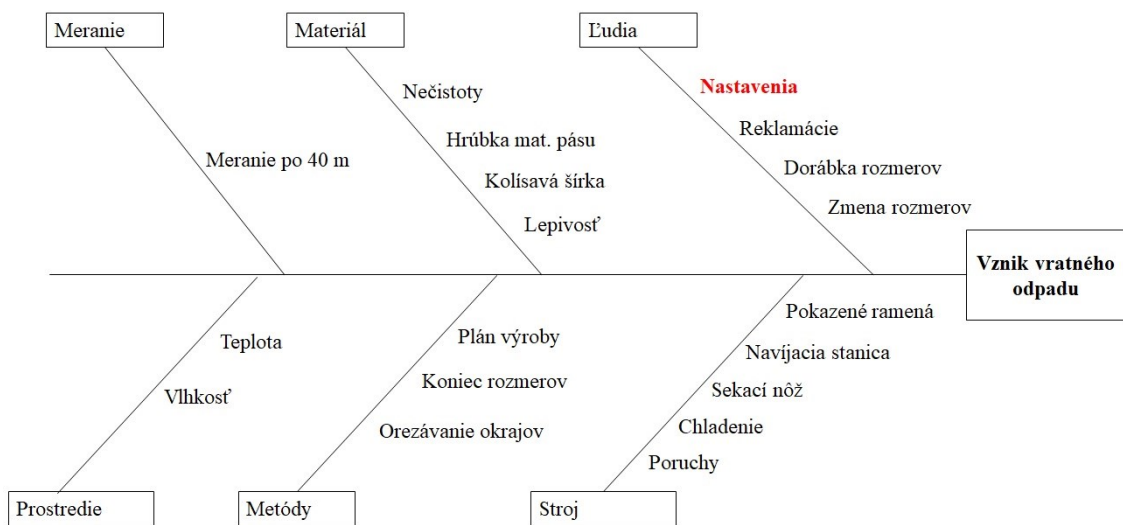
**Strhávanie** – činnosť, ktorá je priamo spojená s odstránením chyby na výrobku a odpad z nej tvorí minimálne hodnoty v rámci tvorby VO. Vyššie hodnoty dosahujú strojné zariadenia 4, 5, 6, 7, 8 a 12. Ostatné stroje vykazujú malé percento tvorby odpadu, čo hodnotím ako pozitívne, lebo sa neprodukujú SCRAPY poškodených oceľových lán. Odpad spojený so strhávaním vzniká, keď operátor nie je schopný opraviť chybu na stroji pri nastavovaní a tak vyrába výrobky ktoré sa dajú opraviť jedine strhnutím kaučukového pásu z oceľového lana.

Analýza vratného odpadu ukázala ktoré stroje majú s produkciou vratného odpadu najväčšie problémy. Percentuálny podiel pri zmene rozmeru alebo zmesi sa ukázala ako hodnota ktorá ak je vyššia, tak zodpovedá požiadavke výroby pri dodržaní predpísaného množstva vratného odpadu. Ostatné druhy vratného odpadu sú však na strojnom zariadení nežiadúce

a treba ich znížiť až eliminovať. S percentuálnym podielom sú tiež spojené nemalé časové straty na zariadeniach, ktoré je treba riešiť pre úspešnosť projektu.

## 7.2 Príčiny vzniku vratného odpadu

Ďalšou úlohou analýzy je zistenie príčin, prečo vzniká tak veľké množstvo vratného odpadu na strojných zariadeniach DAM APEX. V rámci workshopu zameraného na túto problematiku bol vytvorený Ishikawa diagram (Obr. 6), ktorý ukazuje rôzne príčiny vzniku tohto odpadu. Na vznik odpadu má dopad šesť oblastí a to ľudia, materiál, meranie, samotný stroj, metódy a prostredie.



Obr. 6 Ishikawa diagram vzniku vratného odpadu (Výsledok workshopu linka 40500)

Ako ukazuje Ishikawa diagram, existuje veľké množstvo príčin vzniku vratného odpadu na strojných zariadeniach. Najviac príčin k vzniku VO je z oblastí ľudí, strojov a materiálu. Pri meraní množstva vzniku VO sa ukázalo že najväčší podiel na tom majú ľudia pri nastavovaní strojného zariadenia, s čím je priamo spojené aj strojné zariadenie, ktoré vykazuje chyby pri nastavovaní. Dorobenie rozmerov a tým spojený vznik VO je priamo spojený s časovými stratami na strojných zariadeniach, ktoré nestíhajú dané rozmery vyrobiť. V rámci strojov sa ukazujú chyby, ktoré sa dajú eliminovať len kontrolami strojného zariadenia a samotný operátor s nimi nič neurobí. Pravidelná údržba sa však na strojoch vykonáva pomocou metodiky TPM (Total Productive Maintenance) a tu neboli v rámci analýzy zistené chyby. Strojné zariadenia musia byť vždy dobre pripravené a pri zistení závažnej chyby sú hneď opravované vyškolenými technikmi. Metódy, ktoré majú vplyv na produkciu VO sú spojené s plánom výroby, kde treba meniť zmes a rozmery, ktoré požaduje ďalší zákazník, čo je ďalšia výroba. Koniec rozmerov má tiež vplyv na vyprodukovaný odpad, kedy operátor neodhadne koniec

používaného materiálu pri výrobnej dávke a musí vytláčenu zmes použiť ako vratný odpad. Materiál má podľa operátorov a technikov tiež veľký vplyv na vyprodukovaný vratný odpad ale riešenie tohto problému je na chemickej a fyzikálnej úrovni, čo sa vo výrobe nedá ovplyvniť. Vlastnosti materiálu sa dajú ovplyvniť iba v rámci vývoja materiálu a jeho prípravy v centrále spracovania vstupného materiálu. Na produkciu vratného odpadu má veľký podiel tiež prostredie. Podstatnú úlohu tu zohráva teplota a vlhkosť vzduchu, pretože hlavne v letnom období spôsobujú veľké problémy pri spracovaní materiálu. Zvýšená teplota spôsobuje rýchle zmeny v kaučukovom materiáli, ktorý spôsobuje nekvalitu vo finálnom polotovare. Meranie spôsobuje vznik odpadu, kedy pri meraní odvinutého základného materiálu treba zmerať hrúbku vytlačovaného jadra a na konci strojného zariadenia je už vychladnutý materiál, ktorý treba odvinúť. Meranie je však dôležité pre finálnu kvalitu výrobku.

V diagrame je červenou farbou označené nastavenie, ktoré podľa meraní spôsobuje veľké množstvo tvorby vratného odpadu na zariadení a tvorí skoro 180 kilogramov za pracovnú zmenu. Tvorbu odpadov však spôsobujú viaceré činitele súčasne čo je ťažko vyčísliteľné. Súčasťou analýzy bolo tiež zistiť, prečo sa pri nastaveniach strojného zariadenia vytvára veľké množstvo vratného odpadu pomocou metodiky 5x prečo:

Pri zistenej chybe vzniká veľké množstvo vratného odpadu v priebehu nastavenia strojného zariadenia

➤ **Prečo?**

Operátorovi trvá príliš dlho kým nájde konkrétnu chybu.

➤ **Prečo?**

Operátor jednotlivu a náhodne skúša nastavenia na rôznych častiach strojného zariadenia.

➤ **Prečo?**

Operátor nemá presne definovaný postup kontroly a nastavenia viacerých súčastí strojného zariadenia.

➤ **Prečo?**

Nie je vytvorený štandard kontroly a nastavenia strojného zariadenia pri zistenej chybe na zariadení.

➤ **Prečo?**

Nie sú jasne definované kroky, ktoré musí operátor vykonať pri zistenej chybe.

Pri metodike 5x prečo a na základe pozorovania činnosti pracovníkov pri zistenej chybe bolo zistené, že chýba presný postup krokov, ktoré má operátor vykonať na strojnom zariadení. Operátor často nevie, kde sa stala chyba a skúša náhodne nastavovať rôzne časti strojného zariadenia, kým nezačne stroj pracovať správne. Pri tejto činnosti nevzniká na stroji len veľké množstvo vratného odpadu, ale tiež veľké časové straty. Riešenie tohto problému by mal čiastočne vyriešiť vytvorený štandard kontroly a nastavenia strojného zariadenia pri zistenej chybe. Hlavnou myšlienkou štandardu je vytvorenie postupných krokov kontroly a nastavenia rôznych súčastí strojného zariadenia naraz a tým znížiť časové straty aj produkciu vratného odpadu na zariadení. Štandard musí obsahovať všetky kroky ktoré operátor vykoná pre správne fungovanie strojného zariadenia a vďaka nemu nezabudne na časť stroja kde sa môže chyba vyskytovať.

### 7.3 Vplyv časovej straty na produkciu polotovarov

S analýzou výsledkov je tiež spojený dopad na finálnu výrobku polotovarov. Po zistení koľko percent strojného času tvoria straty na spracovanie vratného odpadu z tabuľky 9 (Tab.9) bolo dôležité zistiť, koľko výrobkov by bola linka 40500 schopná vyrobiť v rámci najvyťaženejších strojov pri odstránení spracovania VO. Za obdobie január a február v roku 2018 by bola linka schopná vyrobiť podľa tabuľky 11 (Tab. 11) o vyše 58 000 výrobkov viac. Táto hodnota v rámci analýzy ukazuje, že je potrebné aby operátor s vratným odpadom nemanipuloval a to hlavne pri strojoch, ktoré môžu byť úzkym miestom pre ďalšiu výrobu.

Tab. 11 Vplyv spracovania VO na finálnu produkciu polotovarov na linke 40500 za rok 2018 (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Počet dní výroby	Zhotovených výrobkov za rok [v ks]	Strata na výrobkoch za rok [v ks]	Strata na výrobkoch za deň [v ks]	Strata na výrobkoch za zmenu [v ks]
DAM APEX č.2	43	236 614	6 232	145	49
DAM APEX č.6	40	223 396	2 228	56	19
DAM APEX č.7	41	224 400	2 220	55	19
DAM APEX č.8	45	249 130	4 441	99	33
DAM APEX č.9	46	248 090	6 906	151	51
DAM APEX č.10	40	216 820	8 357	209	70
DAM APEX č.11	42	225 070	3 378	81	27
DAM APEX č.13	33	150 020	7 838	238	80
DAM APEX č.14	34	158 060	6 137	181	61
DAM APEX č.15	34	155 454	5 995	177	59
DAM APEX č.17	34	184 900	4 394	130	44
<b>Spolu</b>		<b>2 271 954</b>	<b>58 126</b>	<b>1 522</b>	<b>512</b>

## 8 ZLEPŠOVANIE VÝROBNÉHO PROCESU

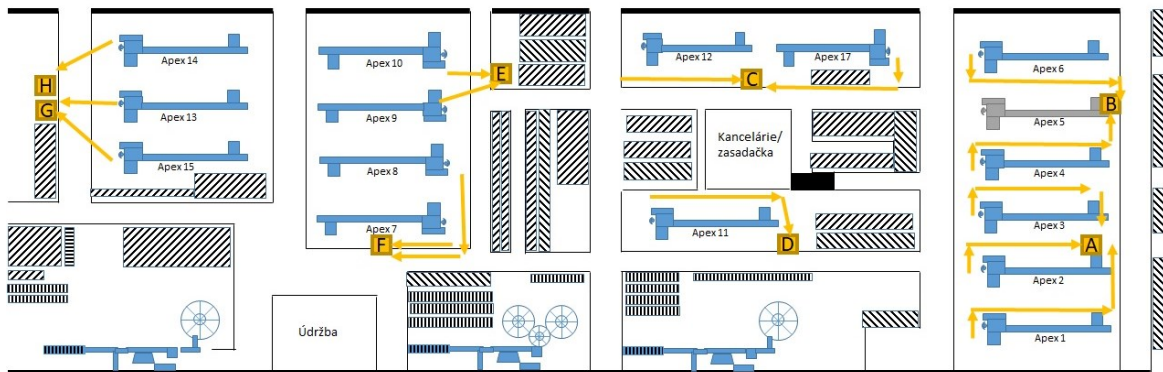
V priebehu merania a analýzy projektu zlepšenia výrobného procesu na strojných zariadeniach DAM APEX bolo preukázané že na konečný výstup má veľký vplyv tvorba a spracovanie vyprodukovaného vratného odpadu. Na zefektívnenie výrobného procesu treba eliminovať časové straty, ktoré spôsobuje spracovanie tohto odpadu operátorom a tiež zníženie jeho produkcie vďaka navrhovaným zlepšeniam. Hlavnou myšlienkou zlepšenia je, aby operátor nemusel vykonávať prácu s vratným odpadom, a tým sa zvýšila produktivita výroby na strojnom zariadení. V rámci zlepšovania sú predstavené návrhy na elimináciu časových strát a tvorbu VO na strojných zariadeniach s cieľom zvýšenia potrebnej produkcie na linke 40500. Súčasťou tohto kroku projektu je tiež finančné zhodnotenie navrhovaných riešení.

