

# Projekt obráběcího centra

Bc. Tomáš Tankovič

---

Diplomová práce  
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

\*\*\*nascannované zadání s. 1\*\*\*

\*\*\*nascannované zadání s. 2\*\*\*

## **ABSTRAKT**

V diplomovej práci som riešil problematiku obrábacieho centra pozostávajúceho z dvoch zvislých sústruhov. Snažil som sa v ňom odhaliť zbytočné plytvania prostredníctvom metód ako sú 5S, teória obmedzenia (TOC) až po rýchlejšie pretypovania strojov.

Cieľom každého podniku je dlhodobo dosahovať zisk a práve prostredníctvom týchto metód podnik je podnik schopný zvyšovať svoju produktivitu a obstať medzi konkurenciou.

V práci som sa snažil poukázať nielen na všemožné druhy plytvania, ale prostredníctvom nástrojov priemyselného inžinierstva ich aj eliminovať.

Klíčová slova:

7 druhov plytvania, 5S, TOC, mapovanie hodnotového toku, náklady, produktivita, zásoby

## **ABSTRACT**

In this dissertation I tried to solve the problematique of the machining centre that consists of two vertical lathes. I tried to reveal waste in production by industrial methods like 5S, Theory of constraints and SMED.

Targed of every company is being profitable for a long time and this methods are the ways how the company can increase its productiviy and face the competition.

In dissertation I tried tu show not only sort of wastes in the production, but also eliminate them through the tools of the industrial engeneering.

Keywords:

7 sorts of wastes, 5S, value stream mapping, expenses, productivity, supplies

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce PhD. Jaromírovi Černému, ktorý sa mi snažil pomáhať odbornými radami a svojimi skúsenosťami a pripomienkami počas konzultácií.

Ďalej by som sa chcel poďakovať spoločnosti Matador Automotive, a.s. za to, že mi u nich povolili vykonávať diplomovú prax, a tým sa chcem aj poďakovať zamestnancom firmy a to Ing. Krupičkovi, Marianovi Molnárovi a taktiež všetkým operátorom v obrábacom centre za ich cenné informácie a rady, ktoré som do diplomovej práce aplikoval.

Prehlasujem, že som diplomovú prácu spracoval samostatne a použitú literatúru som citoval.

V Dubnici nad Váhom, 1.5.2007

## OBSAH

<b>I</b>	<b>OBSAH</b> .....	<b>6</b>
<b>II</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>III</b>	<b>1 VYMEDZENIE PROJEKTU</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>ČASOVÝ PLÁN</b> .....	<b>11</b>
<b>IV</b>	<b>I.</b> .....	<b>12</b>
<b>V</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>VI</b>	<b>2 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>DEFINÍCIA PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA</b> .....	<b>13</b>
2.1.1	KLASICKÉ PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO .....	14
2.1.2	OPERAČNÁ ANALÝZA .....	16
<b>2.2</b>	<b>MODERNÉ PRIEMYSLOVÉ INŽINIERSTVO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>PRODUKTIVITA</b> .....	<b>17</b>
2.3.1	ČLENENIE PRODUKTIVITY .....	18
2.3.2	MIERY A UKAZOVATELE PRODUKTIVITY .....	18
•	PARCIÁLNA PRODUKTIVITA .....	18
•	CELKOVÁ PRODUKTIVITA (TOTÁLNA PRODUKTIVITA) .....	18
•	INDEX PRODUKTIVITY (IP).....	18
<b>2.4</b>	<b>PLYTVANIE</b> .....	<b>20</b>
2.4.1	DRUHY PLYTVANIA .....	20
<b>2.5</b>	<b>OBMEDZENIE V PODNIKU</b> .....	<b>23</b>
2.5.1	HĽADANIE OBMEDZENIA V PODNIKU .....	23
2.5.2	ANALÝZA OBMEDZENIA .....	24
2.5.3	SYSTÉME ZLEPŠOVANIA NA ÚZKYCH MIESTACH.....	24
2.5.4	VYUŽITIE ÚZKÉHO SIESTA.....	26
2.5.5	TOC .....	26
2.5.6	DRUM – BUFFER – ROPE.....	27
<b>2.6</b>	<b>ANALÝZA SPOTREBY ČASU</b> .....	<b>29</b>
2.6.1	ANALÝZA SPOTREBY ČASU Z POHĽADU PRACOVNÍKA.....	30
<b>2.7</b>	<b>RÝCHLE PRETYPOVANIE STROJOV</b> .....	<b>31</b>
2.7.1	ŠTANDARDIZOVANÝ POSTUP PRE RÝCHLE ZMENY .....	32
<b>2.8</b>	<b>METÓDA 5S</b> .....	<b>34</b>

2.8.1	HLAVNÉ CIELE 5S.....	34
2.8.2	POSTUP IMPLEMENTÁCIE 5S .....	34
<b>VII</b>	<b>II.....</b>	<b>35</b>
<b>VIII</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>35</b>
<b>IX</b>	<b>3 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY SPOLOČNOSTI.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>VÝROBNÝ PROGRAM.....</b>	<b>36</b>
<b>X</b>	<b>4 ANALYTICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>POPIS OBRÁBACIEHO CENTRA.....</b>	<b>38</b>
4.1.1	CNC STROJ – SKJ 20 .....	38
4.1.2	CNC STROJ - SKIQ 16.....	39
<b>4.2</b>	<b>DRUHY PLYTVANIA.....</b>	<b>40</b>
4.2.1	ZÁSoby.....	40
4.2.2	NADVÝROBA .....	44
4.2.3	ČAKANIE .....	44
4.2.4	NADBYTOČNÁ MANIPULÁCIA .....	45
4.2.5	ZLÝ PRACOVNÝ POSTUP.....	46
4.2.6	ZBYTOČNÉ POHYBY.....	46
4.2.7	CHYBY PRACOVNÍKOV .....	46
<b>4.3</b>	<b>PRETYPOVANIE STROJA .....</b>	<b>48</b>
4.3.1	OBTIAŽNE ŠTANDARDIZOVANÉ ČINNOSTI .....	50
4.3.2	PLYTVANIE PRI NASTAVENÍ STROJA .....	53
<b>4.4</b>	<b>METÓDA 5S.....</b>	<b>55</b>
<b>4.5</b>	<b>POZNATY VYPLYVAJÚCE Z TEÓRIE OBMEDZENIA.....</b>	<b>58</b>
<b>XI</b>	<b>5 PROJEKT.....</b>	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>HODNOTENIE ÚZKEHO MIESTNA NA ZÁKLADE VYUŽITIA STROJOV .....</b>	<b>63</b>
5.1.1	KROKY VEDÚCE K ELIMINÁCII ROZPRACOVANEJ VÝROBY .....	66
<b>5.2</b>	<b>PRETYPOVANIE STROJA (SMED).....</b>	<b>68</b>
5.2.1	ELIMINÁCIA ČASOV NA VYKONANIE NEŠTANDARDIZOVANÝCH ČINNOSTÍ.....	68
5.2.2	ČINNOSTI VYKONÁVANÉ PRED VYPNUTÍM STROJA.....	73
5.2.3	VYČÍSLLENIE POTENCIONÁLNYCH ÚSPOR DOSIAHNUTÝCH SKRÁTENÍM DOBY NASTAVENIA STROJA .....	76
<b>5.3</b>	<b>NÁVRHY POSTUPOV A ZLEPŠENÍ Z HĽADISKA METÓDY 5S.....</b>	<b>77</b>

5.3.1	SEPAROVANIE.....	77
5.3.2	ČISTENIE .....	79
<b>XII</b>	<b>6 ZÁVEREČNÁ REKAPITULÁCIA PRÍNOSOV A ÚSPOR.....</b>	<b>82</b>
<b>6.1</b>	<b>SKRÁTENIE DOBY NASTAVENIA STROJA A VYČÍSLENIE POTENCIONÁLNYCH ÚSPOR.....</b>	<b>82</b>
<b>6.2</b>	<b>VYČÍSLENIE ÚSPORY ZREZÁVANÍM PANENIEK.....</b>	<b>83</b>
<b>6.3</b>	<b>VYČÍSLENIE ZNÍŽENIA ROZPRACOVANÝCH ZÁSOB .....</b>	<b>84</b>
<b>XIII</b>	<b>ZÁVER .....</b>	<b>85</b>
<b>XIV</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>86</b>
<b>XV</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>88</b>
<b>XVI</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>89</b>
<b>XVII</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>90</b>
<b>XVIII</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>91</b>



## ÚVOD

V dnešnej dobe sa výrobné a strojárské podniky nachádzajú naozaj v náročnej dobe. V Matadore Automotive, kde som vykonával diplomovú prax som mal možnosť spozorovať, že požiadavky zákazníka a boj s konkurenciou sú dva významné faktory, ktoré tlačia podniky k neustálym zlepšeniam z hľadiska udržania sa na trhu.

Na to aby sa podnik udržal na trhu a dokázal splňať požiadavky zákazníkov sa musí neustále pokúšať o hľadanie nových ciest k zvyšovaniu produktivity. Vyrábať čo najefektívnejšie a snaha o neustále znižovanie nákladov sú zbrane, pomocou ktorých musí každý podnik hľadiť do budúcnosti. Vo svete globalizácie, kde nám môže konkurovať podnik z druhej strany zeme nemôžeme na trhu uspieť, pokiaľ sa meniacim podmienkam trhu nedokážeme prispôbiť čo najlepšie a pokiaľ možno čo najrýchlejšie. Zvlášť v regiónoch bývalého východného bloku je stále tendencia produkovať na úkor nákladov a činností, ktoré zákazník neakceptuje. Existencia konkurencie vtedy jednoducho nebola tak intenzívna, aby sa k niečomu takému ako je znižovanie nákladov a zvyšovanie efektívnosti prikladal dôležitý význam.

V krajinách západnej Európy, kde moderné trhové hospodárstvo funguje oveľa dlhší čas už dávno vedia, že spôsob ako sa udržať na trhu je snaha byť čo najlepší. A tí, ktorí na trhu úspešne fungujú mnoho rokov a chcú aj úspešnými zostať naďalej, si museli svoju pozíciu vybudovať rôznymi cestami a jednou z nich je aj zavádzanie metód priemyselného inžinierstva. Hľadanie spôsobov, ako zvýšiť produktivitu, aj keď o malé percento sú malé krôčiky k tomu, ako získať konkurenčnú výhodu oproti ostatným.

V dnešnej dobe je priemyselné inžinierstvo obor, ktorý je rozvinutý po celom svete a rozvíja sa naďalej. Zákazník presne vie, za čo chce platiť a za čo nie a preto sa aj v Matadore Automotive musia začať snažiť a maximálnu elimináciu plytvania všetkého druhu, snažiť sa o znižovanie nákladov, zvyšovanie produktivity a čo najlepšie uspokojenie zákazníka.

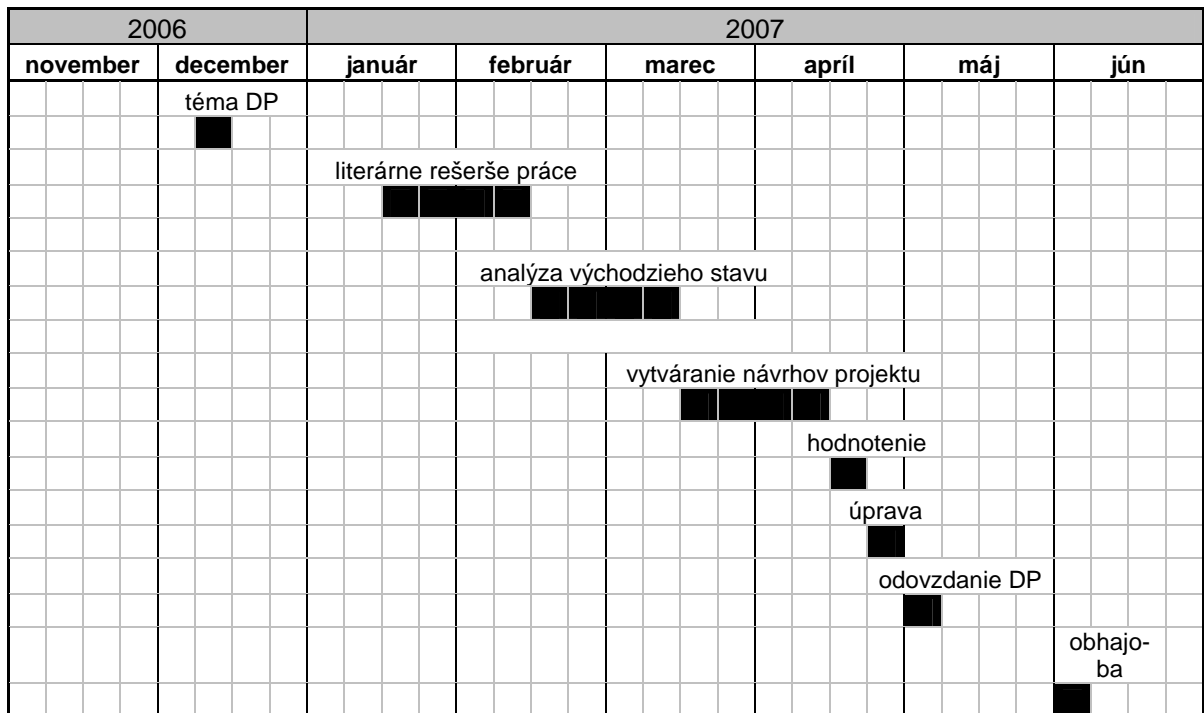
## 1 VYMEDZENIE PROJEKTU

<b>Názov projektu:</b>	Projekt obrábacieho centra
<b>Riadiaci tím:</b>	Ing. Krupička
<b>História projektu:</b>	Najdôležitejším kritériom, ktoré zaručí vysokú konkurencie schopnosť a uspokojí potreby zákazníka je cena, kvalita a čas. Tieto tri faktory sú v obrábacom centre hnacím motorom k tomu, aby sa vyrábalo čo najlepšie a dochádzalo čo k najmenšiemu plytvaniu.
<b>Požiadavky:</b>	Eliminácia činností, ktoré nepridávajú hodnotu, eliminácia plytvania, skrátenie výrobného cyklu, usporiadanie pracoviska z hľadiska 5S.
<b>Hlavný cieľ porjektu</b>	Zmena procesov v obrábacom centre tak, aby sa zamedzilo plytvaniu, snaha skrátiť nastavenie stroja, znížiť zásoby rozpracovanej výroby.
<b>Súčasťou projektu nie je:</b>	Vyčíslenie finančných prínosov a návrhov na zlepšenie procesov v obrábacom centre.
<b>Obmedzenie projektu:</b>	časové obmedzenie, termín odovzdania diplomovej práce je do 5. 5. 2007
<b>Podmienky projektu:</b>	Na to, aby som mohol riešiť problémy v obrábacom centre, potrebujem interné informácie firmy a spoluprácu s operátormi strojov.

### 1.1 Časový plán

December	Konfrontovanie firmy a vedúceho diplomovej práce
December	Definovanie projektu
Január	Konzultácie s odborným vedúcim
Január	Spracovanie literárnej rešerše
Január	Analýza východzieho stavu
Február	Dokončenie analýzy východzieho stavu
Marec	Návrh a výber projektu
Marec	Vytvorenie návrhov projektu
Apríl	Hodnotenie ekonomických prínosov
Máj	Odobzдание diplomovej práce

Tab. 1: Mílniky projektu [vlastné spracovanie]



Obr. 1: Časový harmonogram projektu [vlastné spracovanie]

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 2 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

### 2.1 Definícia priemyselného inžinierstva

V dnešnej dobe je nutné za hlavnú výzvu podnikov považovať dosiahnutie vyššej produktivity, ktorá sa stáva ústredným faktorom pre udržanie konkurencie schopnosti nielen v parciálnych oblastiach, ale i národného hospodárstva ako celku. Oborom, ktorý sa už od svojho vzniku zameriava práve na zvyšovanie produktivity je tzv. priemyslové inžinierstvo. [13]

Priemyslové inžinierstvo definujeme ako „interdisciplinárny obor, ktorý sa zaoberá projektovaním, zavádzaním a zlepšovaním integrovaných pracovných systémov ľudí, strojov, materiálov a energií s cieľom zvýšiť produktivitu. [7]

Obecne sa tento obor rozdeľuje na klasické a moderné priemyslové inžinierstvo. Jadrom klasického priemyslového inžinierstva je meranie spotreby práce a pracovné štúdie. Stratégia programov moderného priemyslového inžinierstva je založená na podpore trvalého rozvoja produktivity v internej a externej oblasti, kde môžu prispieť k naplňovaniu cieľov podnikov – zvýšiť ročný prírastok produktivity o 20 až 30 %. [13]

Obor priemyselného inžinierstva má v sebe z hľadiska zvyšovania produktivity obrovský potenciál.

Napriek tomu, že sa v základných princípoch uplatnenie PI v jednotlivých krajinách nelíši, je možné nájsť i určité odlišnosti a podľa našich skúseností i identifikovať tri základné „školy“:

- americkú
- nemeckú
- japonskú

Súčasná definícia priemyslového inžinierstva hovorí, že je to interdisciplinárny obor, ktorý sa zaoberá projektovaním, zavádzaním a zlepšovaním integrovaných systémov ľudí, strojov, materiálov a energií s cieľom dosiahnuť čo najvyššiu produktivitu. [9]

Pri organizovaní priemyslového inžinierstva v podniku je nutné dodržiavať tieto hlavné zásady:

- PI musí byť ustanovené v súlade s obchodnými cieľmi a stratégiami podniku
- aktivity PI sú integrálne súčasťou celkovej obchodnej stratégie podniku
- PI podporuje naplnenie obchodnej stratégie
- znalosti priemyslových inžinierov musia byť v súlade s cieľmi a stratégiami spoločnosti
- aplikácie metód PI vyžaduje podporu top-managementu
- realizácia zámerov PI vyžaduje jasné definovanie zodpovednosti a kompetencií.

### 2.1.1 Klasické priemyselné inžinierstvo

Klasické priemyslové inžinierstvo prešlo od svojich počiatkov až po dnešnú dobu evolúciou, v ktorej môžeme zaznamenať dve základné fázy resp. disciplíny:

- štúdium práce
- operačný výskum

Štúdium práce je ozajstným štúdiom v najhlbšom slova zmysle. Cieľom štúdia práce je doceliť optimálneho využitia ľudských a materiálových zdrojov dostupných danému podniku. Toto štúdium je založené na využívaní týchto dvoch techník:

- štúdium metód (pracovných) – method study
- meranie práce – work measurement

Procedúra štúdia metód je nasledujúca:

1. vyber prácu, ktorá má byť študovaná
2. zaznamenaj všetky relevantné fakty o súčasnej metóde
3. prever kriticky tieto fakty
4. navrhni praktickejšiu, ekonomickejšiu a efektívnejšiu metódu s ohľadom na všetky súvisiace okolnosti.
5. zaved' túto metódu ako štandardnú
6. udržuj tento štandard pravidelnou kontrolou

Záznamovými prostriedkami, charakteristickými pre štúdium metód sú:

- pohybové štúdie
- procesná analýza
- dotazníky, popisná analýza a kontrolné listy
- videozáznamy, fotografie

[9]

Meraním práce nazývame aplikáciou techník vytvorených pre určenie času potrebného na vykonávanie špecifikovanej práce kvalifikovaným robotníkom na definovanej úrovni výkonu. Meranie práce je účinným nástrojom pre zvyšovanie produktivity a podstatného zníženia nákladov. Jednotlivé postupy merania práce sú:

- hrubé odhady
- kvalifikované odhady
- využitie historických údajov
- časové štúdie pomocou priameho merania
- systémy dopredu určených časov

[13]

### 2.1.2 Operačná analýza

Medzi najvýznamnejšie techniky a metódy operačnej analýzy využívané v priemyslovom inžinierstve patria:

- sieťové grafy (metódy CPM, PERT)
- metódy riešenia sekvenčných úloh
- metódy matematickej štatistiky (napr. regresná a korelačná analýza)
- metódy teórie zásob (deterministické a stochastické modely pre stanovenie racionálnej výšky zásob)
- metódy teórie obnovy a údržby – rieši problémy prevádzkovej spoľahlivosti a pohotovosti strojov pri minimalizácii nákladov.