### 8.1 Návrh na nový výrobný proces

Ako vyplýva z meraní a časovej analýzy pracovného procesu na strojných zariadeniach DAM APEX je veľkou časovou stratou pre operátora manipulovanie s vratným odpadom. Operátor tým, že vratný odpad musí spracovať na strojnom zariadení stráca čas, pri ktorom by mohol vyrábať polotovary pre ďalšiu výrobu. Hlavnou náplňou navrhnutia nového výrobného procesu je, aby operátor nebol zaťažovaný spracovaním tohto vratného odpadu, venoval sa len výrobe a tým zvýšil produktivitu na strojnom zariadení. Výstupy návrhov na nový výrobný proces sú vyčíslené pri 100% využití pracovníka na spracovanie vratného odpadu a plnom vyťažení strojných zariadení pre lepšiu orientáciu v navrhovaných riešeniach.

#### 8.1.1 Eliminovanie spracovania vratného odpadu na linke

Prvý návrh na zvýšenie produkcie polotovarov na linke 40500 je úplná eliminácia spracovania vratného odpadu, ktoré sa doteraz vykonáva na tejto výrobnej linke. Pri návrhu tohto riešenia je dôležité si uvedomiť, že operátor nebude v rámci svojej pracovnej zmeny zodpovedný za spracovanie VO na strojnom zariadení. To znamená, že v rámci výroby nebude musieť vytvorený vratný odpad tvarovať do potrebného tvaru a vkladať do extrúdr kde vznikajú časové straty. Na výrobnej linke však musia byť umiestnené zberné stanice, kde bude vratný odpad operátorom uložený, pre odvoz do centrálného skladu vratného odpadu kde bude tento odpad spracovaný do novej zmesi. Pre návrh tohto riešenia je potrebné analyzovať časové straty, ktoré budú spôsobené tým, že operátor bude VO uskladňovať do zbernej stanice. Pri tomto návrhu bude však operátor naďalej strhávať nevydarené kusy z oceľového jadra. Návrh umiestnenia zberných staníc je zobrazený na obrázku 7 (Obr. 7).



Obr. 7 Umiestnenie zberných staníc vratného odpadu na linke 40500 (Vlastné spracovanie)

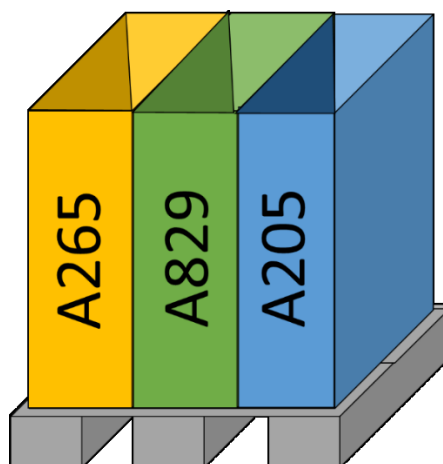
Navrhované umiestnenie zberných staníc na vratný odpad obsahuje 8 staníc na uloženie tohto odpadu. Zberná stanica je umiestnená na paleta a rozdelená na 3 označené oddelenia pre uloženie rôznej zmesi a to A268, A205 a A829. Väčší počet zberných staníc je navrhnutý preto, aby k nim mali operátori čo najbližšie a nevznikli také veľké časové straty. Dôvodom väčšieho počtu zberných staníc je tiež to, aby neboli hneď zaplnené v rámci zmeny ale najskôr na konci pracovného dňa. Na analýzu času, koľko bude trvať operátorovi presun VO z konkrétneho strojného zariadenia do zbernej stanice bola využitá metodika MOST (Maynard Operation Sequence Technique) obecného premiestnenia.

Tab. 12 MOST časovej straty pri uskladnení VO do zbernej stanice (Vlastné spracovanie)

Obecné premiestnenie									
Strojné zariadenie/sekvencie	A	B	G	A	B	P	A	TMU	Časová strata [v sek]
DAM APEX č.1	6	0	3	32	3	3	42	890	32,04
DAM APEX č.2	6	0	3	24	3	3	24	630	22,68
DAM APEX č.3	6	0	3	32	3	3	32	790	28,44
DAM APEX č.4	6	0	3	24	3	3	32	710	25,56
DAM APEX č.6	6	0	3	32	3	3	42	890	32,04
DAM APEX č.7	6	0	3	16	3	3	24	550	19,8
DAM APEX č.8	6	0	3	32	3	3	32	790	28,44
DAM APEX č.9	6	0	3	16	3	3	16	470	16,92
DAM APEX č.10	6	0	3	16	3	3	16	470	16,92
DAM APEX č.11	6	0	3	24	3	3	32	710	25,56
DAM APEX č.12	6	0	3	32	3	3	42	890	32,04
DAM APEX č.13	6	0	3	10	3	3	16	410	14,76
DAM APEX č.14	6	0	3	10	3	3	16	410	14,76
DAM APEX č.15	6	0	3	10	3	3	16	410	14,76
DAM APEX č.17	6	0	3	24	3	3	32	710	25,56

Na metodiku MOST a odhadnutie časovej straty bol využitý layout s navrhnutým umiestnením zberných staníc VO a predpokladaná trasa operátora od každého strojného zariadenia. Obecné premiestnenie ukazuje operáciu ktorú musí zamestnanec vykonať keď zoberie približne 5kg vratného odpadu a odnesie ho do zbernej stanice s návratom na výrobné stano-  
vište. Vyjadrená časová strata v sekundách, ukazuje koľko táto činnosť trvá podľa metodiky MOST čo je približná časová hodnota danej operácie. Časová strata v sekundách je vypočítaná ako  $TMU * 0,036$ .

Výhodou zavedenia zberných staníc vratného odpadu na linke má tiež vplyv na poriadok a vizualizáciu pracoviska. Momentálny stav na linke je taký, že vratný odpad je prevesený cez bezpečnostné zábradlie strojných zariadení a tak môže vratný odpad padnúť na zem, čo môže spôsobiť jeho znečistenie a následné chyby vo využívanom zariadení zapríčinené nečistotami v extrúdiri. Navrhované riešenie zbernej stanice na VO zobrazené na obrázku 8 (Obr. 8) farebne odlišuje priestor do ktorého sa vkladá odpad. Farebne rozlíšené oddelenia na VO sú potrebné z dôvodu aby sa nemiešali zmesi pri uskladnení tohto odpadu čo by malo za následok znehodnotenie materiálu v ktorom bude vratný odpad použitý. Farebne rozlíšené oddelenia si operátor skôr zapamätá pre zmes s ktorou pracuje a zrýchli sa tak vďaka optickému vnímaniu uloženie vratného odpadu do boxu. Paleta s boxom musí udržať 600 kg vratného odpadu. Zaplnené zberné stanice budú prepravené pomocou paletového vozíka s elektrickým pojazdom na expedíciu vratného odpadu z linky 40500 do centrálného spracovania vratných odpadov pomocou vysokozdvížneho vozíka. Každá vrstva sa musí tiež preložiť textíliou, aby sa na seba zmes nelepila a nevznikla tak následne zložitá manipulácia s odpadom.



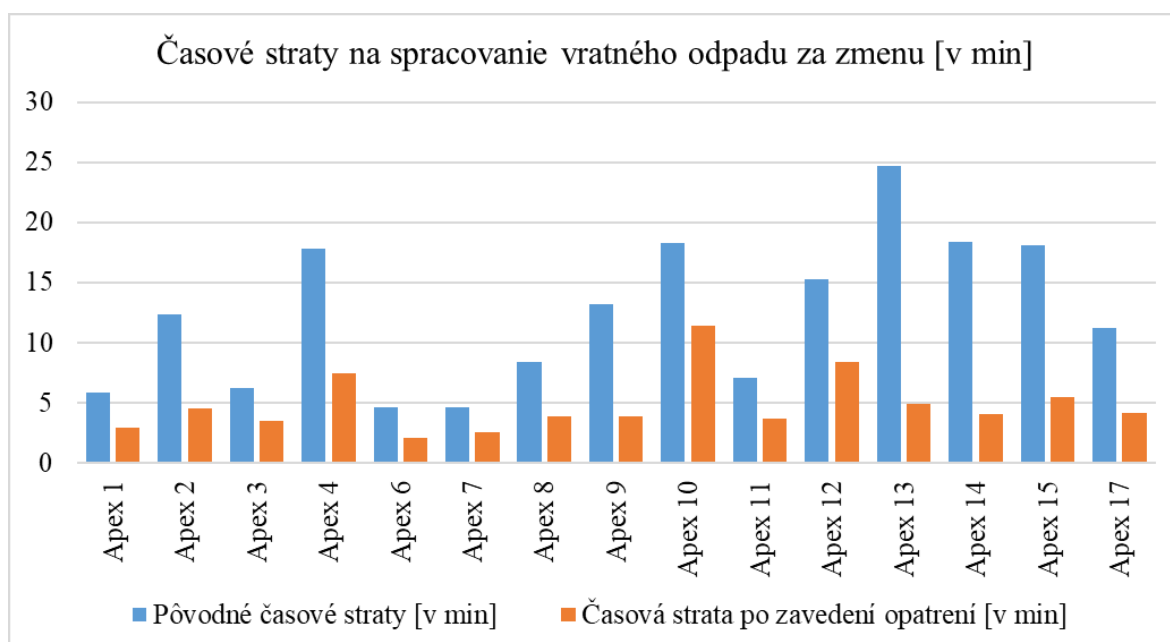
Obr. 8 Náskres zbernej stanice vratného odpadu (Vlastné spracovanie)



Pre zavedenie tohto opatrenia je dôležité poznať, aké časové straty môže tento návrh spôsobiť a či je riešenie prínosné pre úspešný projekt. Nasledovná tabuľka (Tab. 13) a graf 3 ukazujú porovnanie časov známych z merania pred zavedením opatrenia (Tab. 8) a aké by tieto straty boli pri navrhovanom riešení zavedenia zberných staníc spojeným so strhávaním pri zistenej chybe.