## 2.2 Moderné priemyslové inžinierstvo

Priemyslové inžinierstvo reaguje novými modernými prístupmi, ktorými je možné zaistiť vysokú produktivitu. Oproti jasne vydefinovaným technikám i metódam klasického PI sa však skôr jedná o komplexnejšie programy, ktoré nemajú a ani nemôžu mať úplne jasné kontúry. Moderné PI počíta s faktorom, ktorý sa obtiažne matematicky popisuje či modeluje – s človekom vykonávajúcim danú prácu. Zameriava sa na:

- zvýšenie kvalifikácie a účasti zamestnancov na riadení
- zlepšenie organizačných systémov
- zvýšenie dynamiky zlepšovania procesov a odstraňovanie plytvania
- skutočné zaistenie akosti, merania a hodnotenie produktivity



Medzi osvedčené konkrétne programy pre internú podnikovú oblasť patria napr.:

- program projektovania a zavádzania výrobných tímov na základe princípov tímovej práce.
- projektovanie a realizácia výrobkovo orientovaných pracovísk
- programy „nulových vád“ založené na systéme „poka-yoke“
- program totálne produktívnej údržby (TPM)
- zavádzanie ťahových systémov
- simulácia výrobných procesov
- priemyslové a ergonomické audity atď.

[9]

### 2.3 Produktivita

Produktivitu je možné definovať ako vzťah medzi výsledkami a časom, ktorý bol potrebný na ich dosiahnutie. Čím menej času je potrebné – tým produktívnejší je systém. Zvyšovanie produktivity neznamená viac pracovať, ale lepšie využívať zdravý rozum a inteligenciu pri riešení problémov.

Najjednoduchšie býva produktivita definovaná ako pomer dosiahnutých výstupov ku vloženým vstupom, teda:

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

#### Meranie produktivity umožňuje:

- sledovať interný vývoj vo firme
- kvantifikovať zdroje spotrebované na jednotku výstupu
- porovnávať sa s konkurenciou,
- určovať relatívny výkon oddelenia a pracovníkov
- porovnávať relatívny zisk variantných typov vstupov pre kolektívne vyjednávanie a rozdeľovanie zisku.

### 2.3.1 Členenie produktivity

Produktivita výroby sa často rozdeľuje do troch výrobných kategórii:

produktivita personálu = výrobný výstup / vstup personálu

produktivita zariadenia = výrobný výstup / vstup zariadenia

produktivita materiálu = výrobný výstup / vstup materiálu [4]

### 2.3.2 Miery a ukazovatele produktivity

- **Parciálna produktivita**

Parciálna produktivita je základnou mierou, s pomocou ktorej hodnotíme produktivitu individuálnych zdrojov. Určíme ju ako pomer výstupov zo zdroja k individuálnym vstupom.

PP = celkový merateľný výstup / jedna trieda merateľného vstupu

- **Celková produktivita (Totálna produktivita)**

CP = celkový merateľný výstup / celkový merateľný vstup

Celkovým merateľným výstupom môžu byť tržby, cena rozpracovaných výrobkov a ostatný výstup. Celkovým merateľným vstupom sú náklady na pracovnú silu, materiál, kapitál, atď.

- **Index produktivity (IP)**

IP = aktuálna produktivita / norma produktivity

Výsledky merania produktivity musia byť priebežne revidované a interpretované, inak by ich zisťovanie bolo plytvaním času. [4]

## 2.4 Plytvanie

Plytvanie je „všetko“, čo nepridáva produktu hodnotu alebo ho nepribližuje zákazníkovi. Opakom plytvania je práca s nárastom hodnoty alebo práce približujúcu produkt zákazníkov, teda činnosť, za ktorú je zákazník ochotný zaplatiť. Plytvanie je často predstavované činnosťami, ktoré je za súčasného stavu síce nutné vykonať, ale pritom by mohli byť tieto činnosti eliminované alebo redukované zlepšením pracovnej metódy či zlepšenou organizáciou.

### 2.4.1 Druhy plytvania

Medzi sedem osem plytvania sa radí:

- nadvýroba
- čakanie
- nadbytočná manipulácia
- zlý pracovný postup
- vysoké zásoby
- zbytočné pohyby
- chyby pracovníkov
- nevyžitie schopnosti pracovníka

#### 2.4.1.1 Nadvýroba

Nadvýroba je vykonávanie aktivít, ktoré sa tržne nezhodnotia. Nadvýroby umocňuje ostatné druhy plytvania. Tento druh plytvania označil T. Onho za „koreň všetkého zla“, pretože nadvýroba umocňuje už uvedené druhy plytvania. Nadvýroba je spojená s celou radou položiek, ktoré nezhodnocujú skôr definovanú hodnotu vo forme pomeru úžitku k vloženým nákladom.

#### **2.4.1.2 Čakanie**

Čakanie sa vyskytuje vtedy, keď napr. pracovník musí čakať na dodanie materiálu, alebo vtedy, keď pracovník stojí a len pozoruje chod stroja pri opracovaní výrobku. Je to taktiež časový úsek, pri ktorom nastanú také podmienky, kedy nie je možné požadovať či dovoliť bezprostredné vykonanie následných činností. Čakanie predlžuje priebežnú dobu, ktorá je kritickým parametrom štíhlej výroby.

#### **2.4.1.3 Nadbytočná manipulácia**

Nadbytočná manipulácia je najčastejším druhom plytvania. Toto plytvanie zahŕňa jak makro-plytvanie vo forme zbytočnej manipulácie a prepravy napríklad z dôvodu zlého lay-outu podniku, tak mikro-plytvanie v zmysle prenášania dielov a výrobkov v teritóriu pracoviska. Manipulácia je nutným zlom – materiál musí byť vo výrobnom podniku vždy nejako niekam dopravovaný – ide však o to, aby tento druh plytvania bol minimalizovaný a zbytočne nepredlžoval priebežnú dobu.

#### **2.4.1.4 Zlý pracovný postup**

Tento typ plytvania sa vyskytuje tam, kde „robíme niečo navyše“, čo zákazník nepotrebuje. Takéto prípady plytvania existujú často v podnikoch, kde dominuje inžiniersky prístup pri riešení problémov. Napríklad manažéri „zamilovaní“ do high technológií alebo technici s ambíciou dosiahnuť vysoké technické a technologické parametre, môžu ľahko zabudnúť na to, čo vlastne zákazník potrebuje a aká je vlastne potrebná technológia, ktorou možno tento cieľ dosiahnuť.

#### **2.4.1.5 Veľké zásoby**

Toto plytvanie je spojené s udržovaním a správou nadbytočných zásob, nepotrebných surovín, dielov a rozpracovanosti. Tieto prejavy môžeme nájsť hlavne tam, kde nie je výroba dostatočne a ťahovo spojená s „rytmom“ trhu. Napríklad podniky, ktoré plánujú výrobu na základe tlaku a pre jednotlivé výrobné úseky, majú s uvedeným druhom plytvania svoje

skúsenosti. Príčinou tohto plytvania je fakt, že skutočne aktuálne potreby zákazníkov sa výrazne líšia od plánovaných predpokladov.

#### ***2.4.1.6 Zbytočné pohyby***

Zbytočné pohyby vykonávajú ľudia i stroje. Zbytočné pohyby ľudí majú súvislosť s utváraním ľudskej práce a ergonomiou. Zlé ergonomické riešenie negatívne ovplyvňuje produktivitu, kvalitu i bezpečnosť práce. Produktivita trpí tam, kde existuje zbytočné prechádzanie, nahýbanie či otáčanie. Kvalita je nižšia tam, kde sa musí človek naťahovať, aby vykonal pracovný úkon či skontroloval výrobok. Vhodné ergonomické riešenie je preto kľúčom k eliminácii plytvania formou zbytočných ľudských pohybov.

#### ***2.4.1.7 Chyby pracovníkov***

Chyby pracovníkov zvyšujú náklady vďaka dodatočným činnostiam ako napr. viacnásobný transport či manipulácia.

#### ***2.4.1.8 Nevyužitie schopnosti pracovníka***

Nevyužitie schopnosti pracovníka vzniká tam, kde nie je zaistené dostatočné využitie schopností pracovníkov zamestnávateľom, kde je rozpojený reťazec medzi podnikom a zákazníkom, kde neexistujú „toky znalostí a know how“ medzi jednotlivými usekmi podniku apod. [9]

## 2.5 Obmedzenie v podniku

### 2.5.1 Hľadanie obmedzenia v podniku

Každý systém má aspoň jedno obmedzenie, ktoré zabraňuje systému dosiahnuť vyšší stupeň výkonnosti. Podobne i podnik má obmedzenie, ktoré mu zabraňuje zarábať viac peňazí v súčasnosti, ale i v budúcnosti.

Obmedzenie môžeme v podniku hľadať na rôznych miestach:

- **výrobné zdroje** - chýbajúca kapacita strojov, ľudí, chýbajúce financie a pod.
- **marketing** – nedostatok objednávok spôsobujúce nevyužitú kapacitu
- **riadenie, smernice** – pravidlá, ktoré bránia tomu, aby ľudia robili veci lepšími.
- **čas** – čas dodávky alebo prípravy výroby je príliš dlhý a zákazník odchádzajú
- **postoje ľudí** – neochota, napätie, slabá komunikácia a kooperácia.

Všeobecne môžeme obmedzenie rozdeliť do troch veľkých kategórií:

- **fyzické obmedzenie** – stroje, ľudia, hmotné zdroje, zariadenia. Je jednoduché ich identifikovať a odstrániť.
- **obmedzenie v riadení** – predstavujú nevhodné pravidlá a kritéria, ktorými sa riadi daná organizácia. Manažérske obmedzenie sú napríklad nevhodné investície. Následkom býva vznik fyzikálnych obmedzení.
- **Obmedzenie v chovaní ľudí** – obmedzenie v chovaní ľudí sú tie domnienky, presvedčenia alebo predpoklady, ktoré spôsobujú a podmieňujú existenciu manažérskych obmedzení. [4]

### 2.5.2 Analýza obmedzenia

Analýza obmedzenia sa používa ak:

- nevieme na prvý pohľad stanoviť obmedzenie v podniku,
- chceme zaznamenať a porozumieť komplexným problémom,
- chceme identifikovať nežiaduce javy v systéme,
- vytvárame príčinné vzťahy medzi nežiadúcimi javmi v podniku a hľadáme príčiny nežiadúcich stavov v podniku,
- hľadáme kľúčový problém, ktorý spôsobuje 70 % a viac všetkých nežiadúcich javov v podniku,
- chceme určiť, ktoré príčiny nežiadúcich javov sú mimo sféry nášho vplyvu,
- hľadáme príčiny rozporu medzi požadovaným stavom a skutočnosťou,
- hľadáme riešenie konfliktných situácií,

### 2.5.3 Systémy zlepšovania na úzkych miestach

Neustály systém zlepšovania na úzkych miestach je všeobecný postup zlepšovania výkonnosti podniku prostredníctvom zvyšovania výkonnosti na úzkych miestach. Tento postup vymyslel Dr. Goldratt a pozostáva z piatich krokov:

1. **Identifikuj (Identifě)** systémové obmedzenie – analyzujeme systém s cieľom nájsť obmedzenie, ktoré bráni dosiahnutiu maximálneho zisku.
2. Rozhodni ako **Využiť (Exploit)** systémové obmedzenie – v tomto kroku sa snažíme čo najefektívnejšie využiť obmedzenie.
3. **Podriad' (Subordinate)** všetko ostatné danému rozhodnutiu – všetko úsilie sústreďíme na zlepšenie výkonnosti obmedzenia podradením ostatných prvkov systému obmedzenia.



4. **Nebud' nečinný (Do not inertia).** Nepripustíme, aby sa naša nečinnosť stala základným systémovým obmedzením.

Myslenie orientované na odstraňovanie úzkych miest, ktoré bránia zvyšovaniu prietoku (TOC), sa usiluje o dosiahnutie podnikových cieľov v poradí:

1. **Maximalizácia prietoku**
2. **Minimalizácia zásob**
3. **Minimalizácia prevádzkových nákladov (PN).**

Pri vyhľadávaní úzkeho miesta môžeme použiť nasledujúce techniky:

- **Použitie nástrojov TOC** – ak netušíme, kde môže byť obmedzenie a podnik trpí množstvom negatívnych javov, s výhodou môžeme použiť základné nástroje TOC.
- **Vyhľadávame úzke miesto podľa príznakov** – tento postup sa spolieha na kombináciu našej intuície a skúsenosti. Napr. úzke miesto v dielni môžeme rozpoznať hlavne podľa hromadenia zásob pred ním.
- **Kapacitné výpočty** – kapacitný prepočet je štatistickým vyjadrením vyťaženia úzkeho miesta za určitú časovú jednotku. [4]

Obecný vzťah pre výpočet kapacitného využitia ľubovoľného zdroja je:

*Kapacitné vyťaženie = celková prácnosť na zariadení / efektívny fond zariadenia*

#### 2.5.4 Využitie úzkého miesta

Pri internom obmedzení sa typickými stávajú nasledujúce aktivity:

- **Školenie obsluhy** – obsluha úzkeho miesta musí pochopiť význam využívania úzkeho miesta pre dosiahnutie podnikových cieľov.
- **Eliminácia plytvania na obmedzenie** – na úzkom mieste musíme odstrániť plytvanie pretože neprispieva k zvyšovaniu prietoku.
- **Meranie využitia a prietoku na úzkom mieste** – prostredníctvom správne stanovených ukazovateľov môžeme riadiť využívanie úzkeho miesta.
- **Minimalizácia porúch** – poruchy nepriaznivo ovplyvňujú výkonnosť úzkeho miesta. Nielen znižujú efektívny časový fond zariadenia, ale vnášajú do systému i variabilitu a sú častou príčinou vzniku zmätkov. Údržba je preto oblasťou s veľkým potenciálom nielen pre zvyšovanie využitia úzkeho miesta ale i zvyšovanie produktivity a znižovanie nákladov.
- **Minimalizácia času nastavenia** – nastavenie je jednorázový postup, potrebný na prípravu úzkeho miesta pre výrobu určitého objemu výrobkov.

#### 2.5.5 TOC

Teória obmedzenia je stratégia premeny podniku a riešenia problémov. Vo výrobe existujú pracoviská s rôznou výkonnosťou, ktorá je ovplyvnená teoretickou kapacitou pracoviska, prestojmi (poruchy, opravy, organizačné prerušenia), rôznou úrovňou dosahovania akosti, rôznym personálom apod. Výsledkom je, že sa vo výrobe nachádzajú miesta ktoré svojou výkonnosťou obmedzujú prietok vo výrobe. Pracoviská sa navzájom ovplyvňujú, vznikajú medzi nimi zásoby a spôsobujú prevádzkové náklady. Tieto tri ukazovatele (prietok, zásoby a prevádzkové náklady) sú tri základné parametry riadenia výroby, ktoré by sa malo snažiť:

- o zvyšovanie prietoku
- o znižovanie zásob a prevádzkových nákladov.

Uplatnenie týchto troch parametrov na výrobnej úrovni by potom malo pozitívne ovplyvňovať i tri hlavné ukazovatele na podnikovej úrovni – čistý zisk, návratnosť investícií a cash-flow. [5]

### 2.5.6 Drum – Buffer – Rope

Koncept DBR využívá niektoré podobné princípy ako OPT a vyťažovacie riadenie – zameriava sa na úzke miesta a na regulovanie vstupov výrobných úloh do výroby. Úzkym miestom je vo výrobe obvykle pracovisko, ktoré obmedzuje z nejakých príčin plnenie požadovaného dopytu. Výkonnosť úzkeho miesta môže byť obmedzená napríklad jeho kapacitou, poruchovosťou, vyrábaním zmätkov apod. Riadenie výroby s princípmi DBR sa potom snaží predovšetkým o to, aby bol prietok na úzkych miestach v súlade s požiadavkami trhu. Prvým predpokladom je teda odhaľovanie úzkych miest vo výrobe. Ďalší krok smeruje k eliminovaniu plytvania v úzkom mieste – napr.:

- organizačnými opatreniami sa zvýši prípustnosť pracoviska (zvýšenie smennosti, zvýšenie využitia pracoviska, zabezpečenia prísunu materiálu apod.)
- znížia sa prestoje na pracovisku (eliminácia porúch apod.)
- zabráni sa výrobe zmätkov na pracovisku (plytvanie kapacitou)
- pred pracoviskom sa obvykle zriadi zásobník (buffer), ktorý zabezpečí jeho vysoké využitie
- kontrola akosti je zaradená pred týmto pracoviskom, aby sa zabránilo prísunu zmätkov k úzkemu miestu.

Medzi ďalšie zásady DBR patrí:

- úzke miesto si „ťahá“ výrobné úlohy zo vstupu, tj, podobne ako pri vyťažovacom riadení sa reguluje vstup do dielne podľa výšky medzi operačných zásob. V tomto prípade sa však rozhodovanie sústreďuje na úzke miesta.
- Je tendencia redukovať výrobné dávky a časy na pretypovanie strojov, pretože menšie výrobné dávky znamenajú kratší priebežný čas, rýchlejšie plnenie požiadavkou zákazníka a rýchlejšiu informačnú väzbu k trhu.
- Dávať do súladu lokálne ciele riadenia s globálnym cieľom podniku, ktorým je tvorba zisku.
- Odstraňovaním problémov v úzkych miestach tieto úzka miesta zanikajú a vznikajú úzke miesta v inej časti výroby. Celú výrobu je teda treba neustále sledovať, prehodnocovať a vylepšovať. [5]

### 2.5.6.1 *Drum*

Ak povieme najužšie, znamená to, že také miesto je len jedno. Pokiaľ aspoň jeden z dielov finálneho výrobku prechádza pri výrobe najužším miestom, nemôžeme takých finálnych výrobkov dodať viac, než nám to najužšie miesto dovolí. Nemá teda zmysel do výroby uvoľňovať ani viac, ani menej materiálu, než koľko prejde úzkym miestom. Úzke miesto teda určuje rytmus výroby, podobne ako môžu údery na bubon udávať krok pochodujúceho útvaru vojakov. Tejto funkcii úzkeho miesta sa teda hovorí DRUM (bubón). [7]

### 2.5.6.2 *Buffer*

Úzke miesto obmedzuje prietok celého výrobného systému, teda i jeho schopnosť generovať peniaze. Žiadna iná výrobná operácia takú vlastnosť nemá. Úzke miesto musí preto pracovať nepretržite na sto percent. Každá minúta stratená v úzkom mieste systému je nenahraditeľná. Každá hodina ušetrená v inom než úzkom mieste nemá žiadny ekonomický význam. Úzke miesto musí byť chránené pred vyhladovaním vhodne dimenzovaným nárazníkom. Tomu sa hovorí BUFFER.

### 2.5.6.3 *Rope*

Dajme tomu, že úzke miesto je niekde uprostred výrobného procesu. Operácia po prúde za úzkym miestom má vyššiu kapacitu a prúd výrobkov ním ľahko pretečie, i keď sa v ceste objavia prekážky. Pozrime sa ale proti prúdu. Dôležité je, aby sme na základe skúsenosti dokázali odhadnúť za ako dlho sa tok materiálu dostane k úzkemu miestu. Táto doba bude určujúca pre uvoľňovanie materiálu. Vo svete TOC tejto dobe hovoríme lano (ROPE). Lano musí byť tak dlhé, aby sa ochranný nárazník pred úzkym miestom ani príliš neplnil, ani nevyprázdňoval. [7]

## 2.6 Analýza spotreby času

Analýza spotreby času slúži k stanoveniu a posúdeniu spotreby času vo výrobnom procese s rozlíšením času spotrebovaného pracovníkom, výrobným zariadením a času spotrebovaného predmetom práce. Pri každej analýze sa ďalej rozčleňujú a porovnávajú časy nutné pre účelný priebeh pracovného procesu od zbytočných a časy skutočného trvania určitého diania zistených meraní od normatívnych, ktoré predpisuje norma času.

Procesy, ktoré prebiehajú vo výrobe a ich prerušenia, sú spojené so spotrebou času. Spotreba času prebieha pri vzájomnom pôsobení troch základných činiteľov výrobného procesu:

- človeka ako primárneho činiteľa
- pracovného prostriedku (výrobného zariadenia)
- a pracovného predmetu.

V priebehu pracovnej smeny zasahujú uvedené činitele do výrobného procesu buď samostatne, alebo sa vzájomne dopĺňajú.

Analýza a triedenie spotreby času sa využíva pri skúmaní a kritickom posudzovaní priebehu pracovných činností v priestore a čas a pri voľbe ich dokonalejšieho usporiadania. Kritériom dokonalejšieho usporiadania je maximálny výkon pri minimálnych nákladoch a minimálnej námahe.

Vo väčšine prípadov je limitujúcim a rozhodujúcim faktorom výrobného procesu človek, a preto sa najčastejšie používa členenie spotreby času z pohľadu pracovníka.

Na vyjadrenie časových hodnôt rôznych druhov spotreby času sa používa normalizovaná sústava symbolov. Každý jednotlivý symbol sa skladá zo základného znaku a jeho indexu. Základný znak je vyjadrený buď malým písmenom **t** (norma času), alebo veľkým písmenom **T** (čas smeny alebo súhrn času).

### 2.6.1 Analýza spotřeby času z pohľadu pracovníka

Používaná názvoslovie sa v základnom členení rozlišuje na:

- časy nutné a zbytočné
- časy jednotkové, dávkové a smenné
- časy práce a časy prestávok
- časy za kl'udu, časy za chodu a časy strojno-ručné
- časy pravidelnej a nepravidelnej obsluhy.

**Časy nutné a zbytočné** je potrebné posudzovať vždy z hľadiska účelných, tj. produktívnych technicko-organizačných podmienok, ktoré sa dajú za daných možností uskutočniť. Normovateľný čas je vyjadrením času práce a prestávok.

Zbytočný čas sa spotrebováva na činnosti, ktoré nie sú potrebné k účelnému plneniu pracovných úloh. Straty času sa nezapočítavajú do normovateľného času a nie je možné s nimi počítat' pri stanovení noriem spotřeby času. Straty času sa členia na:

- osobné straty času
- technicko-organizačné straty času
- časy stratu pre živelné udalosti

## 2.7 Rýchle pretypovanie strojov

Pod redukciou časov na pretypovanie sa rozumie systematický proces pre minimalizáciu časov prestojov, tj. časov čakania (prípravy) pracoviska medzi opracovávaním dvoch po sebe nasledujúcich rôznych typov výrobkov (výrobných dávok).

Celý postup vychádza z dôkladnej analýzy pretypovania, ktorá sa vykonáva väčšinou pozorovaním priamo na pracovisku. Radikálne skracovanie časov na pretypovanie z niekoľko hodín na niekoľko minút sa dosahuje postupne zmenou organizácie pretypovania, štandardizáciou postupov pretypovania, tréningom tímov, špeciálnymi pomôckami a technickými úpravami stroja.

Dlhý čas na pretypovanie spôsobuje dvojnásobné problémy:

- Zvyšuje čas čakania dávky na spracovanie
- Spotrebovávajú kritické kapacity s ohľadom na čakanie dávky.

Vysoké náklady na pretypovanie spôsobujú tri podstatné nevýhody:

- Vyžadujú veľké výrobné série (veľké dávky), ktoré znemožňujú rýchlu reakciu na neočakávané požiadavky zákazníkov.
- Veľké výrobné dávky vedú k značným zásobám materiálu, rozpracovanej výroby i hotových výrobkov.
- Veľké zásoby vyžadujú priestor vo výrobe i v sklade, ľudí a zariadenia pre manipuláciu a transport, uskladnenie, vyskladnenie a rozdeľovanie apod.

### Ako sa to používa?

#### 1. krok

Oddeliť prácu, ktorá musí byť vykonávaná nevyhnutne po dobu vypnutého zariadenia od práce, ktorú je možné vykonať po dobu prevádzky zariadenia.

## 2. krok

Redukcia interného času na pretypovanie tak, že stále viac práce sa bude vykonávať externe (dopredu vykonané ustavenie, zjednodušenie upevňovanie, prípravky pre dávku apod.)

## 3. krok

Redukcia externého času pretypovania. Kľúčom k riešeniu tohto problému je hlavne organizácia pracoviska a ostatných činností v dielni. Eliminuje sa proces ustavenia, ktorý zaberá značný čas u všetkých typov pretypovania.

## 4. krok

Redukcia celkového času pre interné i externé pretypovanie. [4]

Šesť techník rýchleho pretypovania:

- Štandardizovať akcie externého pretypovania.
- Štandardizovať stroje.
- Využiť rýchle upínač.
- Využiť doplnkové nástroje, ktoré budú zoradené v prípravku a s týmto sú vložené do stroja.
- vytvoriť multipersonálne pretypovacie skupiny.
- Automatizovať proces pretypovania.
- 

### 2.7.1 Štandardizovaný postup pre rýchle zmeny

- Meranie časov na pretypovanie strojov (úzke miesta, CEZ, priame pozorovania a zaznamenávanie do tabuľky – čas procesov, čas pretypovania, atď.).
- Podpora vrcholového manažmentu a vytvorenie tímu pre rýchle zmeny.
- Pozorovanie pretypovania, video snímky, analýza procesov pretypovania.
- Definovanie plytvania pri pretypovaní (príprava – hľadanie nástrojov, materiálu, uvoľňovanie / doťahovanie matiek, atď.).



- Definovanie cieľov na odstránenie plytvania.
- Příprava malých, stredných i veľkých opatrení s účasťou širokého okruhu pracovníkov.
- Realizácia zlepšenia.
- Vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov, ich prezentácia a zavedenia na horizontálnej úrovni.

Všeobecne možno rozdeliť pretypovanie do nasledujúcich krokov:

- Příprava, kontrola, čistenie materiálu a nástrojov.
- Demontáž, výmena a montáž nástrojov.
- Vlastné nastavenie rozmerov a nastavenie polohy nástrojov.
- Odkúšanie a prípadné korekcie. [6]

Plytvanie pri pretypovaní:

1. plytvanie pri príprave na zmenu – doprava nástrojov po zastavení stroja, zbytočné pohyby
2. Plytvanie pri montáži a demontáži – hľadanie súčiastok a nástrojov, pozorovaní práce iného pracovníka
3. Plytvanie pri nastavení, nastavovaní polohy a skúškach viacnásobné doladovanie nepresností
4. plytvanie pri čakaní na zahájenie výroby – čakanie na nástroje, dlhé čakanie na „uvolnenie“ pretypovaného stroja do výroby.

Prostriedky pre skracovanie časov na pretypovanie:

- Metóda jedného pohybu – zaistenie objektov jediným pohybom – kolíky, rýchle upínače, pružiny, magnety...
- Princíp najmenšieho spoločného násobku – dorazy
- Upnutie jednou otáčkou
- Paralelné operácie súčasne – viac pracovníkov [4]

## 2.8 Metóda 5S

Je to súhrn základných krokov pre elimináciu plytvania na pracovisku, základný predpoklad pre zlepšovanie a súčasť niektorých ďalších metódik a konceptov (Kaizen, TPM, Štíhly podnik...). V hierarchii štíhlej výroby patrí do oblastí štandardizácie procesov a štíhleho pracoviska.

### 2.8.1 Hlavné ciele 5S

- Zvýšenie výkonnosti,
- Zníženie úrazovosti a zaťaženia organizmu
- Zvýšenie autonómnosti a možnosti viac obsluhy,
- Zlepšenie kvality a stability procesu

5S je daný týmito slovnými výrazmi:



Obr. 2: Kroky 5S [14]

### 2.8.2 Postup implementácie 5S

1. **Separovanie** – jasná identifikácia položiek na pracovisku a rozhodnutie, ktoré sú na pracovisku potrebné a ktoré sa musia z pracoviska odstrániť, kedy a kde.
2. **Systematizácia** – presné definovanie miesta pre zariadenie, náradie, palety, pomôcky, komunikačné cesty a ostatné prvky pracoviska
3. **Čistenie** – vyčistenie pracoviska a identifikácia zdrojov znečistenia
4. **Štandardizácia** – štandardy 5S na pracovisku
5. **Stále zlepšovanie** – zlepšovanie systému 5S, hodnotenie plnenia štandardov, zmena myslenia a chovania ľudí v podniku, zmena kultúry. [6]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť Matador Automotive, a.s. spadá pod krídla púchovského Matadoru a.s. Ten má za sebou už relatívne dlhú históriu. Samotný Matador bol založený v roku 1928. Spočiatku sa zameriaval na vojenský priemysel. Až v roku 1973 sa začal orientovať aj na gumársky priemysel. V neskorých osemdesiatych rokoch začal vývoj pre výrobu vysokozdvížných vozíkov, poľnohospodárskych obrábacích strojov, hydraulické bagre a snežné pluhy. Paralelne s týmto strojárskym programom sa rozvíjala i gumárska výroba.

V deväťdesiatych rokoch Matador prehodnotil svoje kapacitné možnosti a vytvoril nový výrobný program. V roku 1995 založil svoju dcérsku spoločnosť v Dubnici nad Váhom, spoločnosť sa nazvala Matador Automotive, a.s. a jej výrobný program je orientovaný na strojársky a automobilový priemysel. Materský Matador a.s., je zároveň sto percentným vlastníkom akcií Matadoru Automotive, a.s.

#### 3.1 Základné charakteristiky spoločnosti

Celkový počet zamestnancov:	4 847
Počet zamestnancov v Dca :	267
Ročný obrat:	16 mil. EUR
Certifikáty:	ISO 9001: 2000

Krajiny vývozu: Škótsko, Nemecko, Rakúsko, Česká Republika, Poľsko, Taliansko

#### 3.2 Výrobný program

Spoločnosť Matador Automotive, a.s. sa zaoberá hlavne strojárskou výrobou. Jedná sa predovšetkým o toto portfólio výrobkov:

- priemyselné práčky
- stroje a zariadenia pre gumársky priemysel
- baliace stroje
- linky na rezanie polystyrénu

- gama kamery pre lekárske účely
- sériová výroba malých hriadel'ov
- nosné palety pre dopravníkové systémy
- pojazdné značkovacie zariadenia pre razenia čísiel karosérie, atď



Baliací stroj



Gama kamera



Nosná paleta pre dopravníkový systém



Priemyselná práčka

*Obr. 3: Produkty Matador Automotive*

## 4 ANALYTICKÁ ČASŤ

### 4.1 Popis obrábacieho centra

Zvolené obrábacie centrum pozostáva z dvoch strojov s označením SKJ 20 a SKIQ 16. Sú to tzv. CNC stroje – sústruhy.

#### 4.1.1 CNC stroj – SKJ 20

Je to zvislý sústruh, ktorý je možné použiť pre sériovú, prípadne kusovú výrobu. Tento typ stroja je určený k výkonnému sústruženiu súčastí tvaru prírub, kotúčov a pod. o maximálnom priemere sústruženia 2200 mm, výške obrobku do 1500 mm a maximálnej hmotnosti 15 000 kg a to ako hrubovaním, tak i sústružením na hotovo.

Podľa druhu zvláštneho tvaru a zvláštneho príslušenstva je možno na stroji vykonávať nasledujúce operácie:

- sústruženie vonkajších a vnútorných valcových, kužeľových a obecných plôch
- sústruženie čelných plôch s približne rovnakou reznou rýchlosťou
- sústruženie priemerových závitov metrických a palcových

SKJ 20 je CNC stroj s menším počtom nožov a nástrojov ako jeho sused SKIQ 16. Tento stroj disponuje dvoma hlavami, na ktorých sú umiestnené nástroje. Na ľavej hlave je zasadený jeden nástroj, kdežto na pravej strane je možnosť nasadenia troch nástrojov. Konkrétne tento typ stroja býval bežný sústruh, ktorý bol prerobený na CNC. Tým sa zvýšil počet nástrojov, ktorým môže výrobky obrábať a taktiež po technickej stránke dokáže úkony, ktoré predtým nezvládal. Na druhej strane stále nie je ani zďaleka natoľko výkonný, aby dokázal osústružiť také výrobky a dielce ako SKIQ 16. SKJ 20 je využívaný len na dve smeny, a to rannú a poobednú. V nočné hodiny sa stroj nevyužíva. To znamená, že tu dochádza k značnému plytvaniu, čo sa týka nevyužívania kapacity stroja. Jak SKJ 20 tak SKIQ 16 je obsluhovaný jedným operátorom, ktorý sú za kvalitu opracovaných výrobkov plne zodpovední.

#### 4.1.2 CNC stroj - SKIQ 16

Sústruh SKIQ 16 je zvislý sústruh, taktiež CNC stroj, ktorý disponuje až 16 nástrojmi. Je to sústruh oveľa výkonnejší ako SKJ 20, dokáže opracovať časti a kusy, ktoré SKJ 20 nezvláda. Preto je tento stroj aj využívaný na 3 smeny, teda celých 24 hodín denne. SKIQ 16 je stroj ktorého úlohou je navyiac dorábať kusy na hotovo, ktoré prichádzajú z vedľajšej SKJ 20. Je to v dôsledku toho, že sústruh SKJ 20 má len štyri nástroje a nedokáže obrobiť kusy do konečnej finálnej fázy. To znamená, že tento stroj len kusy tzv. „hrubuje“ a následne výrobok prechádza na SKIQ 16, kde sa výrobok dorobí na hotovo, to znamená do konečného finálneho stavu v rámci tohto obrábacieho centra. Tým, že tento CNC stroj obrába výrobky, ktoré nedokáže opracovať iný stroj a navyše doladuje kusy z vedľajšieho stroja, tým môžeme pokladať konkrétne toto miesto (stroj) za „úzke miesto“. Je to tým, že je vytážený 24 hodín denne, jeho opracovanie nemôžeme urýchliť, kapacita stroja je plne využívaná. Tento stroj je miesto, pred ktorým sa vytvára zásobník (zásoby) nedokončenej výroby z vedľajšieho stroja.

Vzdialenosť medzi strojmi je približne 7 metrov. To znamená, že je príliš veľa na to, aby oba stroje mohol obsluhovať jeden operátor. Zároveň obsluha každého stroja je príliš komplikovaná na to, aby to vôbec jeden operátor zvládol. Teoreticky a ani prakticky by nebolo možné, aby jeden operátor dokázal obsluhovať oba stroje paralelne. Je to spôsobené rôznymi faktormi, no jeden z najdôležitejších je ten, že cena výrobkov, ktoré sa na týchto dvoch sústruhoch opracúvajú je príliš vysoká na to, aby došlo k chybe a výrobok sa zle opravoval. Preto musí byť každý operátor plne sústredený na svoju prácu a na prácu svojho stroja a nie je priestor paralelne sledovať prácu druhého stroja. Navyše, keď sa prechádza na opracovávanie nového typu výrobku, ktorý ma odlišné parametre, tak dĺžka nastavenia stroja na nové sústruženie nedovoľuje sledovanie druhého stroja. Bolo by to možné len na základe sluchového vnímania, a to si podnik pri cene daných výrobkov nemôže dovoliť.

## 4.2 Druhy plytvania

V rámci obrábacieho centra sa vyskytujú všetky druhy plytvania, ktoré existujú. Od zásob, cez čakanie až po nevyužitú schopnosť pracovníkov.

### 4.2.1 Zásoby

Zásoby sa v podniku vyskytujú v troch podobách:

1. zásoby pred vstupom do výroby (materiál)
2. nedokončená výroba
3. hotové výrobky



#### 4.2.1.1 Zásoby pred vstupom do výroby

Samozrejme, že do podniku vstupuje mnoho druhov materiálu. Je to široké portfólio vstupných zásob, ktoré prechádza rôznymi časťami výroby. Práve preto sa zameriam len na jeden druh výrobku a s tým aj súvisiaci jeden druh vstupného materiálu. Zásoby konkrétneho typu sa začnú spotrebovať podľa požiadaviek zákazníka a podľa termínov plnenia zákaziek. V každom prípade, v deň kedy sa začne materiál spotrebovať zo skladu, musí byť v požadovanej dobe dostupný, to znamená, musí byť na sklade v deň jeho spotreby.

Znamená to, že materiál je na sklade minimálne deň, ale zväčša to býva (aspoň u tohoto typu výrobku) niekoľko dní až týždňov. Je to spôsobené tým, že na danom obrábacom centre sa opracúvajú výrobky, ktoré disponujú veľkou hmotnosťou, takže nie je s nimi jednoduchá manipulácia. Preto je potrebné, aby bol príchod materiálu naplánovaný a dobre skordinovaný s plánom výroby. To je dôvod, že sa častejšie stáva, že materiál leží na sklade určitú dobu pred jeho spotrebou. Je to spôsobené aj tým, že konkrétne materiál, ktorý sa obrába na obrábacom centre sa dováža z cudziny a z pohľadu šetrenia finančných prostriedkov za dopravu sa prijíma materiál vo väčšom množstve a ak je to z pohľadu zníženia nákladov efektívne, tak i vo väčšom časovom predstihu.