Tab. 13 Porovnanie pôvodných časových strát s časovými stratami po zavedení zberných staníc VO za pracovnú zmenu (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Pôvodné časové straty [v sek]	Časová strata po zavedení opatrení [v sek]	Rozdiel časov [v sek]	Percentuálne zlepšenie
DAM APEX č.1	353,21	174,33	-178,88	-50,64%
DAM APEX č.2	744,04	275,12	-468,92	-63,02%
DAM APEX č.3	376,42	213,30	-163,12	-43,33%
DAM APEX č.4	1 068,32	447,80	-620,52	-58,08%
DAM APEX č.6	280,83	124,91	-155,92	-55,52%
DAM APEX č.7	277,97	152,57	-125,40	-45,11%
DAM APEX č.8	506,66	235,42	-271,24	-53,53%
DAM APEX č.9	790,35	231,87	-558,48	-70,66%
DAM APEX č.10	1 094,61	684,21	-410,40	-37,49%
DAM APEX č.11	422,73	224,41	-198,32	-46,91%
DAM APEX č.12	917,84	505,08	-412,76	-44,97%
DAM APEX č.13	1 479,28	296,16	-1 183,12	-79,98%
DAM APEX č.14	1 102,97	245,81	-857,16	-77,71%
DAM APEX č.15	1 088,56	326,64	-761,92	-69,99%
DAM APEX č.17	671,66	249,46	-422,20	-62,86%
<b>Priemer</b>	<b>745,03</b>	<b>292,47</b>	<b>-452,56</b>	<b>-57,32%</b>



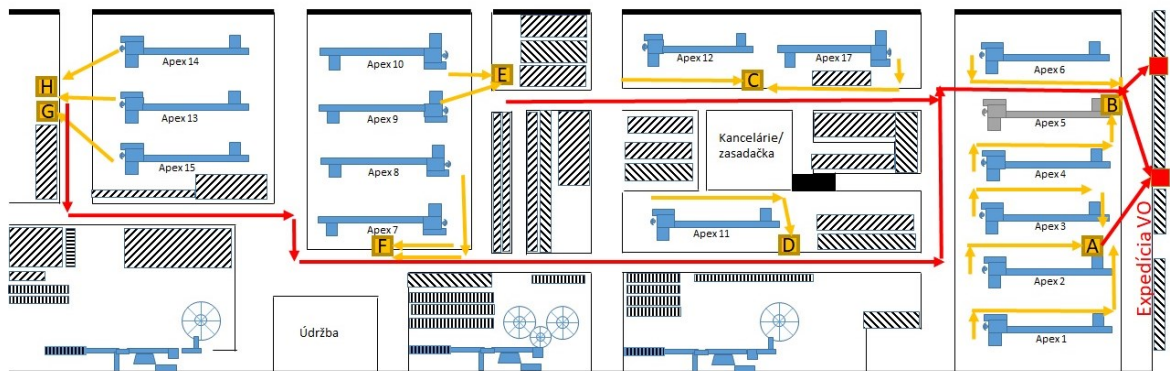
Graf 3 Porovnanie zníženia časových strát pri zavedení zberných staníc za pracovnú zmenu (Vlastné spracovanie)

Ako ukazuje tabuľka a graf toto riešenie úplne neeliminuje časové straty na linke 40500, ale aj pri činnosti strhávania poškodených plášťov a dávania vratného odpadu do zbernej stanice sa výrazne znižuje časová strata na každom strojnom zariadení v priemere o 57%. Hlavnou príčinou nižšej časovej straty je, že operátor zoberie približne 5kg vážiaci vratný odpad, ktorý nemusí upravovať do pásu a môže ho okamžite preniesť do kontajneru, ktorý je na VO určený. Prínos tohto zlepšenia je na vzorke vykonaných meraní značne jasná. Pre potreby analýzy výhodnosti tohto zlepšenia je potrebné preskúmať investície, ktoré je potrebné vložiť a tiež predpoklad, aký výstup môže linka urobiť pri aplikovaní zberných staníc. Tiež je potrebné, aby toto opatrenie nezaťažovalo iné výrobné linky a nevytvoril tak ďalšie úzke miesto výroby, prípadne aby sa úzke miesto nepresunulo na inú časť výroby.

Ďalej je dôležitá analýza produkcie vratného odpadu pre určené zberné miesta a čas, za ktorý budú tieto miesta zaplnené v rámci výroby. Z dostupných meraní produkcie vratných odpadov na linke 40500 bola zostrojená tabuľka predpokladaného zaplnenia zberných staníc vratného odpadu. Táto tabuľka je len orientačná a môže sa líšiť podľa toho ako je rozvrhnutá výroba na daných zariadeniach DAM APEX. Z predpokladanej produkcie VO na linke je však zrejmé že pre strojné zariadenia 13,14 a 15 sú potrebné dve zberné stanice, aby sa nezaplňovali už počas dvoch pracovných zmien. Údaje z tabuľky 14 (Tab. 14) však môžu byť považované za kľúčové pri rozhodovaní o tomto druhu riešenia spracovania uskladnenia VO. Dôležitým poznatkom tiež je, že do každej sekcie boxu sa zmestí po 200 kg zmesi.

*Tab. 14 Rozdelenie zberných staníc pre strojné zariadenia a predpoklad počtu zmien do zaplnenia zbernej stanice (Vlastné spracovanie)*

Zberná stanica	Strojné zariadenie	Počet kilogramov zmesi A205 za zmenu	Počet kilogramov zmesi A829 za zmenu	Počet kilogramov zmesi A268 za zmenu	Počet pracovných zmien do zaplnenia zbernej stanice
A	DAM APEX č.1			12	7
	DAM APEX č.2		26		
	DAM APEX č.3	9			
B	DAM APEX č.4			34	4
	DAM APEX č.6			8	
F	DAM APEX č.7			7	8
	DAM APEX č.8			16	
E	DAM APEX č.9			28	5
	DAM APEX č.10		11	9	
D	DAM APEX č.11			10	20
C	DAM APEX č.12	25			5
	DAM APEX č.17	10	14		
G,H	DAM APEX č.13	41		20	4
	DAM APEX č.14	26		18	
	DAM APEX č.15	18		30	



Obr. 9 Navrhovaná trasa a umiestnenie zaplnenej zbernej stanice (Vlastné spracovanie)

Z tabuľky 14 (Tab. 14) vyplýva, že potrebný priestor pre finálnu expedíciu VO sú potrebné dve miesta na to určené. Zhodný počet pracovných zmien pri zaplnení majú navyše len 2 stanice a expedícia VO sa vykonáva aj teraz na začiatku každej zmeny. Miesto na uskladnenie zaplnených zberných staníc bolo stanovené na koniec haly, kde v súčasnosti prebieha manipulácia s vysokozdvížnym vozíkom, ktorý z tejto plochy odnáša SCRAP, IPOC a iný odpad. Umiestnenie a navrhovaná trasa je zobrazená na obrázku 9 (Obr. 9). Za odvezenie naplnenej zbernej stanice z expedície do centrálneho spracovania vratného odpadu je zodpovedný manipulant.

Pre potreby výroby je tiež potrebné poznať koľko času zaberie prevezenie naplnenej zbernej stanice na expedíciu. Trasa odvezenia a uskladnenia zbernej stanice je označená červenými šípkami na layoute Obr. 9. Elektrický paletový vozík je k dispozícii na expedícii vratného odpadu, odkiaľ ho musí predák zobrať, presunúť ku zaplnenej zbernej stanici ktorú naberie paletovým vozíkom a odvezie na expedíciu vratného odpadu označeného červeným štvorcikom kde je určené miesto pre zaplnené zberné stanice na obrázku 9 (Obr. 9). Pre odhadované časy, ktoré by musel predák stráviť transportom zaplnených zberných staníc na expedíciu bola tiež využitá metodika MOST kde vyčíslenie trasy a vyloženia jednotlivých zberných staníc vratného odpadu sú zobrazené v tabuľke 15 (Tab. 15). Najviac času zaberajú zberné stanice GH a F. Predák by tak musel pre expedíciu najvzdialenejšieho miesta vynaložiť čas približne 4,4 minúty. Pre podmienku, aby sa zaplnili zberné stanice raz za CUD (pracovný deň) je hodnota 4,4 vhodná na implementáciu do výroby.

Pri zaplnení maximálne dvoch zberných staníc za CUD je časový vplyv pre manipulantu, ktorý je zodpovedný za odvoz odpadov z linky 40500 maximálne 52 minút. Manipulant, ktorý musí odviezť zbernú stanicu do centrálneho spracovania vratného odpadu musí prejsť

trasu, ktorá trvá približne 13 minút. Tiež musí zbernú stanicu vrátiť na výrobnú linku výroby polotovaru pätných lán čo mu zaberie rovnaký čas. Po informovaní s prevádzkou VZV (vysokozdvížných vozíkov) je tento časový fond v rámci závodu prijateľný.

Tab. 15 MOST presunu zberných staníc na expedíciu (Vlastné spracovanie)

Riadené premiestnenie											
Zberná stanica	Proces	A	B	G	M	X	I	A	TMU	Trvanie presunu [v sek]	
Zberná stanica A	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	24	0	0	0	1220	43,92	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	24	16	16	0			
Zberná stanica B	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	24	0	0	0	1220	43,92	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	24	16	16	0			
Zberná stanica C	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	113	0	0	0	3000	108	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	113	16	16	0			
Zberná stanica D	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	152	0	0	0	3780	136,08	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	152	16	16	0			
Zberná stanica E	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	173	0	0	0	4200	151,2	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	173	16	16	0			
Zberná stanica F	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	245	0	0	0	5640	203,04	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	245	16	16	0			
Zberná stanica G,H	Získanie paletového vozíka a presun	1	0	3	330	0	0	0	7340	264,24	
	Získanie boxu s vratným odpadom	0	0	0	6	16	16	0			
	Presun na expedíciu VO a uloženie	0	0	0	330	16	16	0			

Navrhované riešenie si žiada investíciu, ktorá v sebe zahrňuje označenie miest na umiestnenie zbernej stanice, upravené Big Boxy na uskladnenie vratného odpadu a elektronický paletový vozík. Cena jednotlivých položiek je uvedená v tabuľke 16 (Tab. 16).

Tab. 16 Predpokladaná investícia zariadenia zberných staníc na linke 40500 [v Kč] (Vlastné spracovanie)

Položka	Množstvo [v ks]	Cena bez DPH za kus [v Kč]	Cena s DPH za kus [v Kč]	Cena spolu bez DPH [v Kč]	Cena spolu s DPH [v Kč]
Zberný box (upravený Big Box 3 lyžiny) 1200x1000x790 mm	8	5 610,00	6 788,10	44 880,00	54 304,80
Elektrický nízkozdvižný vozík Jungheinrich EJE M13 s váhou	1	79 600,00	96 316,00	79 600,00	96 316,00
Označenie miest na uskladnenie	10	500,00	605,00	5 000,00	6 050,00
Náklady na školenie pracovníkov	3	3 000,00	3000	9 000,00	9 000,00
<b>Spolu</b>				<b>138 480,00</b>	<b>165 670,80</b>

Vstupná investícia na navrhované zlepšenie výrobného procesu s cieľom eliminácie spracovania VO je vo výške 165 670 Kč. Elektrický paletový vozík s váhou je v rámci výrobnjej

linky potrebný na to, aby sa dala analyzovať tvorba celkovo vytvoreného vratného odpadu. Odhadovaná cena označenia miest na zberné stanice je 6050 Kč. Normálny plastový Big Box má cenu 4410 Kč, no pre úpravu a rozdelenie na 3 časti s možnosťou otvorenia steny boxu sa odhaduje cena 5610 Kč bez DPH. Pre výhodnosť investície a jej návratnosť je potrebná analýza potenciálne zvýšenej produkcie na linke 40500 po tomto opatrení.

Tab. 17 Vplyv zavedenia zberných staníc na potenciálne zvýšenie produkcie v roku 2018 za január a február (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Pôvodný čas výroby [v min]	Čas výroby po zlepšení [v min]	Pôvodná produkcia [v ks]	Produkcia pri zlepšení [v ks]	Nárast produkcie [v ks]
DAM APEX č.1	22 169	22 309	86 360	86 904	544
DAM APEX č.2	60 739	61 331	236 614	238 919	2 305
DAM APEX č.3	36 499	36 777	147 870	148 994	1 124
DAM APEX č.4	41 298	41 948	167 220	169 850	2 630
DAM APEX č.6	56 340	56 590	223 396	224 387	991
DAM APEX č.7	57 603	57 916	224 400	225 619	1 219
DAM APEX č.8	63 954	64 484	249 130	251 194	2 064
DAM APEX č.9	65 309	65 843	248 090	250 116	2 026
DAM APEX č.10	56 801	58 170	216 820	222 044	5 224
DAM APEX č.11	59 165	59 637	225 070	226 863	1 793
DAM APEX č.12	12 461	12 689	47 400	48 265	865
DAM APEX č.13	46 720	47 209	150 020	151 590	1 570
DAM APEX č.14	48 293	48 711	158 060	159 428	1 368
DAM APEX č.15	47 990	48 546	155 454	157 253	1 799
DAM APEX č.17	48 058	48 483	184 900	186 532	1 632
<b>Spolu</b>	<b>723 399</b>	<b>730 643</b>	<b>2 720 804</b>	<b>2 747 958</b>	<b>27 154</b>

Podľa tabuľky 17 (Tab.17) má navrhované riešenie pozitívny vplyv na zvýšenie času výroby na linke 40500 za rok 2018 v mesiacoch január a február keby bolo zavedené opatrenie zberných staníc. Pri opatreniach zavedenia zbernej stanice sa zvýši čas, ktorý operátor využíva čisto na výrobu. Časový fond výroby na linke výroby polotovarov pätných lán sa pri prvom opatrení za dva mesiace roku 2018 navýši o vyše 7000 minút. Navýšenie počtu minút na výrobu má samozrejme pozitívny vplyv na produkciu polotovarov, ktoré by sa zvýšili na hodnotu 27 154 za január a február.

Cieľom projektu je zvýšenie produkcie na linke 40500 aspoň o 1%. Tabuľka 18 (Tab. 18) ukazuje predpokladaný vplyv zavedenia zberných staníc na výslednú produkciu jednotlivých strojných zariadení, podľa nového času určeného čisto na výrobu polotovarov. Jednotlivé strojné zariadenia vykazujú predpokladané zlepšenie produkcie od 0,43% až po 2,33%. Pri predpokladanej produkcii výrobnéj linky po zavedených opatreniach sa zvýši jej výstup o 1,02%. Cieľ projektu pri zlepšení produkcie o 1,02% je týmto riešením splnený a ponúka

tak možnosti rýchlejšie plniť požiadavky zákazníka a zníženia počtu dokončenia výrobných dávok na strojných zariadeniach a tiež zníženia počtu aktívnych zariadení.

Tab. 18 Vplyv zavedenia zberných staníc na predpokladanú dennú a ročnú produkciu (Vlastné spracovanie)

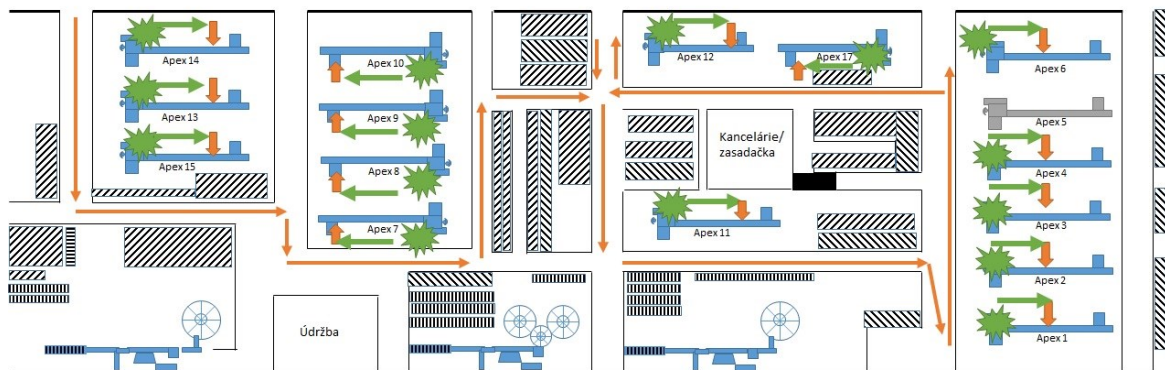
Strojné zariadenie	Pôvodná produkcia za CUD [v ks]	Produkcia za CUD po zlepšení [v ks]	Nárast produkcie za CUD [v ks]	Percentuálne zlepšenie produkcie	Teoretický nárast produkcie za rok [v ks]
DAM APEX č.1	4 113	4 139	26	0,63%	8 320
DAM APEX č.2	4 551	4 595	44	0,96%	14 080
DAM APEX č.3	4 481	4 515	34	0,75%	10 880
DAM APEX č.4	4 645	4 719	74	1,57%	23 680
DAM APEX č.6	4 655	4 675	20	0,43%	6 400
DAM APEX č.7	4 488	4 513	25	0,55%	8 000
DAM APEX č.8	4 614	4 652	38	0,82%	12 160
DAM APEX č.9	4 511	4 548	37	0,81%	11 840
DAM APEX č.10	4 518	4 626	108	2,33%	34 560
DAM APEX č.11	4 414	4 449	35	0,79%	11 200
DAM APEX č.12	3 386	3 448	62	1,80%	19 840
DAM APEX č.13	3 660	3 698	38	1,03%	12 160
DAM APEX č.14	3 764	3 796	32	0,84%	10 240
DAM APEX č.15	3 702	3 745	43	1,15%	13 760
DAM APEX č.17	4 403	4 442	39	0,88%	12 480
<b>Spolu</b>	<b>63 905</b>	<b>64 560</b>	<b>655</b>	<b>1,02%</b>	<b>209 600</b>

### 8.1.2 Určenie pracovníka na spracovanie vratného odpadu

Druhým návrhom v rámci riešenia spracovania vratného odpadu na linke a tým zvýšenie produkcie je určenie pracovníka pracovnej zmeny, ktorý bude zodpovedný za spracovanie vratného odpadu na linke. V súčasnej dobe túto pomocnú činnosť vykonávajú predáci, avšak len výnimočne pri zistení chýb na strojných zariadeniach a produkcii veľkého množstva vratného odpadu. Hlavnou úlohou predáka na výrobných linkách je technická podpora pre operátora, pri zistenej chybe na pracovisku a pomoc pri výrobe, ak sa nestíha plniť zákazka. Zdržiavanie predákov na spracovanie VO, ako skúsených pracovníkov, ktorí vedú rýchlejšie odhaliť chyby na strojnom zariadení je brané za plytvanie ich schopnosťami a zručnosťou.

Pridaním pracovnej sily na spracovanie VO sa zvýši produktivita strojného zariadenia, pri nezmenenom layoute výrobných liniek. Pracovník zodpovedný za spracovanie vratných odpadov na linke bude mať na starosti ukladanie predpísanej hmotnosti VO do extrúderu a prípravu vratného materiálu na spracovanie. Výhoda pracovníka určeného na spracovanie VO je tiež tá, že dokáže určiť, ktoré strojné zariadenie má problém so zvýšenou produkciou vratného odpadu a dokáže túto informáciu okamžite poskytnúť technikovi a predákovi vo výrobe, ktorí sa môžu zamerať na riešenie problému na konkrétnom strojnom zariadení. Pracovník tak bude mať určenú trasu kontroly tvorby VO na strojoch a pridávania vratného odpadu do

zmesi v rámci celej výrobnj zmeny. Trasa kontroly a zavádzania vratného odpadu do stroj-  
ných zariadení je zobrazená na obrázku 10 (Obr. 10). Oranžovou farbou sú zobrazené šípky,  
ktoré ukazujú kontrolnú trasu zamestnanca zodpovedného za spracovanie VO na linke. Ze-  
lenou farbou je zobrazené stanovište na kontrolu tvorby odpadu pri zariadení a cesta s vy-  
produkovaným vratným odpadom do extrúderu.



Obr. 10 Návrh trasy zamestnanca na kontrolu a spracovanie VO v strojných zariadeniach DAM APEX (Vlastné spracovanie)

Zamestnanec zodpovedný za spracovanie vratného odpadu sa pri trase kontroly odpadu za-  
staví pri každom strojnom zariadení, skontroluje množstvo vyprodukovaného odpadu  
a v prípade že odpad na spracovanie bude vyprodukovaný v približnej hodnote 2,5 kg vy-  
tvára ho do potrebného tvaru a zanesie do extrúderu, čo teraz vykonávajú predáci a samotní  
operátori. V prípade, že operátor bude mať pri sebe chybné vyrobené kusy na strhnutie kau-  
čukovej zmesi, spraví operáciu súvisiacu so strhnutím a kontrolou poškodenia ocelového  
jadra. Ak pri jednotlivých kontrolách pracovník vizuálne zistí veľké množstvá vyproduko-  
vaného odpadu, informuje o tom technického pracovníka na čo najrýchlejšie riešenie prob-  
lému s konkrétnym strojným zariadením. Toto opatrenie má vplyv na to, že operátor nie je  
zaťažovaný spracovaním vratného odpadu a odstránením chýb spôsobených zle navinu-  
tým ocelovým jadrom na zariadení a môže sa venovať viac času výrobe. Zodpovedný pra-  
covník pri vložení VO do extrúderu pokračuje ku ďalšiemu stroju a proces opakuje, až kým  
sa nedostane ku konečnému strojnému zariadeniu. Po poslednom skontrolovanom strojnom  
zariadení pokračuje ďalším cyklom kontroly a práce s vratným odpadom.

Na toto opatrenie je však nevyhnutné zamestnať troch zamestnancov, keďže na každú pra-  
covnú zmenu je potrebný jeden pracovník a pracuje sa nepretržite 3 pracovné zmeny. Ná-  
klady na týchto zamestnancov musia byť pokryté zvýšením produkcie po tomto opatrení. Pri

priemernej super hrubej mzde na jedného pracovníka 38 860 Kč za mesiac sú náklady na túto novú pracovnú silu 1 398 960 Kč za rok pre troch nových pracovníkov zodpovedných za spracovanie VO.