Obr. 4: Vstupný materiál [vlastné spracovanie]

#### 4.2.1.2 Rozpracovaná výroba

V rámci obrábacieho centra vzniká nedokončená výroba z viacerých dôvodov. Jeden dôvod som už zmienil v opise obrábacieho centra. Pretože je jeden zo strojov je úzkym miestom, hromadia sa pred ním nedorobené výrobky. Vzniká tam určitý zásobník rozpracovanej výroby, ktorý čaká na opracovanie. Tok výrobkov alebo nedokončenej výroby by bol kontinuálny, keby operácie obrábacieho centra na seba plynulo naväzovali, no žiaľ tomu tak nie je. Stav nedokončenej výroby je závislý hlavne na stroji SKIQ 16 a podľa vytáženia tohoto stroja sa znižuje alebo zvyšuje nedokončená zásoba. Každý stroj v rámci obrábacieho centra je samostatná jednotka, ktorá plní požiadavky podľa naliehavosti zákazníka.

Tým som načrtnol druhý problém a to je, že sa pomerne často stáva, že sa musí stopnúť séria daných výrobkov, ktorá sa momentálne opracováva, vzhľadom k tomu, že dojde k urgentnejšej požiadavke zákazníka, ktorá si žiada okamžité opracovanie inej série výrobkov, poprípade iného samostatného kusu typu výrobku. Tým pádom vzniká zásoba nedokončenej výroby z predchádzajúcej série výrobkov a musí sa čakať, pokiaľ sa nedokončí zákazka, ktorá je z hľadiska plnenia záujmu zákazníka dôležitejšia. Napriek tomu, stav nedokončenej výroby je takmer vždy v plánovanej norme. Je to tým, že výrobky prechádzajúce týmto obrábacím centrom sú veľmi objemné a svojou veľkosťou by zaberali veľkú kapacitu pracoviska. A takýto priestor pre väčší počet výrobkov podnik nemá kde vyčleniť. Preto sa podnik snaží, aby objem nedokončenej výroby príliš nepresiahol požadovanú normu.



Obr. 5: Rozpracovaná výroba [vlastné spracovanie]

#### 4.2.1.3 Zásoby hotových výrobkov

Zásoba hotových výrobkov súvisí s operatívnym a celkovým plánovaním výroby. Výrobky, ktoré prejdú daným obrábacím centrom sú hotové výrobky práve z pohľadu obrábacieho centra, ale nie sú hotovými výrobkami z hľadiska celkovej výroby ako takej. Tieto výrobky následne pokračujú na ďalšie opracovanie, konkrétne na kontrolu, opracovanie na horizontálnej vyvrtávačke, cez zámočnícke práce až po finálnu kontrolu. No napriek tomu, výrobky ktoré prejdú obrábacím centrom môžeme pokladať z hľadiska centra za výrobky hotové. Tie sa uskladňujú v priestoroch za obrábacím centrom. Ich veľkosť opäť závisí na možnostiach nasledujúcich operácií. Zásoby vznikajú taktiež v dôsledku toho, že sa požiadavky zákazníka plnia skôr ako bol dohodnutý termín a hotové výrobky ostávajú v sklade Matoru až do dátumu plnenie objednávky.

Cena výrobkov, ktoré prechádzajú obrábacím centrom je natoľko vysoká, že sa výroba realizuje vopred len zriedkavo. To znamená, že sa vyrába len na požiadavku zákazníka a nedochádza k tomu, že by si podnik narobil zásoby vopred kvôli nečakanému zvýšenému dopytu a pri zvýšenom odbere by ich postupne rozpúšťal. Bolo by to príliš nákladné, časovo a priestorovo nemožné.



Obr. 6: Hotové výrobky [vlastné spracovanie]

### 4.2.2 Nadvýroba

Otázku nadvýroby som čiastočne zmienil v predchádzajúcom bode v tom zmysle, že podnik sa snaží vyrábať len na požiadavky zákazníka a vyhýbať sa veľkým zásobám. K nadvýrobe dochádza len v niekoľkých situáciách. Jedným z dôvodov môže byť to, že výrobky sa stanú nepredajnými a to v dôsledku toho, že podnik nestihne splniť požiadavku zákazníka v požadovanom čase. Vtedy ak zákazník odstúpi od zákazky, tak vyrobené kusy, ktoré sú často vyrábané presne na mieru zákazníka, sú potom ťažko predajné inému zákazníkovi a ostávajú na skladoch. Vtedy sa podnik snaží ich neskôr prerobiť na iné kusy na mieru iného zákazníka, alebo sa odpíšu ako strata podniku. Čo sa týka nadvýroby tohto obrábacieho centra, tak k nadvýrobe nemôže dochádzať z hľadiska chýb či už z hľadiska stroja, alebo pracovníka, pretože cena jedného kusu presahuje 500 tis. korún, len čo sa týka materiálu za jeden kus. To znamená, že do ceny výrobku nie sú započítané iné náklady, ako náklady na mzdy, prácu a pod. Obrábacie centrum sa snaží nadvýrobu čo najviac eliminovať.



Obr. 7: Nadvýroba [vlastné spracovanie]

### 4.2.3 Čakanie

Čakanie je charakteristické tým, že operátor len stojí a nepridáva procesu a činnosti žiadnu hodnotu. Obrábacie centrum, ktorým sa zaoberám pozostáva z dvoch CNC strojov. Pri týchto strojoch tvorí miera „čakania“ veľkú časť z operátorovej pracovnej smeny. No je to ale čakanie takpovediac nevyhnutné. Dobu čakania je na CNC strojoch možné znížiť len

veľmi ťažko a úplne eliminovať čakanie je nemožné. Tu sa naskytuje otázka, či by nebolo vhodné pracovníka v dobe čakania zapojiť do inej pracovnej činnosti, pretože doba čakania niekedy trvá až 1-2 hodiny bez prestávky. Problém je v tom, že operátor v skutočnosti len nečaká. Čakanie v tomto prípade len vizuálne pôsobí i keď v skutočnosti práci naozaj nepridáva žiadnu hodnotu. Operátor na stroj v dobe čakania dohliada na priebeh obrábania a mal by byť neustále v strehu, pretože v prípade akéhokoľvek náznaku poruchy alebo chyby musí pohotovo zasiahnuť. Navyše cena výrobku je tak vysoká a dĺžka obrábania jedného kusu sa niekedy blíži k 12 hodinám. Preto by bolo by nezodpovedné zaťažovať operátora popri sústružení ešte inou činnosťou v priebehu čakania.

Čakanie na materiál sa prakticky nevyskytuje, pretože pred strojom je vždy vytvorený zásobník s materiálom.



Obr. 8: Čakanie [vlastné spracovanie]

#### 4.2.4 Nadbytočná manipulácia

Nadbytočnú manipuláciu môžeme vidieť v Matador Automotive doslova na „každom kroku“. Je to spôsobené hlavne tým, že jednotlivé kusy prechádzajú výrobou po celej dielni. Lay-out strojov je vo firme riešený tak, že kontinuita toku výrobku je prakticky nemožná pri súčasnom usporiadaní strojov. Výrobky, ktoré prechádzajú obrábacím centrom musia prejsť zbytočne veľkými vzdialenosťami, často tok materiálu a výrobkov pôsobí chaoticky. V obrábacom centre dochádza k tomu, že zásoby a výrobky sa na viackrát premiestňujú z miesta na miesto, niekedy preto, aby sa vytvoril priestor pre nové obrobky a pod. Ďalšia

vec je, že výrobok, ktorý vyjde z obrábacieho centra, musí byť prepravený pomocou žeriaru zhruba 150 m pokiaľ bude dopravený k ďalšiemu obrábaniu.



*Obr. 9: Nadbytočná manipulácia [vlastné spracovanie]*

#### **4.2.5 Zlý pracovný postup**

Na to, aby operátor mohol obsluhovať CNC stroj musí byť dostatočne vyškolený a zručný. Priestor pre zlý pracovný postup nie je v prípade obsluhy CNC stroja prípustný. Obsluha takéhoto stroja je z veľkej časti daná jeho programom. Pri samotnom obrábaní výrobku k zlému pracovnému postupu nedochádza. Jediná možnosť, kde by sa zlý pracovný postup mohol vyskytnúť je pri samotnom nastavení stroja, keď sa prechádza na opracovanie nového druhu výrobku alebo pri navolení zlých hodnôt na panelovej doske.

#### **4.2.6 Zbytočné pohyby**

Zbytočných pohybov sa pracovník dopúšťa hlavne práve pri výmene nožov, nástrojov a nastavení stroja. Túto časť by som rozviedol neskôr, keď sa pokúsim načrtnúť riešenie pretypovania stroja.

#### **4.2.7 Chyby pracovníkov**

Tento druh plytvania sa tiež v rámci tohto obrábacieho centra nevyskytuje často. Už v predchádzajúcej časti som zmienil, že cena kusov opracovávaných na týchto dvoch CNC strojoch je natoľko vysoká, že pracovník si nemôže dovoliť urobiť závažnú chybu. Drobné

ale odstrániteľné chyby sa miestami vyskytujú. V takom prípade dochádza len k takzvaným „kozmetickým“ úpravám, kde sa doladujú potrebné zárezy, výrezy a pod.

Chyby, ktoré by daný výrobok úplne znehodnotili sa nemôžu vyskytnúť. Operátori majú za výrobky hmotnú zodpovednosť no na druhej strane pracovníci, ktorí pracujú na zvislých sústruhoch sú naozaj zruční vo svojom povolání a väčšinou patria k najžiadanejším sústružníkom vôbec.



Obr. 10: Opravy [vlastné spracovanie]

### 4.3 Pretypovanie stroja

Tak ako vo väčšine výrobných podnikov, tak aj Matador Automotive disponuje pomerne veľkým počtom strojov. Medzi nimi sa nachádzajú frézy, CNC stroje, sústruhy, zvaracie stroje, brúsky, lisy a pod. Pri každom z týchto strojov dochádza k tomu, že počas smeny dochádza k rôznym prerušeniam chodu stroja, ich zastaveniam z dôvodu výmeny foriem, nástrojov, vyčistenia stroja, nastavenie strojov kvôli obrábaniu nových výrobkov a pod.

Model procesov v rámci obrábacieho centra poukazuje na skutočnosť, že pridanou hodnotou pre zákazníka je výroba, teda doba, kedy stroj beží a pracuje. Technologická a konštrukčná povaha CNC strojov v obrábacom centre je predurčená za bežných podmienok k bezproblémovej a bezporuchovej činnosti. No vzhľadom k tomu, že pomerne často dochádza k tomu, že sa mení nastavenie stroja v dôsledku opracovávaní novej série výrobkov, vyžaduje to často pomerne zdĺhavú manipuláciu so strojom. Čo sa týka samotnej poruchovosti strojov, tak k poruchám dochádza zriedkavo. Oveľa výraznejšie sú prestoje práve z dôvodu manipulácie s pracovným otočným stolom stroja. Vzhľadom k povahe CNC strojov, bezpečnostným pravidlám a ergonomickým požiadavkám je potrebné zamerať sa na efektívnosť využitia CNC strojov. Pri analýze prestojov stroja a ich samotnej vyťaženia, sa zistilo, že najväčším problémom v súčasnosti je dlhá doba nastavenia stroja. U CNC strojov skrátenie výmeny nástrojov a doby nastavenia strojov nie je jednoduchá záležitosť, no priestor na zlepšenie, zrýchlenie a zvýšenie produktivity je väčšinou možný.

Pri samotnom delení činností na interné a externé prevažovali hlavne činnosti interné, teda také, ktoré sa nedali vykonávať za chodu stroja. Pri CNC strojoch je to aj celkom pochopiteľné, pretože čo sa týka samotného nastavenia stroja a výmeny nástrojov, tak tieto činnosti sa dajú robiť len keď stroj stojí. Spôsob akým je tento stav možné zrýchliť tvoria externé činnosti, to znamená efektívnejšia príprava náradia, nástrojov, čistiacich prostriedkov a rôznych iných predpríprav. Tieto činnosti sa dajú vykonať i za chodu stroja, ich efektívnejšia príprava napomôže tomu, že celkový čas nastavenia stroja sa zníži.

Podrobný prehľad krokov nastavenia stroja pre obrábanie nového typu výrobku i s dobou trvania jednotlivých operácií poskytuje tabuľka:



Názov operácie	čas [min.]	kum. čas [min.]	druh činnosti
1. Operátor si zabezpečuje kľúč na zveráky	0.75	0.75	interný
2. Uvoľňovanie matíc na zverákoch	1.0	1.75	interný
3. Príprava žeriavu (manipulácia)	4.0	5.75	interný
4. Nasadzovanie lana na výrobok	2.25	8.0	interný
5. Prenos výrobku žeriavom	4.0	12.0	interný
6. Vyfúkание skrutiek	1.0	13.0	interný
7. Zabezpečenie náradie na odstránenie pilín	0.45	13.45	interný
8. Odstránenie pilín zo skrutiek	2.5	15.95	interný
9. Zabezpečenie meradiel na zveráky	0.45	16.4	interný
10. Meranie vzdialeností zverákov na otoč. stole	2.6	19.0	interný
11. Nastavenie (posun) zverákov	1.5	20.5	interný
12. Zabezpečenie paneniek	2.0	22.5	interný
13. Nasadzovanie „paneniek“ na otoč. stôl	2.0	24.5	interný
14. Meranie výšky paneniek (dorazov)	3.0	27.5	interný
11. Zrezávanie paneniek do roviny 1. kolo	5.0	32.5	interný
12. Zrezávanie paneniek do roviny 2. kolo	5.0	37.5	interný
13. Nasadenie lana na nový výrobok	1.5	39.0	interný
14. Uloženie nového výrobku na otoč. stôl	4.5	43.5	interný
15. Dot'ahovanie skrutiek	0.5	44.0	interný
16. Centrovanie kusu 1. kolo	5.0	49.0	interný
17. Centrovanie kusu 2. kolo	3.0	52.0	interný

---

**Celkový čas****52 min**

---

*Tab. 2: Popis činností vykonávaných pri nastavení stroja - pôvodný stav [vlastné spracovanie]*

Celkový čas nastavenia stroja 52 min nie je úplný. Nezahŕňa napr. časy čakania, konzultácie výkresovej dokumentácie a pod. Určité pohyby pracovníka sa v rámci nastavenia CNC stroja nedajú štandardizovať do najmenších detailov. Nie je možné úplne presne určiť akým spôsobom by sa mal pracovník pohybovať. Je to spôsobené tým, že žiadne pretypovanie stroja nie je vždy rovnaké. Aj keď sú dva zhodné obrobky, je bežné, že rozdiel časov v nastavení stroja môže byť 10-15 min. Rozdiel časov vzniká v každej operácii, ktorú operátor vykonáva. Od uvoľňovania skrutiek, cez nasadzovania lana na výrobok, čistenia pracovného otočného stola na stroji, cez samotné nastavovanie zverákov a paneniek až po ich postupné doťahovanie.

#### **4.3.1 Obtiažne štandardizované činnosti**

- **Práca so žeriavom** – v rámci obrábacieho centra pracujú celkovo piati operátori. Na jednej smene sú vždy maximálne dvaja. Problém je v tom, že nie všetci majú možnosť manipulovať so žeriavom pretože nemajú žeriavnícké kurzy. V tom prípade sa stáva, že operátor v dobe potreby musí zbytočne čakať na žeriavníka. Ďalší problém je ten, že aj keď má operátor spôsobilosť narábať so žeriavom, dochádza k tomu, že musí čakať na žeriav. Žeriav je totiž neustále využívaný a vo výrobnjej hale nie je vypracovaný žiadny operatívny plán pre jeho použitie. Tak dochádza k zbytočnému čakaniu a predlžovaniu nastavenia stroja. Ďalším problémom je, že každý typ výrobku je rozdielny čo sa týka váhy a tvaru. Preto je rozdielna aj manipulácia so žeriavom. Je rozdiel, keď sa na stroj operátor snaží dostať kus, ktorý váži 200 kg alebo 1200 kg. Tak tiež je rozdielne uchytanie odlišných výrobkov lanami. Sú typy výrobkov, kde ich uchytanie na žeriav je jednoduchšie a niekedy zložitejšie. Podľa zložitosti tvaru výrobku teda vyplýva i čas na jeho uchytanie. Časový rozdiel v upnutí výrobku na žeriav môže byť až niekoľko minút. Pri samotnom pokladaní výrobku na okružný pracovný stôl stroja vznikajú časové rezervy. Operátor musí žeriav naviesť tak, aby bolo možné uložiť výrobok s hmotnosťou cez jednu tonu a s priemerom jedného metra tak, aby ho bolo možné opracovať. A nastavenie zverákov mu dovoľuje uložiť výrobok v odchýlke 4

cm z každej strany. Preto záleží aj na zručnosti operátora, za aký čas sa mu to podarí. Tu môže vzniknúť ďalšia potencionálna časová rezerva alebo strata, pretože raz sa operátorovi podarí výrobok umiestniť rýchlejšie, inokedy za dlhší čas. Závisí to od jeho skúseností a zručnosti.



*Obr. 11: Manipulácia so žeriavom a žeriavnými lanami [vlastné spracovanie]*

- **Práca so zverákmi** - ďalšia činnosť, ktorá je obtiažne štandardizovaná, je práca so zverákmi. Čas na uvoľnenie skrutiek na zverákoch je vždy približne rovnaký. No úplne inak je tomu pri uťahovaní skrutiek. Na pracovnom stole stroja sú štyri zveráky, ktorých poloha sa musí presne namerať. Preto k uťahovaniu skrutiek dochádza postupne a nie nárazovo. Podľa toho, ako dobre každý zverák dolieha na obrobok, tak podľa toho sa so zverákom hýbe a uťahujú sa jeho skrutky. Vzhľadom na to, ako sa operátorovi podarí umiestniť obrobok na stôl, tak na tom závisí aj dĺžka upevnenia zverákov.
- **Práca s panenkami (dorazmi)** – panenky sú valcovité telesá, ktoré sa umiestňujú na pracovný stôl pred zveráky. Umiestňujú sa vždy v množstve štyroch kusov. Výrobok, ktorý sa obrába musí byť v dokonalej rovine, čiže musí byť umiestnený čo najlepšie a najpresnejšie. A práve to panenky zabezpečujú. Na panenky, ktoré sú v jednej rovine (majú rovnakú výšku), sa uloží obrobok. Rovnaká výška paneniek sa dosiahne tak, že pri ich nasadení na pracovný stôl sústruhu sa upevnia a nožmi nástrojov sústruhu sa začnú opracovávať. To znamená, že nôž sústruhu zreže z povrchu každej panenky potrebnú hmotu natoľko, aby boli panenky v jednej rovine. Niekedy sa takéto zrezávanie podarí až na 3. – 4. krát. Najčastejšou príčinou je to, že výška jednej panenky je väčšia ako výška ostatných troch, nástroj zrezáva len tú najvyššiu a k ostatným sa nedostane.

Preto sa zrezávanie robí dovedy, pokiaľ operátor nevidí, že nôž zrezal z povrchu každej panenky. Niekedy sa opracovanie paneniek podarí na prvýkrát, čo je zhruba 4 minútový proces, no sú aj prípady kedy sa podarí zrezať všetky panenky na tretí pokus. Vtedy čas opracovania paneniek zaberie 15-20 minút. Potom, ako sú zrezané všetky panenky operátor vie, že obrobok bude ležať v presnej rovine. Presnosť výšky paneniek hrá dôležitú rolu každá desatina až stotina milimetra, ktorá môže spôsobiť chybu v opracovaní obrobku.

- **Centrovanie** – centrovanie je proces, pomocou ktorého sa docieli toho, že obrobok je umiestnený presne v požadovanej pozícii. V tomto prípade hrá tiež každý milimeter svoju rolu a uchytenie obrobku o pár milimetrov mimo tolerovanej hranice by mohlo spôsobiť zlé osústruženie výrobku. Preto sa centrovanie robí tiež na 2.- 4. pokus dovedy, pokiaľ si operátor nie je úplne istý, že obrobok je uchytený presne v polohe v akej má byť. Doladzuje sa zverákmi tým spôsobom, že z jednej strany sa zverák povolí a z druhej strany sa zasa utiahne. Tým sa vlastne obrobok centruje. Centrovanie je taktiež patrí medzi činnosti, ktorú sa operátorovi podarí občas vykonať na prvýkrát a niekedy až na štvrtý pokus. To, či obrobok je vycentrovaný správne slúži špeciálny merač, ktorý zmeria odchýlky mimo tolerovanej hranice.
- **Trieskové hospodárstvo** – ďalší čas, ktorý by sa k celkovému času nastavenia stroj mohol prirátat' je čas na upratovanie triesok a čistenie pracovného stola sústruhu. Problém je ten, že upratovanie sa nevykonáva vždy po tom, ako sa prechádza na nový typ výrobku. Tým pádom sa hromadí množstvo pilín na stroji, na otočnom stole a v okolí stroja. Nahromadením veľkého množstva pilín spôsobí to, že operátorovi zaberie veľa času ich odstránenie. Tu potom vzniká otázka:
  - ako rýchlo sa piliny hromadia a v akom množstve
  - akým spôsobom sa dostanú kontajnera
  - ako často sa kontajner odváža a kam

### 4.3.2 Plytvanie pri nastavení stroja

Na predchádzajúcich stránkach som zmienil činnosti, ktoré sú ťažko štandardizované. No napriek tomu som pri analýze pohybu operátora definoval činnosti, ktoré by bolo možné robiť efektívnejšie a čas na ich rýchlejšie vykonanie by znížil čas potrebný na celkovú výmenu.

Príklady, pri ktorých je možné skrátiť čas ich prípravy:

1. transport nástrojov po zastavení stroja
2. hľadanie náradia a nástrojov
3. zbytočná chôdza pre „niečo“ (v našom prípade je to najčastejšie výkresová dokumentácia, panenky, a pod. )

**ad 1)** Tak ako u väčšiny prípadov, kde sa nevykonáva žiadna analýza výmeny nástrojov, nastavenia stroja alebo pohybu pracovníka, tak tam dochádza ku kumulovaniu času, kedy stroj zbytočne stojí a dochádza k nežiadúcim stratám. Operátor vykonáva pohyby, ktoré by nemusel a taktiež úkony, ktoré by sa dali vykonať ešte predtým, ako dôjde k vypnutiu stroja. Mám tým na mysli napríklad nástroje a náradia, ktoré začne operátor zháňať až po vypnutí stroja. Operátor vopred vie, aké náradie bude potrebovať predtým, než ide nastavovať stroj. To znamená, že z hľadiska času je neefektívne, keď sa operátor začne rozhliadať po jednotlivých náradiach až keď stroj stojí. O niektorých náradiach dokonca nevie, kde ležia, pretože si ich zapožičal niekto druhý. Preto by mal každý operátor vykonať určité kroky pred tým, než stroj začne prestavovať, resp. nastavovať. To znamená, dopredu si zaobstaráť všetko potrebné náradie, čím ušetrí dostatok času. Ako vieme, každá minúta k dobru vo výrobe zvyšuje produktivitu. Pred vypnutím stroja by mal mať operátor po ruke, jak všetky potrebné kľúče na uťahovanie zverákov, tak všetky potrebné panenky, potrebné čistiace náčinie, t.j. (čistiace handry, špargle, a pod.). V Matadore Automotive je klasický prípad toho, že náčinie nie je nikdy k dispozícii v potrebnú dobu, a značný čas operátor strávi tým, že počas odstávky stroja musí prejsť niekoľkokrát ku skrini s náradím, poprípade hľadá čistiace handry a pod. Toto súvisí s témou 5S, ktorú sa pokúsím rozvinúť neskôr.

**ad 2)** Hľadanie nástrojov a náradia ide ruka v ruke s transportom náradia. To, že všetko náčinie by malo byť na jednom mieste, by mala byť prakticky samozrejmosť. Na pracovisku tomu tak v skutočnosti nie je. Medzi činnosťami, ktoré nepridávajú hodnotu výrobku je aj hľadanie samotného náradia. Čas strávený hľadaním tohoto náradia Transport náradia po tom, ako je stroj vypnutý robí často menšie časové straty, ako. Toto je taktiež téma, ktorú podrobnejšie opíšem v kapitole 5S.

**ad 3)** Zbytočná chôdza pre niečo, je jedna z činností, ktorá sa na pracovisku vyskytuje často. Jedná sa o chodenie pre rôzne veci, ako je napr. výkresová dokumentácia, ktorá operátorovi chýba, keď chce začať opracovávať výrobok, poprípade konzultácie s konštruktérmi o výkresovej konzultácie.

## 4.4 Metóda 5S

Metódou 5S možno dosiahnuť zlepšenie a zjednodušenie materiálového toku, rozmiestnenia zariadení, umiestnenia materiálu a zásob. Obrábacie centrum disponuje náradím k výmene nástrojov a k nastaveniu strojov.

5S symbolizuje začiatkové písmená jednotlivých krokov. Číslo 5 symbolizuje päť krokov metódy:

### 1. krok: Separovanie

V rámci obrábacieho centra majú operátori náradie buď spoločné, ktoré si delia medzi sebou, alebo každý má vlastné. Náradie, ktoré využívajú najčastejšie majú vo svojej bezprostrednej blízkosti. Náradie, ktorého použitie je spojené s prácou, ktorá sa vykonáva raz až dvakrát za smenu, leží v spoločnom priestore pre skladovanie náradia. A tu nastáva prvý problém. V skrini je množstvo náradia, ktoré operátori vôbec nevyužívajú, nachádza sa tam staré náradie, taktiež nefunkčné náradie, alebo náradie, ktoré sa používa na úplne iné stroje. Všetko tieto náradia a nástroje sa miešajú s náradím, ktoré operátori používajú. Tým pádom dochádza k situáciám, že operátor sa musí v náradí prehrabávať, aby našiel to správne, ktoré zrovna potrebuje. Ďalší problém je, že pre niektoré náradie a nástroje si musia operátori zájsť až k inému obrábaciemu centru, pretože ho k dispozícii vôbec nemajú. To sa týka napr. niektorých druhov panieniek. Preto by bolo vhodné náradie rozdeliť na to najpotrebnejšie (ktoré má každý operátor pri vlastnom stole) a na to, ktoré má byť premiestnené (nepoužíva sa tak často) a na náradie, ktoré je nepotrebné a malo by byť odstránené. Taktiež by bolo vhodné toto náradie vizualizovať a poukladať čo najvhodnejším spôsobom. Napr. náradie, ktoré sa používa najčastejšie by malo ležať na horných poličkách, kde by sa operátor nemusel ohýbať. A čo sa týka samotnej spoločnej skrine s náradím, tak tá je príliš vzdialená od obrábacieho centra, to je cca 10 m. Počas nastavenia stroja si musí operátor niekoľkokrát zájsť pre náradie a prechádzať túto vzdialenosť. S týmto súvisí aj usporiadanie pracovných stolíkov. Každý operátor má vlastný pracovný stôl, ktorý by sa dal využiť oveľa lepšie, ako je využívaný. Za prvé, stoly stoja na mieste, ktoré by sa dalo využiť efektívnejšie. Miesto, na ktorom stoly stoja by bolo vhodné pre vytvorenie zásobníku ohrubovaných dielov pre SKIQ 16. Čo sa týka samotných nástrojov na pracovnom stole, tak stôl je zastaralý, nie je možné na ňom vhodným spôsobom uschovávať náradie. Stoly nemajú takmer žiadne šuflíky na náradia, sú pomerne malé a ergonomicky nevhodne stavané.



Obr. 12: Pracovní stůl operátora [vlastné zpracování]

## 2. krok: Systematizovanie

Cieľom druhého kroku je nájsť miesto pre umiestnenie položiek z prvého kroku. Položky (nástroje) sa môžu priamo zaznačiť do lay-outu pracoviska. Dôležité je usporiadať nástroje tak, aby sa minimalizovali pohyby pracovníkov, skladové plochy a pod. Toto som už naznačil v prvom kroku. Pri každej položke nástroja sa určí počet v akom množstve sa bude na danom mieste nachádzať. Pri zmieňovanej skrini s nástrojmi by bolo vhodné vytvoriť tzv. súpis položiek, čo je v podstate niečo ako inventár, čiže zoznam položiek v objekte. Keby bol každý operátor hmotne zodpovedný za svoje nástroje, inak by k nemu pristupoval, lepšie by sa o neho staral a sám by inicioval to, že nástroje by ležalo tam kde má.

## 3. krok: Čistenie

Túto problematiku som už naznačil v predchádzajúcej téme u pretypovania strojov. V tomto prípade by sa mali definovať oblasti obrábacieho centra, ktoré by sa mali pravidelne čistiť, kedy by sa mali čistiť, ako často, aké pomôcky budú potrebné pri čistení, kto má vyčistenie vykonávať a pod.

Zvislý sústruh je stroj, ktorý je schopný sústružiť veľké obrobky, a tým pádom narobí aj veľké množstvo oceľových triesok. V obrábacom centre nedochádza k čisteniu v pravidelných intervaloch, ale naopak, len keď už si to situácia vyslovene žiada. To znamená, že stroje sa vyčistia až v prípade, že triesky bránia uchyteniu obrobku k stroju. Vtedy operátor „odhádza“ odpad od stroja a pokračuje v práci. Tu by bolo potrebné spraviť niekoľko potrebných pravidiel týkajúcich sa čistenia stroja. Vzhľadom k tomu, že dĺžka obrábania obrobkov v tomto obrábacom centre trvá vždy niekoľko hodín, tak by bolo prospešné stroj



vyčistiť od triesok vždy pred obrábaním nového výrobku, aby sa zbytočne nehromadili. Vyčistiť by sa mal predovšetkým pracovný otočný stôl sústruhu. Po obrobení jedného obrobku sa na tomto stole nahromadí súmerná 5 – 20 cm vrstva oceľových triesok. Poľa toho, ktorá časť obrobku sa obrába, vznikajú dva druhy triesok. Jeden druh sú krátke a malej veľkosti, a druhý druh sú triesky, ktoré majú veľkú dĺžku, sú ťahavé a majú niekoľko metrov. Tie sa zvyčajne do seba zapletú vytvoria „spletenec“ do seba zamotaných triesok. Tu by sa mal stanoviť postup ako a s akými nástrojmi by sa mali triesky odstraňovať.

#### **4. krok: Štandardizácia**

Tento krok je o štandardizácii všetkých úkonov, ktoré bolo zmienené v prvých troch krokoch. Tým by sa štandardizovala celková starostlivosť o obrábacie centrum a aj celé pracovisko. Tu by mohla vzniknúť istá karta zvaná „štandard pracoviska“, do ktorej by sa zachytávali všetky úkony čistenia a rozmiestnenia jednotlivých položiek na pracovisku. Na konci smeny by každý operátor túto kartu vyplnil a podpísal a bol by zodpovedný za dodržiavanie všetkých úkonov súvisiacich s 5S.

#### **5. krok: Sebadisciplína**

Je veľmi dôležité presvedčiť operátorov, že vykonávanie týchto činností a štandardov a ich dodržiavanie je správne, efektívne a v konečnom dôsledku nápomocné im samým. Ak pracovníci nebudú dodržiavať navrhnuté štandardy, tak „projekt“ 5S a zmeny uskutočnené v obrábacom centre neprispievajú k eliminácii plytvania a zvyšovaniu produktivity, ale naopak, budú plytvanie podporovať. Pracovníci by mali byť do projektu vtiahnutí, mali by sa podieľať na jeho realizácii a tým by sa u nich vytvoril väčší pocit zodpovednosti k tomuto projektu a nebrali by ho ako ďalšiu nezmyselnú prácu navyše.

## 4.5 POZNATY VYPLYVAJÚCE Z TEÓRIE OBMEDZENIA

TOC je filozofia riadenia a zvyšovania výkonnosti podniku (v našom prípade obrábacieho centra) systematickým odstraňovaním obmedzení.

V našom obrábacom centre môžeme hľadať obmedzenia vo:

- Výrobných zdrojoch – chýbajúca kapacita prvého stroja, ľudí, chýbajúce financie
  1. kapacita stroja – stroj SKJ 20 má len 4 nástroje a nie je schopný obrábať všetky druhy výrobkov
  2. ľudia – v rámci obrábacieho centra pracuje nedostatok operátorov (aj to je jeden z dôvodov, prečo jeden zo strojov pracuje len na 2 smeny).
  3. financie – investície do zásobníku nástrojov na stroji SKJ 20 by umožnilo sústruhu vyrábať výrobky na hotovo a nebol by odkázaný len na hrubovanie.
- Riadení, smerniciach, organizovaní – pravidlá, ktoré bránia tomu, aby ľudia robili veci lepšie ( to už je napr. zmieňované 5S a pod.)

Z hľadiska miery vplyvu na obmedzenie v obrábacom centre môžeme hovoriť o:

- **Externom obmedzení** – to je obmedzuje nás niečo, na čo nemáme priamy vplyv.

Tieto obmedzenia som zmienil u pretypovania strojov, teda sú to obmedzenia, ktoré pracovník nemôže ovplyvniť, alebo ich môže ovplyvniť len čiastočne, a to napr. svojou zručnosťou, skúsenosťami, dobrým odhadom (tj. centrovanie obrobku, zrezávanie panieniek a pod.)

- **Interné obmedzenie** – je obmedzenie, ktoré sme schopní odstrániť sami a máme vôľu ho zmeniť.

Na toto obmedzenie sa zameriam dôkladnejšie, pretože, v obrábacom centre sú obmedzenia, ktoré sa dajú riešiť priamo.

Obrábacie centrum pozostáva z dvoch strojov. Prvý stroj SKJ 20 slúži predovšetkým na hrubovanie výrobkov. Je to stroj, ktorý je využívaný len na dve smeny. Nahrubované obroby ďalej prechádzajú na stroj SKIQ 16, ktorý tieto výrobky opracuje na hotovo. Je to

stroj, ktorý je využívaný na 3 smeny, teda je neustále vytážený. Tento stroj môžeme nazvať úzkym miestom, pretože jeho kapacita sa nedá viac zvýšiť. Stroj SKIQ 16 navyše spracováva aj výrobky, ktoré predtým neprechádzali žiadnymi fázami spracovania, čiže ich spracuje kompletne od začiatkovej až po finálnu fázu.

V rámci obrábacieho centra dochádza k týmto stratám:

- **Nastavenie stroja**

Jedná sa o čas, kedy stroj stojí v dôsledku nastavenia stroja, výmeny nástrojov, foriem a pod. Počíta sa od posledného vyrobeného kusu, po prvý kvalitný kus novej várky vrátane nastavenia.

- **Prestávky na obed**

Počas prestávky na obed stroj pol hodinu jednoducho stojí, pokiaľ nie je nahradený druhým pracovníkom

- **Oneskorenie výroby**

Sú to prestoje, ktoré vznikajú v dôsledku absencie pracovníkov, čakanie na materiál a pod.

- **Opravy výrobkov**

Jedná sa o opravy kusov, ktoré už raz boli spracovávané, ich dodatočné úpravy a pod.

- **Opravy a údržba**

Ide o opravy strojov, jak plánované, tak neplánované, o údržbu strojov, kde dochádza k stratám výrobných kapacít

- **Znížený výkon**

Jedná sa o stratu stroja vznikajúcu z dôvodu neštandardnej kvality materiálu, nižšieho výkonu strojov, nedostatku pracovníkov a pod.

- **Nie je plán**

Jedná sa o odstávku stroja z dôvodu zlého naplánovania výroby.

V rámci obrábacieho centra bolo potrebné zanalyzovať skutočné straty, ku ktorým v centre dochádza a prípadne navrhnúť opatrenia, na ich elimináciu. Najväčší podiel na stratách majú tieto

- **Nastavenie stroja** – Čas na nastavenie stroja a výmeny obrobku tvorí značný čas na podiely celej smeny.
- **Prestávky na obed** – v každej smene prestávka na obed činí 30 min, ktorá je navýšená o ďalšie menšie prestávky a pauzy. To znamená jedna menšia 15 min prestávka + prestávky na toaletu. Všetok tento čas dokopy tvorí takmer 1 hodinu z pracovnej doby.

Občasne dochádza ku každému zmienenému bodu strát, no straty v dôsledku nastavenia stroja a prestávky na obed sú najvýznamnejšie.

Tu dochádza k ďalšej otázke ako najlepšie využívať kapacity strojov. Naskytujú sa nám dva problémy a to:

1. Vytvorenie zásobníku (buffer) medzi dvoma strojmi.
2. Vytťažovacia metóda, to je pokúsiť sa čo najviac vytážiť stroj SKJ 20.