Tab. 19 Vplyv zamestnania pracovníka pre spracovanie vratného odpadu na potenciálne zvýšenie produkcie v roku 2018 za január a február (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Pôvodný čas výroby [v min]	Čas výroby po zlepšení [v min]	Pôvodná produkcia [v ks]	Produkcia pri zlepšení [v ks]	Nárast produkcie [v ks]
DAM APEX č.1	22 169	22 452	86 360	87 461	1 101
DAM APEX č.2	60 739	62 339	236 614	242 846	6 232
DAM APEX č.3	36 499	36 989	147 870	149 853	1 983
DAM APEX č.4	41 298	42 848	167 220	173 493	6 273
DAM APEX č.6	56 340	56 902	223 396	225 624	2 228
DAM APEX č.7	57 603	58 173	224 400	226 620	2 220
DAM APEX č.8	63 954	65 094	249 130	253 571	4 441
DAM APEX č.9	65 309	67 127	248 090	254 996	6 906
DAM APEX č.10	56 801	58 991	216 820	225 177	8 357
DAM APEX č.11	59 165	60 053	225 070	228 448	3 378
DAM APEX č.12	12 461	12 875	47 400	48 972	1 572
DAM APEX č.13	46 720	49 161	150 020	157 858	7 838
DAM APEX č.14	48 293	50 169	158 060	164 197	6 137
DAM APEX č.15	47 990	49 841	155 454	161 449	5 995
DAM APEX č.17	48 058	49 200	184 900	189 294	4 394
<b>Spolu</b>	<b>723 399</b>	<b>742 214</b>	<b>2 720 804</b>	<b>2 789 859</b>	<b>69 055</b>

V tabuľke 18 (Tab.18) je zobrazený vplyv zvýšenia produkcie, keď nedochádza zo strany operátora k žiadnym časovým stratám pri spracovaní vratného odpadu. Týmto opatrením sa priemerne zvýši čas venovaný čisto na výrobu polotvarov pätných lán na celej linke o skoro 19 000 minút, čo predstavuje zvýšenú produkciu o 69 055 kusov výrobkov oproti pôvodnému množstvu za mesiace január, február v roku 2018. Implementácia tohto opatrenia závisí len o schopnosti podniku zamestnať pracovníkov na túto prácu čo môže byť problém, lebo v súčasnej dobe je pre firmu všeobecne ťažké nájsť nových zamestnancov.

Ako pri prvom návrhu eliminácie spracovania VO na linke 40500 aj pri tomto návrhu je vypracovaná potenciálna výroba pri zavedení opatrenia najatia ďalšej pracovnej sily. Prijatie nového zamestnanca zodpovedného za spracovanie vratného odpadu na linke a kontroly stavu tvorby tohto odpadu sa percentuálny nárast produkcie odhaduje u jednotlivých strojných zariadení od hodnoty 0,99% až po hodnotu 4,96% čo by malo vplyv na zvýšenie potenciálnej produkcie celej pracovnej linky o 2,55%. Toto opatrenie prináša zvýšenie produkcie o viac ako 1,50% oproti projektovému plánu. Hodnoty jednotlivých strojných zariadení po navrhovanom zlepšení zobrazuje tabuľka 20 (Tab. 20). Nárast produkcie pätných lán na linke by sa po tomto opatrení mal pohybovať okolo hodnoty 500 000 kusov výrobkov.



Tab. 20 Vplyv zamestnania pracovníka pre spracovanie vratného odpadu na predpokladanú dennú a ročnú produkciu (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Pôvodná produkcia za CUD [v ks]	Produkcia za CUD po zlepšení [v ks]	Nárast produkcie za CUD [v ks]	Percentuálne zlepšenie produkcie	Teoretický nárast produkcie za rok [v ks]
DAM APEX č.1	4 113	4 165	52	1,25%	16 640
DAM APEX č.2	4 551	4 671	120	2,57%	38 400
DAM APEX č.3	4 481	4 541	60	1,32%	19 200
DAM APEX č.4	4 645	4 820	175	3,63%	56 000
DAM APEX č.6	4 655	4 701	46	0,98%	14 720
DAM APEX č.7	4 488	4 533	45	0,99%	14 400
DAM APEX č.8	4 614	4 696	82	1,75%	26 240
DAM APEX č.9	4 511	4 637	126	2,72%	40 320
DAM APEX č.10	4 518	4 692	174	3,71%	55 680
DAM APEX č.11	4 414	4 480	66	1,47%	21 120
DAM APEX č.12	3 386	3 498	112	3,20%	35 840
DAM APEX č.13	3 660	3 851	191	4,96%	61 120
DAM APEX č.14	3 764	3 910	146	3,73%	46 720
DAM APEX č.15	3 702	3 845	143	3,72%	45 760
DAM APEX č.17	4 403	4 507	104	2,31%	33 280
<b>Spolu</b>	<b>63 905</b>	<b>65 547</b>	<b>1 642</b>	<b>2,55%</b>	<b>525 440</b>

### 8.1.3 Štandardizácia nastavovania pri chybnnej funkčnosti stroja

Tretím návrhom na zlepšenie celkovej produktivity a hlavne zníženia tvorby vratného odpadu na linke 40500 je navrhnutie štandardizovaných krokov pri zistenej chybe na strojnom zariadení DAM APEX. Riešenie je výsledkom analýzy koreňových príčin tvorby odpadu a tvorenia veľkého množstva tohto odpadu v rámci nastavovania strojného zariadenia. Pri výrobe sa stáva, že strojné zariadenie prestáva po čase výrobnnej zmeny správne fungovať. Identifikácia nesprávnej funkčnosti stroja je jasná, keď začína opakovane produkovať nekvalitné výrobky, ktoré operátor musí spracovať tak, že strháva zle navinuté pásy kaučukovej zmesi z oceľového jadra, ktoré môže skončiť ako SCRAP. Operátor si tiež všimá zlé fungovanie strojného zariadenia, keď sa kaučuková zmes nezachytí o vzduchovú membránu. Tiež si je operátor vedomý chybnnej funkčnosti pri zvlhnutí kaučukového pásu. Všetky tieto príčiny môžu byť spôsobené povolenou, vychýlenou alebo zle nastavenou súčiastkou strojného zariadenia, ktoré je vystavené nepretržitej prevádzke 320 dní pri troch pracovných zmenách. Skúsení operátori a predáci, ktorí pôsobili na linke ako operátori, vedia najšť chybu už podľa toho ako je kaučukový pás navinutý a ako sa správa samotný materiál. Menej skúsení operátori však náhodne skúšajú nastavenia, ktoré im boli vysvetlené pri identických chybách. Ako bolo zistené pri analytickej časti tohto projektu, pri jednotlivom skúšaní nastavení

však vzniká veľké množstvo odpadu. Návrhom na potenciálne zlepšenie je postupne a okamžite napraviť na strojnom zariadení konkrétnu chybu, ktorá spôsobuje produkciu NOK výrobkov. Pri zistenej a opravenej chybe však operátor musí pokračovať s kontrolou a opravou ďalších potenciálnych chýb na strojnom zariadení pri výrobe, lebo na finálny produkt môže mať vplyv viacero chybných faktorov na stroji. Tento postup je navrhovaný hlavne pre zamestnancov, ktorí nemajú skúsenosti s výrobou na strojnom zariadení viac ako 4 mesiace, keďže DAM APEX je samo o sebe zložitú strojné zariadenie. Pre projekt je dôležité, aká časová strata by vznikla týmto opatrením na strojnom zariadení a tiež aký by mala vplyv na produkciu vratného odpadu. Pre analyzovanie tohto procesu kontroly a nastavenia je tiež využitá metodika MOST pre zistenie časovej straty na stroji spôsobenú týmto opatrením. Potenciálny prínos tohto opatrenia sa odhadol na 30% zníženie produkcie odpadov vzniknutých v rámci nastavovania a 15% zníženia odpadu spojeného so strhávaním. Pre úspešný návrh musí byť časová strata spôsobená nastavením nižšia, ako hodnota, ktorú operátor strávi spracovaním vratného odpadu vzniknutého len pri nastavení. Pre zistenie chyby bolo stanovených 7 krokov kontroly a opravy nájdenej chyby, ktoré by mal operátor vykonať pri nastavovaní strojného zariadenia spôsobeného výrobou chybných kusov výrobkov.:

1. Kontrola správnej šírky nábehu na kaučukový pás priliehajúci na vzduchovú membránu
  - Oprava za pomoci skrutkovača
2. Kontrola stavu čelústí držiacych oceľové laná a separátory
  - Optická kontrola poškodenia čelústí, pri zistenej chybe informovať údržbu
3. Kontrola správnej šírky nábehu kaučukového pásu v strednej časti navíjacieho zariadenia
  - Otvorenie bezpečnostnej brány a oprava za pomoci skrutkovača
4. Kontrola pevnosti sekacieho noža v strednej časti navíjacieho zariadenia
  - Oprava za pomoci skrutkovača
5. Kontrola príľnavosti štyroch nábehových valčekov ku kaučukovému pásu v zadnej časti navíjacieho zariadenia
  - Oprava za pomoci ručného nastavenia polohy nábehových valčekov
6. Kontrola predpísanej hrúbky vytlačovanej kaučukovej zmesi z extrúdra
  - Kontrola za pomoci oceľového meracieho pásma (2m), oprava spočíva vo vybraní šablóny extrúdra, jej vyčistenie pomocou špachtle a opätovné založenie
7. Pri zmene zmesi prečistenie vzduchovej membrány a nanosenie lepiacej zmesi sa vzduchovú membránu
  - Údržba za pomoci jemného šmirgľa a nanosenie lepidla pomocou papiera

Siedma činnosť v rámci štandardizovania procesu opravy a kontroly strojného zariadenia je spojená len s prípadnou zmenou zmesi, ktorá bola nanášaná na vzduchovú membránu.

Pre časové straty je za pomoci metodiky MOST meraná len kontrolná činnosť, činnosť opráv sa môže rôzne meniť na základe konkrétnych chýb na strojnom zariadení. Jednotlivé kroky kontroly častí strojného zariadenia sú zobrazené v tabuľke 21 (Tab. 21)

Tab. 21 MOST kontroly strojného zariadenia pri zistenej chybe (Vlastné spracovanie)

Názov sekvencie	Použitie nástroja													TMU	[ v sek ]
	A	B	G	A	B	P	T	M	A	B	P	A			
1. krok kontroly	1	6	0	0	0	0	3	x	0	0	0	1	110	3,96	
2. krok kontroly	1	6	0	0	0	0	3	x	0	0	0	1	110	3,96	
3. krok kontroly	10	16	0	0	0	0	9	x	0	0	0	10	450	16,2	
4. krok kontroly	1	6	0	0	0	0	9	x	0	0	0	0	160	5,76	
5. krok kontroly	10	0	0	0	0	0	3	x	0	0	0	0	130	4,68	
6. krok kontroly	10	3	0	0	0	0	x	32	0	0	0	24	690	24,84	
<b>Spolu</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>1650</b>	<b>59,4</b>	

Z výsledkov podľa metódy MOST vychádza, že operátorovi trvá približne minútu skontrolovať všetky kritické súčasti strojného zariadenia pre zistenie chyby, ovplyvňujúcej vznik chybných výrobkov a tým aj vratný odpad, prípadne SCRAP. Pre odhad vplyvu tohto opatrenia je potrebné k hodnote 59,4 sekúnd pripočítať priemerný čas jednoduchých opráv na stroji čo činí cca 20 sekúnd. Hodnota 20 sekúnd sa zvolila preto, lebo pre zníženie odhadovaného množstva vratného odpadu z nastavovania treba aspoň jednu opravu z navrhovaných krokov.