### **III. Projektová část**

## 5 PROJEKT

V projektovej časti sa budem snažiť preniesť určité typy prác na stroj SKJ 20, to znamená určitým spôsobom ho vyťaťovať, a na druhú stranu „odľahčiť“ stroj SKJ 16, a tým zasa stroj zaťažiť novými operáciami. Tým by sa znižovali celkové zásoby a nedokončená výroba. Ďalej sa pokúsím vyriešiť zníženie času nastavenia strojov, čím dôjde k ušetreniu času a tým sa budem snažiť docieľiť toho, aby sa nemuselo pracovať v soboty. Pokúsím sa nájsť činnosti, ktoré by bolo možné buď úplne vylúčiť, eliminovať alebo vykonať iným spôsobom tak, že sa pri každom nastavení získajú potrebné minúty k dobru. Čo sa týka metódy 5S, tak tu sa pokúsím navrhnúť riešenia, ktoré by dopomohli k zvýšeniu produktivity. Tiež sa pokúsím eliminovať plytvanie, ktoré som identifikoval v analytickej časti, a to konkrétne:

- Zásoby (materiál, nedokončená výroby, hotové výrobky)
- Čakanie
- Zbytočná manipulácia

Pokiaľ ide o zásoby, tak by sme sa mali snažiť o čo najväčšiu kontinualitu, to znamená snahu o to, aby výrobky (materiál) stáli čo najkratšie pred vstupom do výroby a aby čo najkratšiu dobu v obrábacom centre stáli ako nedokončená výroba. Najideálnejší stav by bol, keby nahrubovaný obrobok, ktorý vyjde z SKJ 20 pokračoval ihneď na ďalšiu operáciu na stroj SKIQ 16. No takýto stav, kedy by nevznikala žiadna nedokončená výroba však nie je možné dosiahnuť. Vznik zásob bezprostredne súvisí s operatívnym plánovaním výroby tj. jak denným, tak smenným a plánovaním. Spôsob riadenia zásob je dôležitý čo sa týka prietoku úzkym miestom. Zásoby musia byť riadené, to znamená, že je potrebné určiť maximálny a minimálny stav zásob s náväznosťou na operatívne plánovanie. Napriek tomu, že existuje stanovená dĺžka výrobného cyklu pre každý obrobok, nie vždy sa plní časová norma podľa požiadaviek. Stačí, keď nastavenie stroja trvá o 30 min dlhšie, tak toto oneskorenie môže nabúrať celú kontinualitu procesu v obrábacom centre. Pokiaľ by mal druhý stroj SKIQ 16 čakať pol hodinu na to, aby mohol začať obrábať obrobok, ktorý stroj pred ním hrubuje, bolo by to veľmi neefektívne, a takáto odstavka stroja, ktorá by bola zapríčinená len „čakaním“ by nemohla byť v žiadnom smere prípustná. Napriek tomu našou snahou by malo byť čo najviac sa priblížiť k ideálnemu stavu. Toho môžeme docieľiť týmito krokmi:

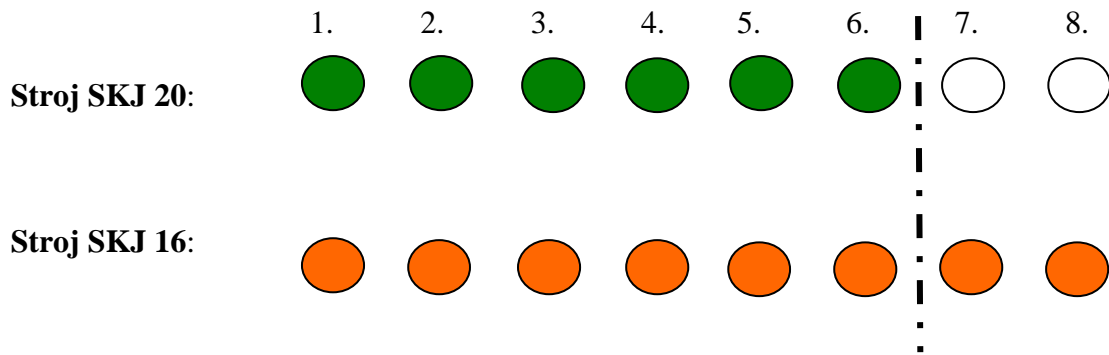
- Eliminoval' časy všetkých činností, pri ktorých máme priemerné a približné časy na ich vykonanie (práca so žeriavom, práca s panenkami, zverákmi a pod.)
- Pokiaľ máme radu rovnakých výrobkov, mali by sme sa snažiť o to, aby cyklus jednotlivých operácií bol pokiaľ možno rovnaký. (C/T)
- Eliminoval' všetky plytvania, ku ktorým v obrábacom centre dochádza
- Nanormovať a dodržiavať dĺžku operácií.

## 5.1 Hodnotenie úzkeho miesta na základe využitia strojov

Aby sme vôbec mohli dospieť k nejakému ekonomickému vyhodnoteniu, zvýšiť produktivitu obrábacieho centra a rozšíriť úzke miesto, musíme poznať potrebné parametre. Musíme vedieť, koľko stojí hodina práce na každom stroji a aký čas je potrebný na opracovanie rovnakého obrobku na oboch strojoch. Podľa toho, na ktorom stroji bude hodina práce lacnejšia a na ktorom drahšia, tak v závislosti na tom bude potrebné vyvažovať jednotlivé výrobné operácie strojov.

V zásade ide o to, že keby sme vzali celkový počet rovnakých operácií, ktoré zvláda jak jeden tak i druhý stroj, cieľom bude presunúť tieto operácie na prvý stroj, to je na ten, ktorý nie je úzkym miestom. Vzhľadom na to, že SKIQ 16 je úzke miesto, tak sa pred ním hromadí nedokončená výroba. Tým pádom, ak ušetríme čas v úzkom mieste, ušetríme čas v celom procese. Keby sme si jednotlivé operácie rozdelili na body, ktoré zvládnu oba stroje, došli by sme k bodu, od ktorého by bol schopný potrebné činnosti vykonávať len výkonnejší stroj SKIQ 16. A tu nám vzniká otázka, že prečo ten lepší stroj, ktorý je úzkym miestom vykonáva operácie, ktoré zvládne aj druhý stroj? Prečo nedochádza k vybalancovaniu operácií a odľahčeniu stroja SKIQ 16?

Jeden z najväčších a najdôležitejších výrobkov vo výrobnom portfóliu je nazývaný valec vonkajší. Jeho opracovanie pozostáva z niekoľkých operácií, na ktorom môžeme zistiť, aké operácie zvládnu oba stroje.



Obr. 13: znázornenie obrábacích možností strojov [vlastné spracovanie]

- operácia 1: obrábanie plochy horného čela (30 min)
- operácia 2: vonkajšie opracovanie hornej časti valca na hrubo (50 min)
- operácia 3: vonkajšie opracovanie dolnej časti valca na hrubo (1 hod 30 min)
- operácia 4: opracovanie medzikružia medzi vonkajšou dolnou a hornou časťou valca (40 min)
- operácia 5: vnútorné opracovanie hornej časti valca na hrubo (1 hod 25 min)
- operácia 6: vnútorné opracovanie dolnej časti valca na hrubo (1 hod 50 min)
- operácia 7: vysústruženie závitov z vnútornej strany valca (4 hod)
- operácia 8: vysústruženie závitov z vonkajšej strany valca (4 hod)

Z uvedeného obrázku vyššie vidíme, že prvých šesť operácií sú schopné vykonať oba stroje. Siedma a ôsma operácia sa presúva len na stroj SKI 16. Súčet časov prvých šiestich operácií je takmer 7 hodín. Do tohto času nie sú zahrnuté časy na prestoje stroja, tj. časy potrebné na nastavenie stroja + prestávky na obed + ostatné straty ku ktorým dochádza. To znamená, že dĺžka opracovania prvých šiestich krokov miestami presahuje dĺžku jednej smeny, to je 7 a ½ hodiny.





Obr. 14: Valec vonkajší [vlastné spracovanie]

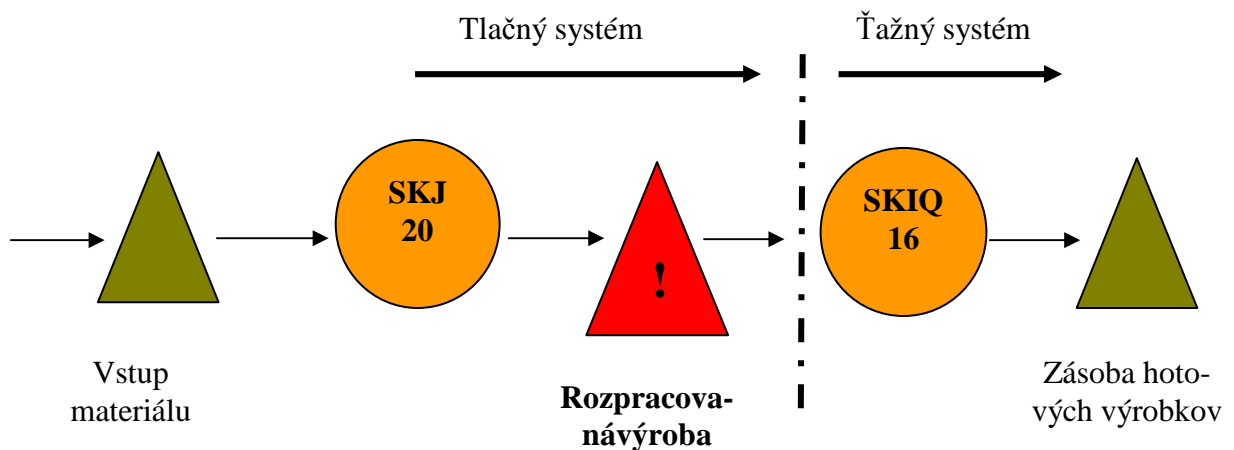
Najefektívnejšie by bolo, keby prvých šesť operácií vykonával len stroj SKJ 20 a na stroji SKIQ 16 by sa robila len 7. a 8. operácia, plus navyše by kompletne opracovával výrobky, ktoré by nezvládol SKJ 20.

Položka	Stroj SKJ20	Stroj SKIQ 16
Cena hodiny práce	720 Sk	720 Sk
Vyt'áženosť stroja	2 smeny	3 smeny
C/T hrubovania	7 hod	7 hod
C/T dorábania na hotovo	0 hod	10 hod

Tab. 3: Výsledky mapovania súčasných hodnot obrábacieho centra [vlastné spracovanie]

Celkový výrobný cyklus valca vonkajšieho trvá omnoho dlhšie ako 17-18 hodín (7 + 10), ale ja sa budem zaoberať len výrobným cyklom obrábacieho centra. Skladovanie tvorí až 64 % z výrobného cyklu obrábacieho centra.

Proces obrábania valca vonkajšieho môžeme teda rozdeliť na dve fázy. Na opracovanie na hrubo a na sústruženie závitov. Stroj SKJ 20 je prvkom tlačného systému, SKIQ je prvkom systému ťažného.



Obr. 15: Tok materiálu v obrábacom centre [vlastné spracovanie]

V tomto prípade sa kritickými zásobami stáva rozpracovaná výroba. Tá sa hromadí pred SKIQ 16 a zbytočne leží na sklade. Je neefektívne, aby prvých šesť operácií vykonávali oba stroje. Vzhľadom k tomu, že oba stroje obrábajú ešte iné typy výrobkov, výhodné by bolo výrobu vyvážiť. Keď si rozpracovanú výrobu rozpočítame na kusy, tak s každým kusom, ktorý SKIQ 16 vysústruží do konečnej fázy (na hotovo) SKJ 20 vyrobí 2,4 ks obrobku, (v tom prípade, ak SKIQ 16 vykonáva všetkých 8 operácií). To znamená, že ak SKIQ16 vyrobí 10 ks valca vonkajšieho, tak pred ním vznikne zásobník s cca 24 kusmi rozpracovanej výroby z vedľajšieho stroja. 24 kusov valca vonkajšieho sa rovná sume cca 13 200 000,- Sk v rozpracovanej výrobe.

### 5.1.1 Kroky vedúce k eliminácii rozpracovanej výroby

#### 5.1.1.1 Prevedenie pracovných operácií na SKJ 20

Po tom, ako som prepočítal stav rozpracovanej výroby vzniká jednoduchá otázka a to prečo SKIQ 16 vykonáva prvých šesť operácií. Keby prvých šesť operácií začal vykonávať len stroj SKJ 20, tým pádom by sa odľahčilo zaťaženie SKIQ16. Tento stroj by sa zaoberal len 7. a 8. operáciou, čo je sústruženie závitov, ktoré si vyžaduje cca 10 hodín. Samozrejme, týmto krokom zásoby rozpracovanej výroby určite úplne neeliminujeme, pretože čas potrebný na vykonanie posledných dvoch operácií je stále vyšší ako celkový čas prvých šiestich operácií. Ale ak si to opäť prepočítame na 10 ks vyrobených na SKIQ 16, tak stav roz-

pracovanej výroby by vznikol v počte 4 ks za 13.3 smeny. Tento stav rozpracovanej výroby by bol v tom prípade, ak by do výroby nevstupovali iné druhy výrobkov a oba stroje by pracovali rovnaký čas.

#### **5.1.1.2 Zapojenie stroja SKJ 20 na nočné smeny**

Zapojením SKJ20 do nočnej smeny by i tento stroj pracoval 24 hodín denne. Otázkou je, ako bude zapojenie SKJ 20 do nočnej smeny pôsobiť na vznik rozpracovaných zásob. V stave, že by SKIQ 16 pracoval na 3 smeny a SKJ 20 na 2 smeny ako to je doposiaľ, by sa úplne eliminovali zásoby, pretože, SKIQ 16 by bol počas nočných smien schopný opracovať všetky obrobky zo zásobníku, ktorý vytvorí SKJ 20. Ak aby SKJ 20 pracoval počas nočnej smeny, zvýšila by sa tým síce zásoba rozpracovanej výroby, ale bolo by to možné vykompenzovať tým, že v soboty a nedele by SKJ 20 neobrábal valce vonkajšie. V prípade, že by oba stroje pracovali na 3 smeny by sa od pondelka do piatku vytvoril zásobník o veľkosti cca 5 ks valcov vonkajších. V prípade, že by sa výrobný plán naplánoval tak, že by v sobotu a nedele SKJ 20 obrábal iné typy výrobkov ako je valec vonkajší, tak počas soboty a nedele by bol SKIQ 16 schopný opracovať zvyšných 5 ks obrobkov z vytvoreného zásobníku. Týchto 5 ks by si vyžadovalo zhruba 50 hodín práce, to jest vysústruženie potrebných závitov.

## 5.2 Pretypovanie stroja (SMED)

V analytickej časti som vykonal časovú štúdiu operácií a krokov, ktoré sa musia vykonať na stroji v dôsledku toho, že operátor musí začať s opracovaním druhého typu výrobku. To spôsobí pomerne zdĺhavé nastavenie stroja, rôznych parametrov a podnietí vznik rôznych činností, ktoré sú definované ako interné alebo externé. V analýze som ešte zmienil činnosti, ktoré nie sú štandardizované, čas na ich vykonanie je väčšinou vždy najdlhší a to spôsobí výrazné navýšenie času, kedy je stroj odstavený. Z môjho pohľadu sú práve tieto činnosti činnosťami, kde zbytočne dochádza k najväčším stratám a sú to činnosti, kde sa dá čas najviac ušetriť. Čas na vykonanie každej operácie je zakaždým rozdielny, preto je efektívne stanoviť priemerný orientačný čas potrebný na vykonanie jednotlivých operácií, ktorých by sa mala výroba držať. Jednoducho sa snažiť tieto činnosti štandardizovať.

### 5.2.1 Eliminácia časov na vykonanie neštandardizovaných činností

#### 5.2.1.1 Manipulácia so žeriavom

Práca so žeriavom je činnosť, ktorá zaberie značný čas z celkového času nastavenia stroja. V priemere som z 15 pozorovaní manipulácie so žeriavom zistil, že čas na dopravu obrobku až po jeho umiestnenie na stroj trvá od 4.5 min až po 20 min. Z toho trikrát som namerlal čas nad 15 min, čo je príliš veľký časový rozdiel vzhľadom na to, že boli prípady, kedy to operátor zvládol do 4 minút.

Na vysoké časy má značný vplyv to, že žeriav práve nie v dosahu a je zamestnaný inou prácou. V tomto prípade by som navrhol vytvoriť hrubý harmonogram vyťaženia žeriavu. V dielni, kde sa obrábacie centrum nachádza, existuje len jeden žeriav. Harmonogram by mohol dopomôcť k tomu, že žeriav bude vždy dostupný tam kde bude treba. Vzhľadom k tomu, že v tej časti haly, kde sa nachádza aj naše obrábacie centrum existujú dokopy ešte 2 centrá, postačil by hrubý koncept plánu na využitie žeriavu.

Na pozorovanie práce so žeriavom som si vyčlenil dokopy 2 denné smeny. Po pozorovaní chodu žeriava som zistil, že v rámci jednej smeny je z viac než 80 % času využívaný na práce s dielcami v skladovacích priestoroch. Tým myslím rôzne druhy manipulácií, presuny, nakladanie dielcov na vysokozdvížne vozíky a pod. Z tohto dôvodu existuje veľká

pravdepodobnosť toho, že v čase, keď bude žeriav práve potrebný v obrábacom centre, bude využívaný v sklade.

Bohužiaľ, v tomto prípade nestačí keď operátor z obrábacieho centra oznámi, že chce žeriav, pretože ak je žeriav využívaný na inom mieste, je veľká pravdepodobnosť toho, že žeriav bude zrovna prenášať nejaký diel. Na to, aby sa žeriav v takomto prípade uvoľnil je zvyčajne potreba 3 -12 minút a to je čas, ktorý sa pripočíta k času, keď stroj stojí.

V predchádzajúcej kapitole som sa zmieňoval o operatívnom plánovaní výroby, to znamená, že vo výrobe vedia minimálne deň vopred, čo presne a v akom množstve sa bude vyrábať. Tým pádom tu hrajú hlavné úlohy dva veľké faktory:

- Počet obrábacích centier, t.j. 3
- Čas potrebný na obrobenie obrobkov,

Tieto údaje vypovedajú o tom, že je možné vytvoriť účinný harmonogram využitia žeriavu v prospech obrábacích centier. Vzhľadom k tomu, že niektoré centrá osústružia denne len 2-3 kusy, malo by byť dopredu jasné, v akých približných časoch budú kus dokončovať. Je samozrejmé, že takéto načasovanie by sa nedalo napláňovať do minúty, ale určite by to bolo možné s odchýlkou niekoľkých minút. V prípade, že by malo dôjsť k tomu, že žeriav bude potrebný na dvoch poprípade troch miestach naraz, tak to by sa muselo riešiť v rámci komunikácie medzi pracovníkmi pri obrábacích centrách a v skladových priestoroch.



*Obr. 15: Ukladanie obrobku na pracovný stôl stroja  
[vlastné spracovanie]*

Odstránením alebo eliminovaním čakania na žeriav by mohlo dôjsť k ušetreniu 3 -15 min pri každom výmene obrobku. A následne, keby sme vzali do úvahy, že v obrábacom centre by došlo 3-4 krát k nastaveniu stroja, mohlo by sa tým pádom ušetriť množstvo času. V prípade, že vezmem do úvahy priemer z intervalu 3 -15 min, čo je 9 min, mohlo by denne dôjsť k ušetreniu až 27 min času, len čo sa týka čakania na žeriav v rámci jedného obrábacieho centra, čo znamená, že 27 min by sa ušetrilo na každom stroji.

Ďalším faktorom, ktorý by dopomohol zrýchliť čas s manipuláciou žeriavu je to, že každý operátor, by mal mať žeriavnický kurz. Nie všetci operátori majú žeriavnické kurzy a tým pádom sa musí čakať na žeriavnika, ktorý nie je vždy k dispozícii. Dochádza k zbytočnému čakaniu a predlžovaniu času, kedy je stroj nečinný, resp. nepracuje. Môj návrh je, že každý nový pracovník, ktorý nastúpi do výroby by mal byť vyškolený na obsluhovanie žeriavu do jedného mesiaca od nástupu práce. Tým by sa uľahčila situácia, pretože každý operátor by bol vyškolený obsluhovať žeriav a výrazne by sa zvýšila pravdepodobnosť toho, že na dielni bude vždy niekto, kto bude môcť so žeriavom manipulovať.

Návrh harmonogramu využitia žeriavu podľa operatívneho riadenia výroby:

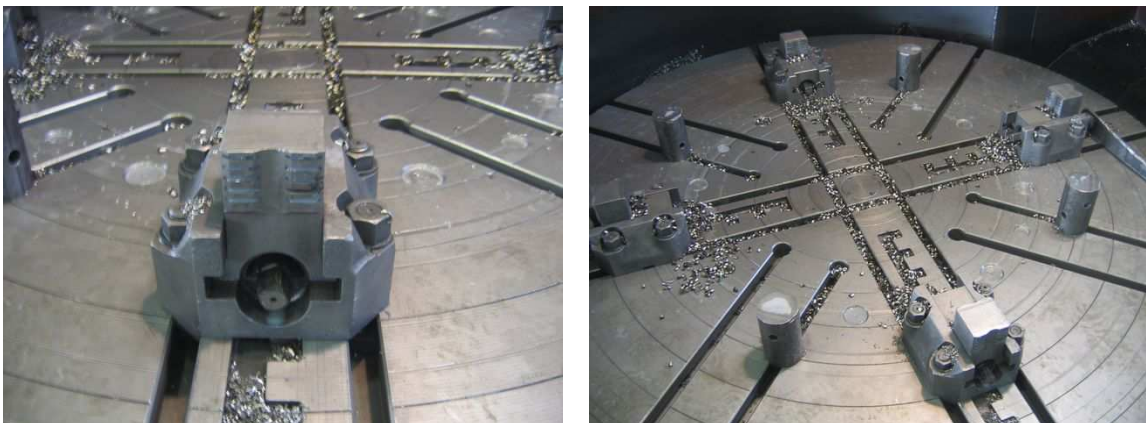
Dátum	SKJ 20	SKIQ 16	SKJ 15
<b>Plánovaný čas potreby žeriavu na jednotlivých obrábacích centrách</b>	6:10	6:25	6:40
	10:30	11:00	10:15
	13:35	13:50	12:30
	16:20	17:00	16:40
	18:50	19:40	20:00
	21:30	22:30	0:15
	-	0:45	3:10
	-	3:30	6:50
	-	5:15	-

Tab. 3: Časový rozpis využitia žeriavu [vlastné spracovanie]

### 5.2.1.2 Zveráky

Zveráky na sústruhu slúžia na uchytenie obrobku počas práce na stroji. Zveráky zabezpečujú to, že v dobe, keď obrobok rotuje, tak sa nepohne alebo nevyletí zo stroja. Čas na uťahovanie a uvoľňovanie skrutiek na zverákoch je taktiež variabilný. Na to aby operátor mohol utiahnuť alebo uvoľniť všetky skrutky, musí si otočný stôl otáčať tak, aby mal prístup k všetkým štyrom zverákom. Na ich utiahnutie musí vyvinúť značnú námahu. Naviac dochádza k situáciám, že na to, aby skrutku zveráku dotiahol čo najlepšie, musí využiť prídavnú páku, aby mohol vyvinúť vyššiu tlak. Tým dochádza k navyšeniu času, čo by nemuselo. Preto by som navrhol zveráky nahradiť určitými posuvnými dorazmi, ktoré by mohol operátor posúvať a nemusel by sa namáhať a strácať čas s uťahovaním skrutiek, ale stačilo by ich jednoducho „zaklapnúť“.

Vzhľadom na to, že stroje v obrábacom centre sú viac než dvadsať rokov staré, tak v dobe ich výroby sa ešte nezaoberali „urýchľovačmi“ podobného typu. Na druhej strane je otázne, či by bol tento systém zaklápania zverákov z technologického hľadiska prípustný a účinný. Dôležité by bolo z konštrukčného a technologického hľadiska vypočítať, či by tento druh upínania vydržal udržať váhu rotujúceho obrobku, ktorý môže vážiť viac než 1 tonu, a č



Obr. 16: Upínacie zveráky na pracovnom stole stroja [vlastné spracovanie]

### 5.2.1.3 Panenky

V analytickej časti som opísal, na čo slúžia panenky, prečo je čas potrebný na to, aby boli panenky v jednej rovine, taký aký je a pod. Zrezávanie panieniek sa vykonáva zvyčajne na

viackrát. Z pozorování som zistil, že je viac menej zriedkavé, keď sa zrezanie všetkých štyroch paneniek podarí na prvýkrát. Tu opäť vstupujú do popredia dva faktory:

- Cena hodiny práce na stroji
- Cena nasaditeľnej hlavičky panenky

Po niekoľkých pozorovaniach som zistil, že dôvodom prečo sa panenky zrezávajú na niekoľkokrát je, že operátor zámerne nastaví stroj tak, aby sa z paneniek odrezala čo najmenšia plocha. Preto často dochádza k tomu, že nôž nástroja nezreže vrstvu zo všetkých paneniek. Tento pokus sa opakuje, pokiaľ sa nezreže z povrchu každej panenky. A tu nastáva otázka, čo je rentabilnejšie. Či radšej zrezávať povrch paneniek na niekoľkokrát, a tým nechať stroj stáť ďalšie a minúty naviac, alebo vedome nechať zrezať z paneniek väčšiu vrstvu na prvý pokus, a tým by sa skrátil čas tým, že by nemuselo dochádzať k ďalšiemu zrezávaní. Každý zrezanie si vyžaduje 4-5 min naviac. Keby sme pri každom nastavení stroja ušetrili 2 pokusy, ušetrili by sme 10 min. V princípe ide o to, že si treba porovnať, čo je lacnejšie. Či zbytočne nechať stroj stáť naviac 10- 15 min a ušetriť z vrstvy panenky, alebo naopak, zrezať z panenky väčšiu vrstvu hneď pri prvom výmere a tým by sa skrátil čas odstávky stroja. Tu si musíme porovnať tieto dve situácie a vyhodnotiť, čo je výhodnejšie. Podnik má tendenciu šetriť na panenkách. V tomto prípade som porovnal hodinu práce stroja a cenu vymeniteľnej hlavičky panenky. Keď si vezmeme, že by sme ušetrili pri každom nastavení stroja 10 min na zrezávaní paneniek, tak si to premeníme na hodnotu hodinovej práce stroja.



Obr. 17: Panenky zabezpečujúce uloženie obrobku do roviny [vlastné spracovanie]



Cena 1 hodiny práce stroja:	720,- Sk / hod
10 min práce stroja:	120,- Sk / 10 min
Hodnota vymeniteľnej platničky panenky	28,- Sk

Tu môžeme vidieť, že je nevýhodné šetriť panenky na úkor prerušenia chodu stroja. Hodnota práce stroja za 10 min je vyššia ako cena platničky. Týmto krokom by sa dospelo k tomu, že celkový čas na nastavenie stroja by sa znížil o ďalších 5 – 10 min.

### 5.2.2 Činnosti vykonávané pred vypnutím stroja

V analytickej časti som zmienil činnosti, ktoré prispievajú k tomu, že čas, kedy stroj stojí sa navyšuje v dôsledku toho, že operátor nevykoná činnosti, ktoré je možné vykonať ešte za chodu stroja. Predpríprava potrebného náradia sa podceňuje a predlžuje činnosti spojené s manuálnym nastavením a čistením stroja.

Príprava náradia je úzko spojená s jednotlivými konkrétnymi činnosťami. V tomto prípade sa zrejme nepodarí skrátiť proces o celé minúty, ale aspoň sa eliminujú zbytočné pohyby, ktoré sa počas nastavenia stroja opakujú niekoľkokrát. Zoznáam náradia, ktoré by si mal operátor pripraviť pred zastavením stroja:

1. kľúč na uťahovanie a odťahovanie skrutiek
2. prídavná pomocná páka na kľúč
3. panenky (dorazy)
4. merací prístroj na centrovanie obrobku
5. posuvné meradlá
6. čistiace a upratovacie náradie (metly, smetáky, čistiace handry)

Nastavenie stroja upravené činnosti, ktoré bolo možné eliminovať alebo ich úplne vylúčiť:

Tab. 4: : *Súčasný stav vykonávaných činností pri nastavení stroja [vlastné spracovanie]*

Názov operácie	čas [min.]	kum. čas [min.]	druh činnosti
1. Operátor si zabezpečuje kľúč na zveráky	0.75	0.75	externý
2. Uvoľňovanie matíc na zverákoch	1.0	1.75	interný
3. Príprava žeriavu (manipulácia)	4.0	5.75	externý
4. Nasadzovanie lana na výrobok	2.25	8.0	externý
5. Prenos výrobku žeriavom	4.0	12.0	interný
6. Vyfúkanie skrutiek	1.0	13.0	interný
7. Zabezpečenie náradie na odstránenie pilín	0.45	13.45	externý
8. Odstránenie pilín zo skrutiek	2.5	15.95	interný
9. Zabezpečenie meradiel na zveráky	0.45	16.4	externý
10. Meranie vzdialeností zverákov na otoč. stole	2.6	19.0	interný
11. Nastavenie (posun) zverákov	1.5	20.5	interný
12. Zabezpečenie paneniek	2.0	22.5	externý
13. Nasadzovanie „paneniek“ na otoč. stôl	2.0	24.5	interný
14. Meranie výšky paneniek (dorazov)	3.0	27.5	interný
11. Zrezávanie paneniek do roviny	5.0	32.5	interný
12. Nasadenie lana na nový výrobok	1.5	34.0	interný
14. Uloženie nového výrobku na otoč. stôl	4.5	38.5	interný
15. Doťahovanie skrutiek	0.5	39.0	interný
16. Centrovanie kusu 1. kolo	5.0	43.0	interný
17. Centrovanie kusu 2. kolo	3.0	46.0	interný

**Celkový čas****46 minút**

Uskutočnením potrebných krokov sa celkový čas na nastavenie stroja znížil z **52 minút** na **46 minút**. Tento čas bolo možné dosiahnuť zmenou určitých interných činností na externé alebo úplným vylúčením niektorých činností.

Súčet časov externých činností tvorí **9 minút**. Sú to činnosti, ktoré je možné vykonať ešte skôr ako dôjde k vypnutiu stroja. Po odčítaní externých činností, (9 minút) dostaneme skutočný čas, za ktorý sa nastavenie stroja vykoná, čo je **37 minút**. Celkovo ušetríme **15 minút času z nastavenia stroja !**

Položka	Čas (minúty)
<b>Pôvodný čas nastavenia stroja (časy interné + externé)</b>	<b>52 minút</b>
Čas znížený o vylúčené činnosti	- 6 minút
<b>Čas upravený o vylúčené činnosti</b>	<b>46 minút</b>
Časy externých činností	- 9 minút
<b>Konečný čas upravený o externé činnosti</b>	<b>37 minút</b>

Tab. 5: Zmeny časov pri nastavení stroja [vlastné spracovanie]

Pre zníženie času som skrátil tieto činnosti:

- **Uvoľnenie matíc na zverákoch** – skrátenie času z 1,75 minúty na 1,0 minúty. **0,75 minúty** sa ušetrilo tým, že si operátor vopred nachystal potrebný kľúč na skrutky.
- **Príprava žeriavu** – v tomto prípade bolo pravidlom, že operátor začal zháňať žeriav až po tom, ako sa zahájilo nastavenie stroja, čiže stroj už nepracoval. Keďže som navrhoval, aby mali povinne všetci operátori na dielni žeriavnicky kurz, tak by žeriav mohol dopredu pripraviť operátor z vedľajšieho centra, alebo operátor, ktorý nie je momentálne zamestnaný inou činnosťou. Žeriav by si mohol pripraviť aj samotný operátor, ale musel by si ho pripraviť o zhruba 25 min skôr ako ukončí obrábací proces, pretože ukončovacia obrábacia fáza je veľmi dôležitá a operátor sa mu-

sí sústrediť na stroj a obrobok, aby sa proces správne ukončil. Preto by musel pripraviť žeriav ešte skôr ako sa začne konečná fáza obrábania a tým by bol zasa žeriav zbytočne fixovaný a bol by nevyužitý. Týmto krokom by sa ušetrilo zhruba 3 – 7 minút z prestoja stroja.

- **Nasadenie lana na nový obrobok** - zatiaľ čo bude operátor nastavovať zveráky a nahadzovať panenky, poprípade čistiť pracovný stôl, tak operátor z vedľajšieho centra môže medzitým nahodiť laná na nový obrobok, tie následne nahodiť na žeriavny hák a prepraviť obrobok k stroju. Tým dôjde k ušetreniu 1,5 – 3 minúty z prestoja stroja. V našom prípade je to **2,25 minúty**.
- **Zabezpečenie náradia na odstránenie pilín**- v prípade, že si operátor nachystá toto náradie vopred, ušetrí cca **0,45 minúty**.
- **Zabezpečenie meradiel na zveráky** – taktiež ušetrenie **0,45 minúty**.
- **Zabezpečenie paneniek** – tým, že každý operátor bude mať svoje vlastné panenky, tak ich nebude musieť zháňať u vedľajších obrábacích centier. Ušetria sa tým cca **2 minúty**.

Činnosť, ktorú bolo možné úplne vylúčiť:

- **Zrezávanie panenky** – túto činnosť som už opísal, keď som porovnal pomer hodnoty práce k hodnote vymeniteľného článku panenky. V tom prípade jasne vyšlo, že hodnota práce stroja je vyššia ako hodnota vložky panenky. Hlbším opracovaním povrchu paneniek na prvý pokus sa ušetrí 1-2 kolá jej obrábania. Tým pádom by stačilo vždy vykonať len jedno opracovanie.

### 5.2.3 Vyčíslenie potencionálnych úspor dosiahnutých skrátením doby nastavenia stroja

<b>Stroj SKIQ 16 (3 smeny)</b>	hodinová cena práce stroja (720Sk/hod)
mesačná ušetrená hodnota (30 dní)	<b>32 400 Sk</b>
ročná ušetrená hodnota (340 dní)	<b>367 000 Sk</b>

Tab. 6: Vyčíslenie prínosu zo skrátenia času nastavenia stroja u SKIQ 16 [vlastné spracovanie]

<b>Stroj SKJ 20 (2 smeny)</b>	hodinová cena práce stroja (720Sk/hod)
mesačná ušetrená hodnota (30 dní)	<b>21 600 Sk</b>
ročná ušetrená hodnota (340 dní)	<b>244 800 Sk</b>

Tab. 7: Vyčíslenie prínosu zo skrátenia času nastavenia stroja SKJ 20 [vlastne spracovanie]

Vykonaním týchto operácií by v správnej následnosti a v správnom načasovaní je možné skrátiť proces nastavenia stroja zhruba o cca **15 minút**. Tu by som ešte podotkol, že k nastaveniu stroja dochádza v priemere 2-krát počas jednej smeny. To znamená, že počas jednej smeny by bolo možné na nastavení stroja ušetriť pol hodiny práce, čo je cca **30 min**

### 5.3 Návrhy postupov a zlepšení z hľadiska metódy 5S

V rámci metódy 5S sa v obrábacom centre nachádzajú „hrubé“ chyby z hľadiska každého z piatich krokov. Jednotlivé návrhy a ich aplikovanie sa budem snažiť opísať v dvoch z piatich krokov tejto metódy.

#### 5.3.1 Separovanie

Tento krok považujem za možno najdôležitejší i keď vyzerá ako najtriviálnejší a jeho zavedením sa nič podstatné nezmení. To je však hrubý omyl. V rámci produktivity práce je každá nevyužitá minúta plytvaním a tento krok predchádza k tomu, aby dochádzalo k hľadaniu akéhokoľvek pracovného náradia, nástrojov a potrebného vybavenia.

Na obrázku dole si môžete všimnúť chaotické usporiadanie náradia a náčinia. V tomto prípade slovo „usporiadanie“ by sme nemali brať ako vhodný výraz pre to, ako toto náradie v skrini leží. Môžeme si všimnúť, tak tomuto usporiadaniu chýba akákoľvek systematickosť, ktorá by dávala usporiadaniu prehľad. Separovanie by malo byť charakteristické vymedzením nástrojov na potrebné a nepotrebné. Potrebné náradie je treba usporiadať tak, aby mal každý kus svoje vlastné miesto a nemuselo by dochádzať k tomu, že by ho operátor musel hľadať.



Obr. 18: Stav skriniek s náradím pred aplikovaním krokov metódy 5S[vlastné spracovanie]

Pre tento bod metódy navrhujem nasledovné kroky:

- Premiestniť skriňu s náradím
- Náradie, ktoré sa používa najčastejšie premiestniť na pracovný stôl operátora, ktorý je v jeho bezprostrednej blízkosti.
- Náradie, ktoré sa využíva menej často systematicky uložiť v skrini pre náradie.
- Náradie, ktoré sa nepoužíva, úplne odstrániť.
- Oddeliť čistiace a upratovacie náčinie od ostatného

Po vykonaní týchto úprav môžeme vidieť súčasné usporiadanie náradia:



*Obr. 19: Súčasný stav uloženia nožov v skrini na náradie [vlastné spracovanie]*



*Obr. 20: Súčasný stav uloženia náradia [vlastné spracovanie]*

Po zavedení týchto krokov dostalo usporiadanie náradia potrebnú systematickosť a prehľadnosť.



*Obr. 21: Súčasný stav uloženia meradiel a pracovného náradia [vlastné spracovanie]*

### 5.3.2 Čistenie

K čisteniu stroja a jeho okolia dochádza sporadicky, to znamená zvyčajne, keď odpad bráni ďalšej práci. Čistenie a upratovanie stroja a jeho okolia by sa malo vykonávať pravidelne.

Každý pracovník by mal byť zodpovedný za čistotu a poriadok na svojom pracovisku. V tomto prípade navrhujem tieto základné opatrenia:

- **Upratovanie** – každý pracovník si sám uprace svoje pracovisko. Úplne dostačujúce by bolo zopár základných úkonov, ako je uloženie nástrojov a náradia na svoje miesto, kontrola, či je náradie v skrini a na pracovnom stole na správnom mieste a pod.
- **Čistenie** – na čistenie by som vymedzil posledných 10 min z každej smeny. Každý pracovník by si pred odchodom zo svojho pracoviska preventívne vyčistil svoje pracovisko, resp. svoj stroj a jeho okolie. Tým mám na mysli odstránenie špiny, prachu a mazacieho oleja z nežiadúcich miest, odstránenie chladiacej kvapaliny a olejových škvŕn z dlážky, prípadne mastných škvŕn zo stroja.

Veľmi dôležité je čistenie pracovného stola stroja, ktoré zaberie najviac času z celkového upratovania. Odstránenie nánosov oceľových triesok je jeden z najdôležitejších úkonov v rámci celého procesu čistenia. V tomto prípade by som navrhol presný postup čistenia pracovného stola sústruhu pri každej výmene nového typu obrobku:

1. Odstránenie dlhých spleťtých pilín pomocou podlhovastého háku (podlhovastý hák má tvar hrablí a umožní odstrániť piliny bez toho, aby operátor musel vystúpiť na stôl stroja)
2. Po tom, ako sú tieto piliny odstránené, na stole ostane množstvo malých krátkych pilín. Tu operátor použije lopatu, ktorou odhádže piliny do kontajnera určeného na takýto druh odpadu.
3. Po tom ako je stôl relatívne čistý, mala by sa použiť metlička a pozostatky pilín zmiestť na zem.
4. Po týchto krokoch by malá byť hlavná rovinná plocha vyčistená, no veľké množstvo pilín ešte ostane nahromadených v drážkach pre zveráky a panenky, pretože k týmto miestam je lopata a metlička zle dostupná. Tu by sa mala použiť špeciálna špargľa o šírke drážky (t.j. 3-4 cm) s ktorou by bolo možné drážky dôkladne vyčistiť.