Údaje z tabuľky 22 (Tab. 22) boli upravené podľa očakávaného poklesu vratného odpadu po zavedení celkovej kontroly strojného zariadenia, čím sa síce znížil čas na spracovanie vratného odpadu v zariadení, ale musela sa pripočítať hodnota 79,4 sekundy, ktoré musí operátor stráviť pri kontrole celého strojného zariadenia. Na celkové časové straty v rámci celej výrobnéj linky má toto opatrenie pozitívny vplyv. Pozitívny vplyv tohto opatrenia je len na strojoch ktoré majú veľké množstvo odpadu spojeného s nastavovaním, a jeho pomer je k ostatnému vratnému odpadu pomerne vyšší. Analýza tohto opatrenia však ukázala že nie je vhodná pre každé strojné zariadenie a má negatívny dopad na časové straty ktoré spôsobí. Opatrenie je však brané ako dobrý príklad, učenia sa ovládať strojné zariadenie pre nových operátorov ktorí nevedia okamžite identifikovať chybu na zariadení DAM APEX a v celkovom dôsledku má vplyv na nižšiu produkciu VO v kg a na časové straty spôsobené jeho spracovaním. Opatrenie je tiež vhodné vykonať vtedy, keď sa vo veľkom množstve produkuje odpad spôsobený výrobou chybových výrobkov na konkrétnom zariadení.

Tab. 22 Vplyv zavedenia celkovej kontroly strojného zariadenia na časové straty spojené so spracovaním VO (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Časová strata spôsobená kontrolou [v sek]	Spolu spotreba času [v sek.]	Pôvodná spotreba času [v min.]	Spotreba času po zavedení celkovej kontroly [v min]	Nárast/pokles časových strát [v min]
DAM APEX č.1	79,4	368,92	5,89	6,15	0,26
DAM APEX č.2	79,4	751,06	12,40	12,52	0,12
DAM APEX č.3	79,4	438,44	6,27	7,31	1,03
DAM APEX č.4	79,4	947,96	17,81	15,80	-2,01
DAM APEX č.6	79,4	296,54	4,68	4,94	0,26
DAM APEX č.7	79,4	348,68	4,63	5,81	1,18
DAM APEX č.8	79,4	458,68	8,44	7,64	-0,80
DAM APEX č.9	79,4	742,37	13,17	12,37	-0,80
DAM APEX č.10	79,4	977,11	18,24	16,29	-1,96
DAM APEX č.11	79,4	429,75	7,05	7,16	0,12
DAM APEX č.12	79,4	898,79	15,30	14,98	-0,32
DAM APEX č.13	79,4	1384,99	24,65	23,08	-1,57
DAM APEX č.14	79,4	1173,68	18,38	19,56	1,18
DAM APEX č.15	79,4	1031,89	18,14	17,20	-0,94
DAM APEX č.17	79,4	678,68	11,19	11,31	0,12
Priemer na zariadenie	79,4	728,50	12,42	12,14	-0,28

## 8.2 Výber nového výrobného procesu

Pre výber vhodného riešenia na minimalizáciu dopadu produkcie a spracovania vratného odpadu na linke 405000 bola zostavená rozhodovacia matica. Každý z troch návrhov má na svoju realizáciu zvýšené náklady, ale aj efekt zvýšenia produkcie polotovaru pätných lán na strojných zariadeniach DAM APEX. Jednoduchá rozhodovacia matica má vyčlenené kritériá, ktorým je priradená váha od 1 do 3, čo predstavuje dôležitosť riešenia daného kritéria. Jednotlivé riešenia projektu, majú rôzny dopad na zvolené kritériá rozhodovacej matice a boli zvolené hodnoty od 1- malý vplyv na kritérium do 5, čo predstavuje veľký vplyv na kritérium. Súčin váhy a hodnota dopadu zvolenej alternatívy dáva konečný súčin, ktorého najvyššia hodnota má prednosť pri implementácii riešenia projektu. Podľa tabuľky 23 (Tab. 3) je na nové riadenie výroby na linke 40500 vhodné využiť variantu A čo je eliminácia spracovania vratného odpadu na linke. V priebehu výroby však môžu byť testované riešenia B a C.

Tab. 23 Rozhodovacia matica implementácie navrhovaných riešení (Vlastné spracovanie)

Kritérium	Váha	Varianta A	Súčin A	Varianta B	Súčin B	Varianta C	Súčin C
Dopad na zvýšenie produkcie	3	3	9	5	15	1	3
Jednoduchosť implementácie	1	2	2	3	3	3	3
Očakávaný prínos pre linku	2	5	10	1	2	2	4
Náklady na riadenie procesu	2	3	6	1	2	5	10
Akceptovanie pracovníkmi	1	2	2	3	3	1	1
<b>Celkové zhodnotenie</b>			<b>29</b>		<b>25</b>		<b>21</b>

## 9 RIADENIE VÝROBNÉHO PROCESU

Poslednou fázou projektu je analýza vplyvu zavedenia opatrenia eliminácie spracovania vratného odpadu na linke 40500. Toto riešenie bolo vybrané v rámci riešenia zavedenia nového systému výroby na strojných zariadeniach DAM APEX. V rámci analýzy opatrenia je analyzované dosiahnutie predpovedanej produkcie, ktorú musí Continental Barum splniť vzhľadom na požiadavky zákazníkov a predpokladanej výšky produkcie, ktorú má podnik stanovenú podľa funkcie forecastu na rok 2018 podľa roku 2017. Súčasťou poslednej fázy DMAIC je aj hypotetické finančné zhodnotenie navrhovaného riešenia pre rok 2018. Pre hodnotenie zavedenia nového výrobného procesu bude počítané so 100% využitím operátora na operáciu s vratným odpadom, keďže zlepšenie prinesie časové úspory, ktoré môže využiť predák na činnosti spojené s podporou operátorov. Pre presné zhodnotenie zlepšenia výrobného procesu je vypracovaná tabuľka predpokladanej ročnej produkcie na každom zo strojných zariadení a jeho percentuálne zaťaženie v rámci jedného roka.

Tab. 24 Prínos navrhnutého riešenia pre výrobnú linku 40500 a rozdelenie sekcií strojných zariadení (Vlastné spracovanie)

Strojné zariadenie	Výrobné zaťaženie za 320 CUD	Pôvodne plánovaná produkcia za rok 2018 [v ks]	Plánovaná produkcia po opatrení za rok 2018 [v ks]	Navýšenie ročnej produkcie [v ks]
DAM APEX č.1	33,20%	521 419	524 712	3 293
DAM APEX č.2	90,95%	1 428 613	1 442 537	13 924
DAM APEX č.3	54,66%	892 800	899 601	6 801
DAM APEX č.4	61,84%	1 009 631	1 025 522	15 891
DAM APEX č.6	84,37%	1 348 807	1 354 792	5 985
DAM APEX č.17	71,96%	1 116 378	1 126 251	9 873
DAM APEX č.7	86,26%	1 354 868	1 362 230	7 362
DAM APEX č.8	95,77%	1 504 182	1 516 647	12 465
DAM APEX č.9	97,80%	1 497 902	1 510 150	12 248
DAM APEX č.10	85,06%	1 309 102	1 340 654	31 552
DAM APEX č.11	88,60%	1 358 914	1 369 755	10 841
DAM APEX č.12	86,85%	1 332 072	1 341 557	9 485
DAM APEX č.13	69,96%	905 782	915 262	9 480
DAM APEX č.14	72,32%	954 325	962 585	8 260
DAM APEX č.15	71,86%	938 591	949 465	10 874
<b>Spolu</b>		<b>17 473 386</b>	<b>17 641 720</b>	<b>168 334</b>

Pri rôznom vyťažení strojných zariadení v priebehu roka sa hodnoty plánovanej produkcie zmenili. Hodnota 17 473 386 kusov je počet výrobkov ktoré Continental Barum plánuje

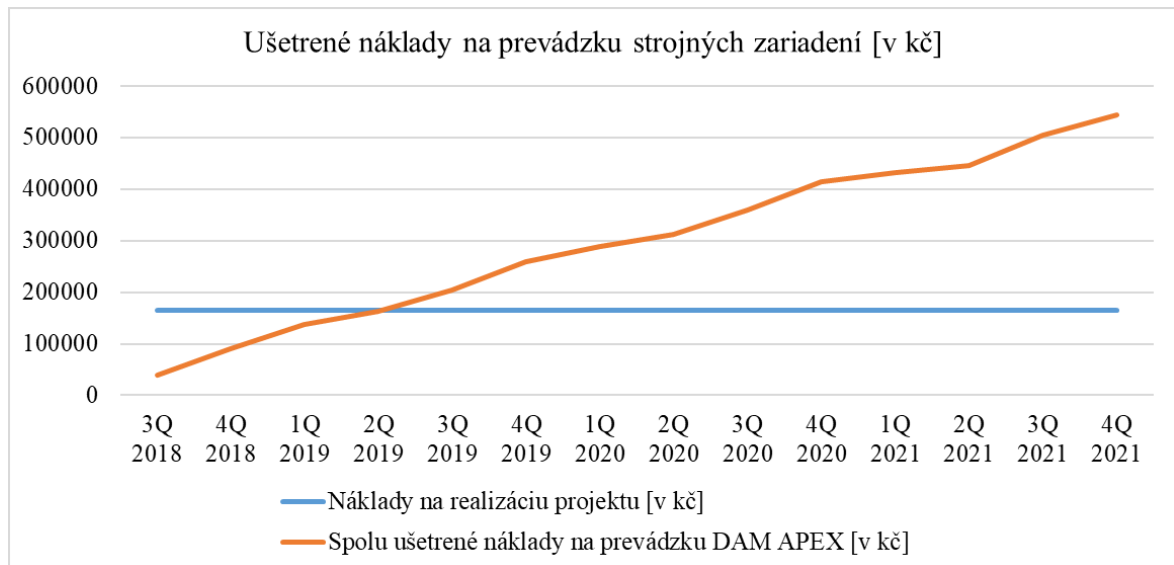
vyprodukovať v roku 2018, spojených s polotovarov výroby pätných lán. Pri zlepšení produkcie spôsobenej navrhnutím zberníc staníc VO sa nová plánovaná hodnota vyrobených výrobkov zvýši o 168 334 kusov. Keďže v momentálnej dobe linka 40500 stíha plniť požiadavky svojho zákazníka, čo je nasledujúca výroba, nemôže sa zvýšený počet potenciálne vyrobených polotovarov brať ako zisk na jednu predanú pneumatiku. Výroba nesmie produkovat' viac výrobkov ako si to požaduje zákazník, pretože tak vzniká nadvýroba, čo je značný druh plytvania prostriedkami spoločnosti a aj priestorom na skladovanie. Hodnota navýšenia produkcie na jednotlivých strojných zariadeniach a celková hodnota môže byť braná pre plánovanie ďalšej výroby a zníženie počtu dorobenia potrebných výrobkov. Navýšenie produkcie o cca 1% dáva priestor na prerozdelenie výrobného zaťaženia na iné strojné zariadenia, ktoré vyrábajú podobné produkty.

Samotné opatrenie má tiež vplyv na prácu predáka, ktorý vďaka opatreniu stráca starosti so spracovaním vratného odpadu a môže sa tak venovať iba problémovým strojným zariadeniam v rámci výrobných zmien. Tým že predák nie je zaťažovaný vratným odpadom, môže byť k dispozícii pre riešenie problémov na strojných zariadeniach a spoločne s operátorom nájsť chybu na zariadení. S týmto úkonom je spojená tiež znížená tvorba vratného odpadu v rámci nastavovania a tým spojená väčšia efektívnosť výroby.

## 9.1 Finančné zhodnotenie opatrenia

Zvýšenie produkcie pre tieto strojné zariadenia môže znamenať aj zníženie počtu dní prevádzky strojného zariadenia. Náklady na prevádzku stroja sú veľké, vzhľadom na veľkosť stroja, spotrebu energie a výšku nákladov na údržbu. Náklady na CUD pre jeden stroj sú 3 600 Kč. Sú vypočítané ako predpokladaný odber energie pre linku 40500, náklady na údržbu všetkých strojných zariadení a odber vody a plynu do systému stroja. Pri priemernej produkcii 4500 polotovarov na jedno strojné zariadenie sa zvýšenie produkcie môže využiť na vypnutie strojného zariadenia skôr, keď podnik nevyrába, to znamená pred sviatkami, podnikovou odstavkou a podobne. Pri troch sekciách výroby, ktoré sú v rámci linky rozdelené na podobnú produkciu pätných lán s podobnou šírkou polotovaru v tabuľke 24 (Tab. 24) zvýraznené iným odtieňom zelenej farby, sa výrobky stihnú vyrobiť aj , pri odstavke jedného zariadenia vo svojej skupine. Počet týchto dní sa vypočítal ako celkové navýšenie produkcie delené priemerným počtom vyrobených výrobkov. Vzniknutý počet dní, ktoré sú k dispozícii na odstavku strojného zariadenia je tak 38. Pri investovaní 165 670 Kč na implementovanie opatrenia zberných staníc a 38 potenciálne ušetrených dní za energie spojené

s prevádzkou stroja sa investícia vráti za rok od uvedenia, pretože na úplné uhradenie investície zvýšenia produkcie strojov treba 49 dní, odstávky strojného zariadenia. Po návrate investície do tohto opatrenia, má toto opatrenie potenciál znižovať prevádzkové náklady na strojné zariadenia DAM APEX. Predpokladané úspory na prevádzku strojných zariadení vzhľadom na vstupnú investíciu do zberných staníc zobrazuje graf 4 za jednotlivé kvartály do roku 2021.



*Graf 4 Vplyv zavedenia zberných staníc na znižovanie nákladov prevádzky strojného zariadenia DAM APEX (Vlastné spracovanie)*

Z grafu je zrejmé, že sa investícia do vybraného patrenia vráti v druhom kvartáli roku 2019, čo je rok od uvedenia do projektu. Do konca roku 2021 by malo toto opatrenie priniesť úsporu približne 378 000 Kč.

## 9.2 Udržanie nového výrobného systému

Vďaka zavedeniu zberných staníc a elektronického paletového vozíka do výroby, ktorý dokáže odvážiť vyprodukovaný odpad sa bude poznať presná hodnota vratného odpadu, ktorá sa zaznamenáva na expedícii. Každá pracovná skupina bude poznať množstvo, ktoré vyprodukovala a táto hodnota môže byť kľúčová v rámci pracovných porád, kde sa môže riešiť znižovanie tohto odpadu v rámci metodiky Kaizen, prípadne workshopov. Účastníci procesu si budú viac vedomí významu znižovania tohto odpadu, ktorý je zdrojom plytvania a dáva tak väčší priestor pre zlepšovacie návrhy jeho zamedzenia. Pre udržanie tohto nového výrobného systému je potrebné v rámci výrobných porád zdôrazňovať jeho pozitívny vplyv na

výrobnú linku. Tiež je podľa aktuálnej produkcie odpadov potrebné plánovať kontroly zaplnenia zberných staníc, aby ju mal operátor vždy k dispozícii. Význam zberných staníc je v prehľadnejšom výrobnom priestore ktorý by mal pozitívne vplyvať na výkonnosť zamestnancov linky 40500.

### 9.3 Vyhodnotenie projektu

Projekt bol venovaný skúmaniu vplyvu spracovania vratného odpadu na linke 40500, čo je výroba polotovarov pätných lán na pneumatiky a zvýšeniu potenciálnej produkcie na o 1%

V rámci merania bola zistená veľká produkcia vratného odpadu, ktorý vzniká pri rôznych činnostiach vo výrobe, hlavne pri zlej funkčnosti stroja, ktorú musí vyriešiť operátor, predák alebo pri závažnej chybe technik. S vratným odpadom tak počas merania operoval aj operátor aj predák, ktorým táto činnosť brala určité množstvo času, ktorý sa dá považovať za plytvanie. V rámci fázy merania boli zároveň vyhodnotené celkové časy výroby na každom strojnom zariadení a strata času, ktorý bol na ňom venovaný spracovaniu vratného odpadu.

Analytická časť projektu ukázala, priemerné množstvá odpadu na jednotlivých zariadeniach a tiež ich pomer, kde sa zistilo, že pri najvyššom pomere odpadu pri zmene zmesi alebo šablóny tieto strojné zariadenia fungujú najlepšie. Táto analýza poskytla údaje pre technikov, na čo sa majú približne zamerať pri údržbe jednotlivých strojov. Vďaka analýze sa pomocou jednoduchých nástrojov kvality Ishikawa diagramu a 5x prečo zistila príčina tvorby veľkej časti vratného odpadu z nastavovania, čo prinieslo výsledky pre fázu zlepšovania.

V rámci riešenia bolo navrhnuté aj riešenie umiestnenia zberných staníc, aby mali čo najmenší vplyv na časové straty operátora. Pre toto riešenie bola spravená aj celková analýza MOST, aby sa zistili potencionálne časové straty pri zavedení tohto opatrenia. Pre riešenie zníženia produkcie vratného odpadu bol zostrojený štandard opravy a kontroly strojného zariadenia pri ktorom sa však ukazovali väčšie časové straty ako pri súčasnom výrobnom procese, ale pre niektoré strojné zariadenia má toto opatrenie veľký vplyv na zníženie časovej straty a množstva produkcie VO.

Navrhované riešenia zvýšenia produkcie na strojných zariadeniach DAM APEX môžu byť využité pri potrebe zvýšiť výrobu, ak to bude zákazník požadovať, alebo ako to je známe z teórie, úzke miesto výroby v rámci celej podnikovej výroby sa môže presunúť na linku 40500 kde sa navrhované riešenia projektu môžu okamžite implementovať.



## ZÁVER

Diplomová práca bola venovaná projektu efektívnejšieho spracovania vratných odpadov a obmedzenia ich vzniku na linke 40500, ktorá vyrába polotovary pätných lán pre finálny produkt pneumatiky v spoločnosti Continental Barum s.r.o. Cieľom projektu tak bolo vďaka zavedeniu nového výrobného procesu zvýšiť produkciu polotovarov na strojných zariadeniach DAM APEX.

Úvod práce bol venovaný spracovaniu literárnej rešerše, ktorá je venovaná myšlienke štíhlej výroby a nástrojmi, ktoré túto myšlienku podporujú. Opísané bolo štíhle pracovné prostredie, ktoré sa riadi pomocou metodiky 5S a vytvára tak priestor pre znižovanie plytvania, ktorému sa venovala podstatná časť teoretickej časti venovala. Nástrojom štíhlej výroby je aj využitie metodiky Kaizen, pri ktorej najväčším potenciálom zlepšovania procesov sú samotní operátori výroby. Dôležitou súčasťou spracovania teórie zaoberajúcou sa štíhlou výrobou bolo vysvetlenie teórie obmedzení a štandardizácie opatrení. Na záver teoretickej časti bola vysvetlená metodika DMAIC, ktorá sa využila v rámci celej analytickej a projektovej časti tejto práce, kde sa využili všetky fázy riadenia projektov pomocou metodiky DMAIC.

Analytická časť sa v úvode venovala stručnému predstaveniu spoločnosti Continental Barum s.r.o. jej vízií a poslaniu v rámci koncernu Continental. Vo fáze definovania projektu bol predstavený výrobný proces na strojnom zariadení DAM APEX so SIPOC analýzou a určením účastníkov procesu vo výrobe, ktorá ukazuje všetky vstupy a výstupy, kde boli určené hlavné položky, ktoré definovali predmet skúmania v projekte a tým sa určilo skúmanie vzniku vratného odpadu. Pre vymedzenie projektu bol vypracovaný logický rámec, ktorého hlavným cieľom bolo zvýšenie produkcie na strojných zariadeniach o 1%.

Pri meraní sa práca zaoberala množstvom vratného odpadu, ktoré priemerne za pracovnú zmenu vyprodukuje strojné zariadenia. Výsledná hodnota odpadov, ktoré vzniknú v priebehu roka je približne 350 ton, čo ukázalo nutnosť venovať sa riešeniu dopadu na samotnú výrobu polotovarov. Vo fáze merania sa tiež meral čas trvania úkonov spojených so spracovaním vratného odpadu na linke a dopad časových strát na celkovú výrobu v roku 2018 v mesiacoch január a február. Na jedno strojné zariadenie pripadá na spracovanie vratného odpadu priemerne 12,42 minút na pracovanie vratného odpadu za pracovnú zmenu a táto hodnota má negatívny dopad na celkovú produkciu výrobnéj linky. Skutočný čas výroby jedného výrobku na konkrétnych strojných zariadeniach bol získaný z databázy spoločnosti.

Zároveň bola opísaná priemerná účasť predáka a operátora na spracovaní vratného odpadu sledovaná počas meraní.

Analýza v rámci metodiky DMAIC bola venovaná podielu tvorby druhu vratného odpadu na jednotlivých strojných zariadeniach a následnou analýzou koreňových príčin vzniku veľkého množstva vratného odpadu z nastavovania a ponúkla výstupy pre fázu zlepšovania výrobného procesu.

Projektová časť diplomovej práce sa skladala z fázy zlepšovania výrobného procesu a jeho riadením. Obsahom zlepšenia bolo vypracovanie troch návrhov na zlepšenie výrobného procesu s cieľom zvýšenia produkcie na výrobných zariadeniach a obmedzenia vzniku vratného odpadu. Prvé riešenie spočívalo v zavedení zberných staníc, vďaka ktorým by sa znížila časová hodnota na spracovanie vratného odpadu a tým by sa predák nemusel starať o spracovanie VO a mohol sa venovať podpore operátorov čo bolo brané ako potenciálne zníženie tvorby odpadu a vytvárania chybných výrobkov. Po časovej analýze a vplyvu zavedenia opatrenia by sa mohla produkcia zvýšiť o 1,02%, čo aj bolo cieľom projektu. Druhým návrhom bolo určenie zodpovedného zamestnanca pre spracovanie VO čím by sa produkcia zvýšila o 2,55%, ale vznikli by tak zvýšené mzdové náklady. Pre prvé dva návrhy bol zostrojený layout presne popisujúci trasy týkajúce sa operácií s vratným odpadom. Posledným návrhom bol štandardizovaný postup kontroly a opravy strojného zariadenia pri zistenej chybe, kde by však vznikalo viac časových strát. Vybraný bol návrh zavedenia zberných staníc pomocou rozhodovacej matice.