5. Na záver by bolo potrebné ešte celý stôl prejsť metličkou v dôsledku pilín a špiny, ktoré sa dostanú pri čistení drážok na rovinnú plochu. Týmto krokom by mal byť otočný stôl stroja kompletne čistý.
6. Počas chodu stroja sa však odpad dostane i mimo stola a do blízkeho okolia stroja. Tento odpad si žiada taktiež odstránenie (zametanie), aj kvôli bezpečnosti práce. (Oceľová tireska pôsobí ako valček, na ktorom sa dá ľahko pošmyknúť a taktiež sa môže spôsobiť reznú ranu).
7. Pre trieskové hospodárstvo by bol veľmi nápomocný dopravník na triesky, ktorý by viedol od otočného stola až ku kontajneru. Počas čistenia musí operátor chodiť od stroja ku kontajneru. Hoci kontajner stojí hneď vedľa sústruhu, dá to dosť námahy chodiť s lopatou plnou pilín tri kroky tam a späť. Takto by stačilo, aby sa piliny odhadzovali len pod otočný stôl a tým by sa ušetril čas a sily robotníka. Dopravný pás by dopravil piliny do kontajnera. Takýmto pásom disponujú len niektoré obrábacie centrá, no bohužiaľ ani jeden stroj z nášho obrábacieho centra tento dopravník nemá.



Obr. 22: Súčasnú umiestnenie kontajnera k stroju (vľavo) a navrhovaný dopravník na piliny (vpravo) [vlastné spracovanie]

## 6 ZÁVEREČNÁ REKAPITULÁCIA PRÍNOSOV A ÚSPOR

### 6.1 Skrátenie doby nastavenia stroja a vyčíslenie potencionálnych úspor

Aplikovaním navrhovaných metód sa doba nastavenia stroja skrátila o jednu tretinu celkového času, to je o **15 minút**.

Skrátenie času sa nám podarilo predovšetkým prostredníctvom týchto činnosti:

- Zabezpečením kľúčov vopred
- Príprava žeriavu
- Nasadzovaním žeriavných lán
- Včasným zabezpečením náradia na odstraňovanie pilín a meradiel na zveráky
- Zrezávaním paneniek

K nastaveniu stroja dochádza v priemere dvakrát za smenu. To znamená, že môže dôjsť k ušetreniu **30 minút** za smenu.

Keby sme tento čas previedli na 3 smeny stroja SKIQ 16, došlo by k ušetreniu približne **90 minút** denne.

Vyčíslenie ušetrených časov z hľadiska hodinovej ceny práce stroja.

Stroj SKIQ 16 (3 smeny)	hodinová cena práce stroja (720Sk/hod)
mesačná ušetrená hodnota (30 dní)	<b>32 400 Sk</b>
ročná ušetrená hodnota (340 dní)	<b>367 000 Sk</b>

Tab. 8: Vyčíslenie úspor zo skrátenia času nastavenia stroja u SKIQ 16 [vlastné spracovanie]

Očakávaný potencionálny ročný prínos je cca 367 000,- Sk za stroj SKIQ 16. Vzhľadom k tomu, že obrábacie centrum pozostáva z dvoch strojov, na ktorých je hodinová cena práce rovnaká, tak prínos bude vyšší, ale nie dvojnásobný, pretože stroj SKJ 20 pracuje len na dve smeny.

<b>Stroj SKJ 20 (2 smeny)</b>	hodinová cena práce stroja (720Sk/hod)
mesačná ušetrená hodnota (30 dní)	<b>21 600 Sk</b>
ročná ušetrená hodnota (340 dní)	<b>244 800 Sk</b>

Tab. 9: Vyčíslenie prínosu zo skrátenia času nastavenia stroja SKJ 20 [vlastne spracovanie]

<b>Celková ročná potencionálna úspora</b>	<b>612 000 Sk</b>
---	-------------------

Tab. 10: Celková ročná potencionálna úspora [vlastné spracovanie]

Súčet ročných hodnôt potencionálnych úspor za oba stroje je cca **612 000,- Sk / rok**. Je to čiastka, ktorú môžeme ušetriť tým, že pri každom nastavení stroja ušetríme cca 12 min z času celkového nastavenia.

## 6.2 Vyčíslenie úspory zrezávaním paneniek

Z porovnania hodnoty 10 min práce stroja a hodnoty vymeniteľnej platničky panenky môžeme vidieť, že je jednoznačne výhodnejšie je keď stroj pracuje. Je neefektívne, keď stroj stojí na úkor toho, že sa šetrí na platničke panenky. Porovnaním cien dojdeme k týmto hodnotám:

Cena 1 hodiny práce stroja	<b>720,- Sk / hod</b>
10 min práce stroja	<b>120,- Sk / 10 min</b>
Hodnota vymeniteľnej platničky panenky	<b>28,- Sk</b>
Potencionálne ušetrenie v rámci jedného nastavenia	<b>92 ,- Sk / výmena</b>

Tab. 11: Vyčíslení potencionálnych úspor z hľadiska zrezávania paneniek [vlastné spracovanie]

Z uvedených hodnôt môžeme vidieť, že 92,- Sk ušetríme pri každom nastavení stroja, ak zrežeme panenky na prvýkrát a nebude dochádzať k tomu, že sa panenky zrežú do jednej roviny na druhý alebo tretí pokus. 10 minút práce sa rovná 120,- Sk. Keď od tohto času odrátame hodnotu vymeniteľnej platničky, dostaneme hodnotu 92,- Sk.

### 6.3 Vyčíslenie zníženia rozpracovaných zásob

Priemerná zásoba rozpracovanej výroby je 6 ks valcov vonkajších. Tento počet kusov tvorí hodnotu cca 3 600 000,- Sk. Je to pomerne vysoká čiastka, ktorá je viazaná v rozpracovanej výrobe.

V prípade, že oba stroje vykonávajú prvých 6 operácií:

S každým kusom na hotovo vyrobeným na SKIQ 16 vzniká 2,4 ks nedokončenej výroby v zásobníku pred SKIQ 16. To je hodnota 1 440 000,- Sk.

Položka	Počet kusov vyrobených na SKIQ16 (ks)	Počet kusov vyrobených na SKJ 20 (ks)	Hodnota nedokončenej výroby v zásobníku (Sk)
Vznik zásobníku nedokončenej výroby v prípade vykonávania prvých šiest operácií oba strojmi	1ks (17 hod)	2,4	1 440 000,-
	5 ks (85 hod)	12	7 200 000,-
	10 ks (170 hod)	24	14 400 000,-
Vznik zásobníku nedokončenej výroby v prípade rozdelenia činností medzi dva stroje	1 ks (10 hod)	1,4	840 000,-
	5 ks (50 hod)	3	1 800 000,-
	10 ks (100 hod)	4,2	2 520 000,-

Tab. 12: Vyčíslenie zníženia rozpracovaných zásob [vlastné spracovanie]

## ZÁVER

V práci som riešil niekoľko problémov v rámci obrábacieho centra. Centrum sa skladá z dvoch CNC sústruhov, pri ktorých som sa zaoberal problematikou plytvania, úzkeho miesta, rýchleho pretypovania strojov a metódou 5S.

Hlavný problém bol príliš dlhý čas na nastavenie stroja a riešenie úzkeho miesta, ktorým bol jeden zo strojov. Následkom toho bolo hromadenie rozpracovaných kusov a zbytočne veľké množstvo finančných prostriedkov viazaných v týchto zásobách. Priemerný počet kusov rozpracovanej výroby je 10 ks valcov vonkajších. Keď si vezmeme, že hodnota jedného kusu je viac než pol milióna, tak v týchto zásobách je permanentne fixovaných viac než 5 miliónov korún. Tento problém som riešil cez vyváženie zaťaženia oboch strojov. To znamená, že som rozdelil operácie potrebné na opracovanie valca vonkajšieho a určité operácie som presunul na stroj, ktorý nebol úzkym miestom. Tým som dosiahol, že rozpracované kusy budú vznikať v množstve 4 ks na 13 smien. Čo je viac než 50 % zníženie množstva rozpracovaných zásob.

Ďalším problémom bolo rýchle pretypovanie stroja. Práve to tvorí pomerne vysoké percento z času smeny. Priemerný čas na nastavenie stroja bol 45 minút, čo je 10 % z celkového času jednej smeny. Aplikovaním rôznych techník vykonávania jednotlivých činností som znížil čas na pretypovanie stroja o 15 min, to jest z 52 minút na 37 minút. Za predpokladu, že k nastaveniu stroja bude dochádzať v priemere dvakrát za smenu sa ušetrí cca 600 000,- Sk. S nastavením stroja súvisí i zrezávanie panieniek, ktoré zabezpečujú to, aby obrobok ležal na stroji v rovine. Porovnaním ceny hodiny práce stroja a vymeniteľnej platničky panienky som zistil, že je možné ušetriť cca 90 Sk pri každom nastavení stroja.

S pretypovaním úzko súvisí aj zavádzanie metódy 5S. Čas na nastavenie stroja bol dlhý aj v dôsledku toho, že náradie nebolo na svojom mieste. Tým dochádzalo k tomu, že operátor často náradie a iné potrebné náčinie hľadal, čím sa čas navyšoval. Tu som navrhol usporiadanie náradia v pracovných skrinkách a postup pri čistení pracovného stola stroja.

Aby boli tieto metódy úspešné, je potrebné, aby o ich správnosti boli presvedčení hlavne operátori. Keď operátori pochopia, že tieto metódy poslúžia nielen podniku, ale uľahčia prácu aj im samotným, tak sami budú iniciovať ich dodržiavanie, prípadne budú navrhovať nové postupy a kroky k ich zlepšeniu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČERNÝ J.: *Úvod do studia metod průmyslového inženýrství a systémů služeb*, 1. vyd., UTB Zlín, ISBN 80-7318227-0
- [2] HIRANO, H. *5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace*. Portland: Productivity Press, 1996. ISBN 1-56327-123-0
- [3] HÜTTLOVÁ, E. *Organizace práce a pracovní podmínky*. První dotisk prvního vydání. VŠE v Praze, 1997. 78 s. ISBN 80-7079-068-7
- [4] KOŠTURIAK, J., GREGOR, M.: *Ako zvyšovať produktivitu firmy*. 1. vyd., Žilina: inFORM, 2001. ISBN 80-968583-1-9.
- [5] KOŠTURIAK, J., GREGOR, M.: *Podnik v roce 2001: revoluce v podnikové kultuře*. 1. vyd., Praha: Grada, 1993. ISBN 80-7169-003-1.
- [6] KOŠTURIAK, J., ZBYNĚK F.: *Štíhlý a inovativní podnik*. 1.vyd., Alfa Publishing Praha, ISBN: 80-86851-38-9
- [7] MAŠÍN, I.: *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd., Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 77 s. ISBN 80-902235-9-1
- [8] MAŠÍN, I: *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*, 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství,
- [9] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství..* 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [10] POLLAK H.: *Jak odstranit neopodstatněné náklady*, 1.vyd., Grada Publishing, ISBN 80-247-1047-1

- [11] STANĚK V.: *Zvyšování výkonnosti procesním řízením nákladů*, 1.vyd., Grada Publishing, ISBN 80-247-0456-0
- [12] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I.: *Dynamické zlepšování procesů - Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství Liberec, 1999, s. SBN 80-902235-3-2
- [13] VYTLAČIL M., STANĚK, M.: *Podnik světové třídy*, 1. vyd. IPI Liberec, 1997. ISBN 80-902235-1-6
- [14] [http://ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=105](http://ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=105)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Atd'	A tak d'alej
C/T	Cycle Time
Cca	Cirka
CEZ	Celková Efektivnost' Zariadenia
CPM	Critical Path Method
JIT	Just in time
OPT	Optimized Production Technology
PERT	Program Evaluation And Review Technique
PI	Priemyslové inžinierstvo
SMED	Single Minute Exchange Die
TOC	Theory of constraints
TPM	Total productive maintenance
t.j.	To je
5S	Five S



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1: Časový harmonogram projektu [vlastné spracovanie].....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 2: Kroky 5S [14].....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 3: Produkty Matador Automotive.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 4: Vstupný materiál [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 5: Rozpracovaná výroba [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 6: Hotové výrobky [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 7: Nadvýroba [vlastné spracovanie].....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 8: Čakanie [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 9: Nadbytočná manipulácia [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 10: Opravy [vlastné spracovanie].....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 11: Manipulácia so žeriavom a žeriavnými lanami [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 12: Pracovný stôl operátora [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 13: znázornenie obrábacích možností strojov [vlastné spracovanie].....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 14: Valec vonkajší [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 15: Ukladanie obrobku na pracovný stôl stroja [vlastné spracovanie].....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 16: Upínacie zveráky na pracovnom stole stroja [vlastné spracovanie].....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 17: Panenky zabezpečujúce uloženie obrobku do roviny [vlastné spracovanie].....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 18: Stav skriniek s náradím pred aplikovaním krokov metódy 5S[vlastné spracovanie].....</i>	<i>78</i>
<i>Obr. 19: Súčasný stav uloženia nožov v skrini na náradie [vlastné spracovanie].....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 20: Súčasný stav uloženia náradia [vlastné spracovanie].....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 21: S/časný stav uloženia meradiel a pracovného náradia [vlastné spracovanie].....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 22: Súčasné umiestnenie kontajnera k stroju (vľavo) a navrhovaný dopravník na piliny (vpravo) [vlastné spracovanie] .....</i>	<i>81</i>

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1: <i>Mílniky projektu [vlastné spracovanie]</i> .....	11
Tab. 2: <i>Popis činností vykonávaných pri nastavení stroja - pôvodný stav [vlastné spracovanie]</i> .....	50
Tab. 4: <i>Časový rozpis využitia žeriavu [vlastné spracovanie]</i> .....	70
Tab. 5: <i>: Súčasný stav vykonávaných činností pri nastavení stroja [vlastné spracovanie]</i> .....	74
Tab. 6: <i>Zmeny časov pri nastavení stroja [vlastné spracovanie]</i> .....	75
Tab. 7: <i>Vyčíslenie prínosu zo skrátenia času nastavenia stroja u SKIQ 16 [vlastné spracovanie]</i> .....	76
Tab. 8: <i>Vyčíslenie prínosu zo skrátenia času nastavenia stroja SKJ 20 [vlastné spracovanie]</i> .....	77
Tab. 9: <i>Vyčíslenie úspor zo skrátenia času nastavenia stroja u SKIQ 16 [vlastné spracovanie]</i> .....	82
Tab. 10: <i>Vyčíslenie prínosu zo skrátenia času nastavenia stroja SKJ 20 [vlastné spracovanie]</i> .....	83
Tab. 11: <i>Celková ročná potencionálna úspora [vlastné spracovanie]</i> .....	83
Tab. 12: <i>Vyčíslení potencionálnych úspor z hľadiska zrezávania panenek [vlastné spracovanie]</i> .....	83
Tab. 13: <i>Vyčíslenie zníženia rozpracovaných zásob [vlastné spracovanie]</i> .....	84

## SEZNAM PŘÍLOH

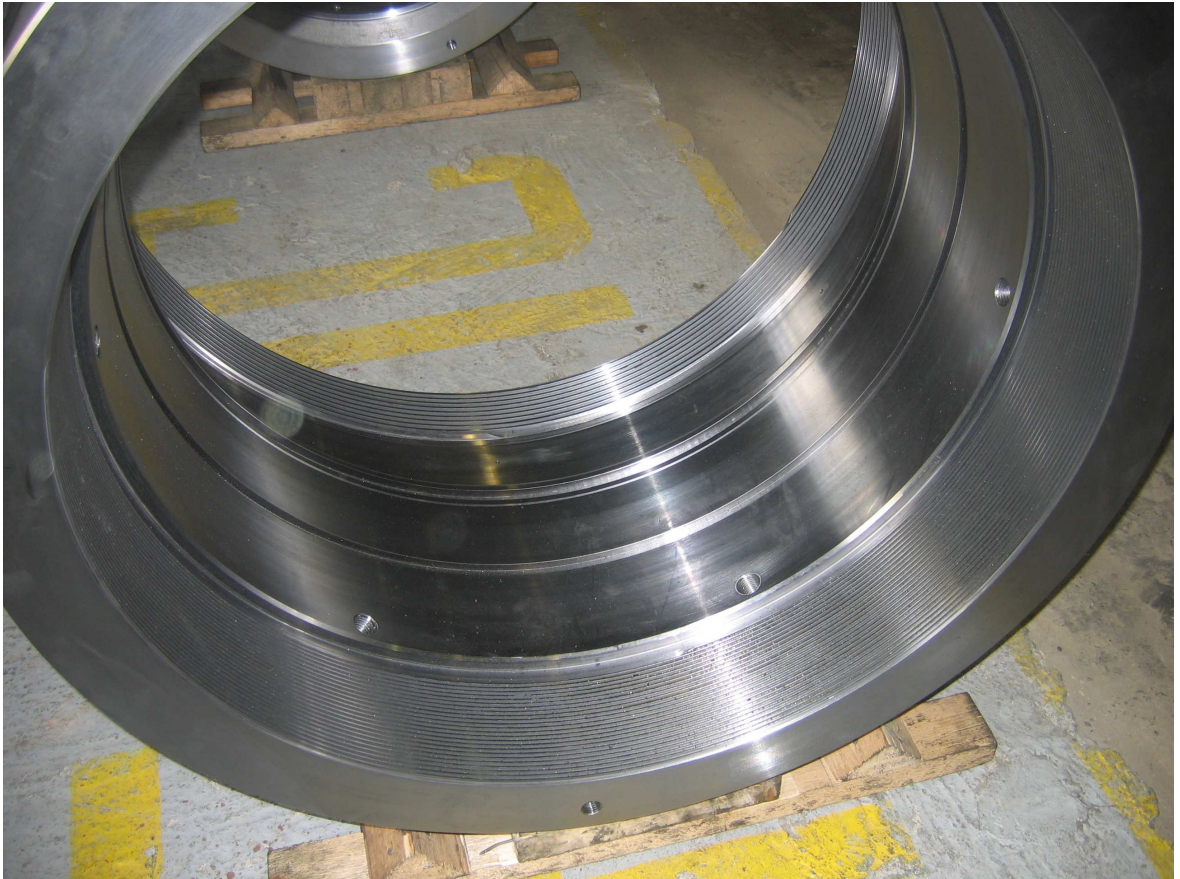
P I Valec vonakajší – ukážka vnútorných závitov

P II CNC Sústruh SKIQ 16

P III CNC Sústruh SKJ 20

P IV Obrábanie výrobku na SKJ 20

**PŘÍLOHA P I: VALEC VONKAJŠÍ – UKÁŽKA VNÚTORNÝCH  
ZÁVITOV**



## PŘÍLOHA P II: CNC SÚSTRUH SKIQ 16



## PŘÍLOHA P III: CNC SÚSTRUH SKJ 20



## PŘÍLOHA P IV: OBRÁBANIE VÝROBKU NA SKJ 20