Posledná časť projektu sa venovala riadeniu navrhnutého riešenia zberných staníc a dopad na produkciu podľa skutočnej vyťažnosti strojných zariadení v priebehu roka 2018. Popísaná tiež bola návratnosť investície ktorá by sa vrátila približne za 1,5 roka a ďalej by opatrenie šetrilo peňažné prostriedky spojené s prevádzkou strojného zariadenia. Pri zhodnotení projektu sa ukázalo že všetky riešenia majú potenciál využitia vo výrobe pre riešenie náhlych potrieb zvýšenia produkcie alebo riešenia úzkych miest vo výrobe.

Ciele projektu boli splnené, keďže bolo potrebné zvýšiť produkciu o jedno percento. Na vedení spoločnosti je teraz aplikovať navrhnuté riešenia spracovania vratného odpadu. Výsledky analýzy a navrhovaných riešení môžu podniku pomôcť v operatívnom a strategickom riadení výroby.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY**

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

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

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BLECHARZ, Pavel. Základy moderního řízení kvality. Praha: Ekopress, 2011, 122 s. ISBN 978-80-86929-75-0.

BOBÁK, Roman. Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 2011, 159 s. ISBN 978-80-02-02354-8.

BURTON, Terence T. Accelerating lean six sigma results: how to achieve improvement excellence in the new economy. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Pub., c2011, xxii, 409 s. ISBN 978-1-60427-054-9.

CANO, Emilio L., Javier MARTÍNEZ MOGUERZA a Andrés REDCHUK. Six sigma with R: statistical engineering for process improvement. New York: Springer, 2012, xxx, 284. Use R!. ISBN 978-1-4614-3651-5.

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

FEKETE, Milan. Efektívny produkčný systém. Bratislava: Kartprint, 2012, 131 s. ISBN 978-80-89553-09-9.

HEIZER, Jay H. a Barry RENDER. Principles of operations management. Fourth edition. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001, xxxi, 716 stran, 37 různě číslovaných. ISBN 0-13-027147-0.

HOBBS, Dennis P. Applied lean business transformation: a complete project management approach. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, c2011, xxv, 483 s. ISBN 978-1-932159-79-0.

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

KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. Praha: Grada, 2002, 424 s. Expert. ISBN 80-247-0199-5.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. Moderní přístupy k řízení výroby. Praha: C. H. Beck, 2001, xi, 115 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-7179-471-6.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN. Maynard's industrial engineering handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, c2001, 1 sv. (různé stránkování). McGraw-Hill standard handbooks. ISBN 0-07-041102-6.

MILLER, Ivan. Kapesní příručka Six Sigma. 3. vydání. Praha: Interquality, 2016, 147 s. ISBN 978-80-905414-1-2.

MONDEN, Yasuhiro. Toyota production system: an integrated approach to just-in-time. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, c2012, xlvii, 520 s. ISBN 978-1-4398-2097-1.

MORGAN, James M. a Jeffrey K. LIKER. The Toyota product development system: integrating people, process, and technology. New York: Productivity Press, c2006, xx, 377 s. ISBN 1-56327-282-2.

PYZDEK, Thomas a Paul A. KELLER. The handbook for quality management: a complete guide to operational excellence. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2013, xii, 484 s. ISBN 978-0-07-179924-9.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

TÖPFER, Armin. Six sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb. Brno: Computer Press, 2008, x, 508 s. Praxe manažera. ISBN 978-80-251-1766-8.

**ZOZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJOV**

BARBOSA, B., M. PEREIRA, F. SILVA a R. CAMPILHO. Solving quality problems in tyre production preparation process: a practical approach. Science Direct [online]. Modena: Procedia Manufacturing, 2017, 30.6.2017, 2017(11), 8 [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304584>

Barum [online]. Otrokovice, 2018 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <https://www.barum.cz/osobni/znacka>

BURIETA, Ján. 5S. IPA [online]. 25.2.2017 [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/5s>

Continental: The Future in Motion. Continental Corporation [online]. Hanover: Continental, 2018 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: <https://www.continental-corporation.com/cs-cz/spolecnost/corporate-strategy/vision-mission-68740>

KORMANEC, Peter. Průmyslové inženýrství: Cesty ke zvyšování výkonnosti firem [online]. Český Těšín: inFORM vydavatelství, 2012, 2012(4) [cit. 2018-02-16]. ISSN 1803-7593. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk>

KOŠŤURIAK, Ján. Muda Mura Muri. IPA [online]. 30.1.2008 [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/blogy/jan-kosturiak/muda-mura-muri>

KRIŠŤAK, Jozef. Produktivita. IPA [online]. 25.2.2017 [cit. 2018-03-14]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/produktivita>

Výročná správa 2016: Continental Barum [online]. Otrokovice, 2016, 2016 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: [https://doc.kurzy.cz/static/sbirka-listin/35/82/78/sl45788235\\_c-15057sl91ksbr.pdf](https://doc.kurzy.cz/static/sbirka-listin/35/82/78/sl45788235_c-15057sl91ksbr.pdf)

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

CEZ	Celková efektivnost ztrojných zařízení
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
Kč	Koruna česká
Ks	Kus
Min.	Minúta
MOST	Mainard Operation Sequence Technique
NOK	Not Okay
Obr.	Obrázok
PDCA	Plan, Do, Check, Act
Sek.	Sekunda
Tab.	Tabuľka
TEEP	Total Equipment Effective Performance
VO	Vratný odpad
VSM	Value Stream Mapping

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

<i>Obr. 1</i> Obecná schéma výrobného procesu (Vlastné spracovanie na základe Tomka, Vávrovej a Kavana) .....	12
<i>Obr. 2</i> Nástroje využívané v metodike DMAIC zdroj (Kormanec, 2012, s.9) .....	27
<i>Obr. 3</i> Schéma strojného zariadenia DAM APEX (Barbosa a kol., © 2017) .....	34
<i>Obr. 4</i> SIPOC procesu výroby pätných lán (Vlastné spracovanie) .....	37
<i>Obr. 5</i> Triedenie odpadu vzniknutého na linke 40500 (Vlastné spracovanie) .....	41
<i>Obr. 6</i> Ishikawa diagram vzniku vratného odpadu (Výsledok workshopy linka 40500) .....	51
<i>Obr. 7</i> Umiestnenie zberných staníc vratného odpadu na linke 40500 (Vlastné spracovanie) .....	55
<i>Obr. 8</i> Náskres zbernej stanice vratného odpadu (Vlastné spracovanie) .....	56
<i>Obr. 9</i> Navrhovaná trasa a umiestnenie zaplnenej zbernej stanice (Vlastné spracovanie) .....	59
<i>Obr. 10</i> Návrh trasy zamestnanca na kontrolu a spracovanie VO v strojných zariadeniach DAM APEX (Vlastné spracovanie) .....	63

**ZOZNAM GRAFOV**

<i>Graf 1</i> Percentuálny podiel vratného odpadu vo výrobe na zmenu (Vlastné spracovanie) .....	43
<i>Graf 2</i> TG čas jednotlivých zariadení s priemerným TG časom na výrobnéj linke (Vlastné spracovanie) .....	45
<i>Graf 3</i> Porovnanie zníženia časových strát pri zavedení zberných staníc za pracovnú zmenu (Vlastné spracovanie) .....	57
<i>Graf 4</i> Vplyv zavedenia zberných staníc na znižovanie nákladov prevádzky strojného zariadenia DAM APEX (Vlastné spracovanie) .....	71



**ZOZNAM TABULIEK**

<i>Tab. 1 Organizačná štruktúra Continental Barum s.r.o. (Výročná správa, 2016)</i> .....	33
<i>Tab. 2 Logický rámec projektu (Vlastné spracovanie)</i> .....	38
<i>Tab. 3 RIPRAN analýza projektu (Vlastné spracovanie)</i> .....	39
<i>Tab. 4 SWOT analýza projektu (Vlastné spracovanie)</i> .....	40
<i>Tab. 5 Priemerne vytvorený odpad za pracovnú zmenu [v kg] (Vlastné spracovanie)</i> .....	43
<i>Tab. 6 Počet výrobkov na DAM APEX a jednotlivý TG čas za v roku 2018 (Vlastné spracovanie na základe interných údajov Continental Barum s.r.o.)</i> .....	44
<i>Tab. 7 Priemerný čas na jednotlivé úkony s vratným odpadom (Vlastné spracovanie)</i> .....	46
<i>Tab. 8 Priemerné časy na spracovanie vratného odpadu za pracovnú zmenu na jednotlivých zariadeniach (Vlastné spracovanie)</i> .....	47
<i>Tab. 9 Vplyv spracovania vratného odpadu na celkový čas vo výrobe za rok (Vlastné spracovanie)</i> .....	48
<i>Tab. 10 Podiel vratného odpadu na jednotlivých strojných zariadeniach za zmenu (Vlastné spracovanie)</i> .....	49
<i>Tab. 11 Vplyv spracovania VO na finálnu produkciu polotovarov na linke 40500 za rok 2018 (Vlastné spracovanie)</i> .....	53
<i>Tab. 12 MOST časovej straty pri uskladnení VO do zbernej stanice (Vlastné spracovanie)</i> .....	55
<i>Tab. 13 Porovnanie pôvodných časových strát s časovými stratami po zavedení zberných staníc VO za pracovnú zmenu (Vlastné spracovanie)</i> .....	57
<i>Tab. 14 Rozdelenie zberných staníc pre strojné zariadenia a predpoklad počtu zmien do zaplnenia zbernej stanice (Vlastné spracovanie)</i> .....	58
<i>Tab. 15 MOST presunu zberných staníc na expedíciu (Vlastné spracovanie)</i> .....	60
<i>Tab. 16 Predpokladaná investícia zariadenia zberných staníc na linke 40500 [v kč] (Vlastné spracovanie)</i> .....	60
<i>Tab. 17 Vplyv zavedenia zberných staníc na potenciálne zvýšenie produkcie v roku 2018 za január a február (Vlastné spracovanie)</i> .....	61
<i>Tab. 18 Vplyv zavedenia zberných staníc na predpokladanú dennú a ročnú produkciu (Vlastné spracovanie)</i> .....	62

<i>Tab. 19 Vplyv zamestnania pracovníka pre spracovanie vratného odpadu na potenciálne zvýšenie produkcie v roku 2018 za január a február (Vlastné spracovanie) .....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 20 Vplyv zamestnania pracovníka pre spracovanie vratného odpadu na predpokladanú dennú a ročnú produkciu (Vlastné spracovanie) .....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 21 MOST kontroly strojného zariadenia pri zistenej chybe (Vlastné spracovanie) .....</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 22 Vplyv zavedenia celkovej kontroly strojného zariadenia na časové straty spojené so spracovaním VO (Vlastné spracovanie) .....</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 23 Rozhodovacia matica implementácie navrhovaných riešení (Vlastné spracovanie) .....</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 24 Prínos navrhnutého riešenia pre výrobnú linku 40500 a rozdelenie sekcií strojných zariadení (Vlastné spracovanie) .....</i>	<i>69</i>

## ZOZNAM PRÍLOH

Príloha PI: Časový harmonogram projektu

