



Zkrácení času přestavby

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství
Autor práce: **Petr Čečák**
Vedoucí práce: Ing. František Koblasa, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Čečák**
Osobní číslo: **S11000941**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojní inženýrství**
Název tématu: **Zkrácení času přestavby**
Zadávací katedra: **Katedra výrobních systémů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je analýza stávajícího způsobu seřizování a návrh opatření na zkrácení času celé přestavby. Při zpracování bakalářské práce je vhodné využít standardní postup zpracování projektů a nástroje pro analýzy a zlepšování procesů, zejména SMED.

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky štíhlé výroby (např. trendy v oblasti výrobních systémů, lean techniky,...).
2. Analýza současného způsobu seřizování.
3. Návrhy opatření pro zkrácení času přestavby.
4. Vyhodnocení jednotlivých návrhů, porovnání se současným stavem.
5. Závěr a zhodnocení práce.

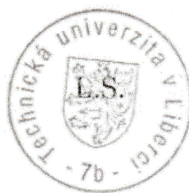
Rozsah grafických prací: podle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 40-50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

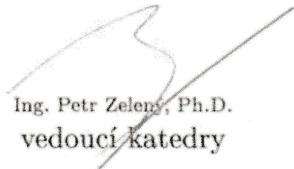
- [1] LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.
[2] SIXTA, J. a V. MAČÁT. *Logistika*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
[3] IPA slovník [online slovník], 2015. Dostupné z <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník>.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. František Koblasa, Ph.D.**
Katedra výrobních systémů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jan Vavruška**
Katedra výrobních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **14. listopadu 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. července 2015**


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Petr Zelenský, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. listopadu 2014

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

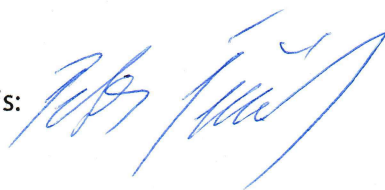
Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 2.7.2015

Podpis:



Anotace:

Bakalářská práce se zabývá analýzou seřizování CNC soustruhu ve firmě Seco group a.s. Cílem práce je nalezení časových úspor při této činnosti. V teoretické části se práce věnuje uvedení čtenáře do problematiky štíhlé výroby a vysvětlení použitých metod. Praktická část je věnována analýze současného stavu, výpočtu koeficientu CEZ a navržení variant vylepšení.

Klíčová slova:

5S, SMED, CEZ, Seřízení, Průmyslové inženýrství

Anotation:

Bachelor thesis focuses on the setup analysis of CNC lathing machine in Seco group a.s. The main goal is to find time saving during this operation. The theoretical part of this work focuses on the field of Lean manufacturing and explains used methods. The practical part is focused on the current state analysis, calculation on the OEE and designing improvement variants.

Key words:

5S, SMED, CEZ, Setup, Industrial Engineering

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Františku Koblasovi, Ph.D za odborné vedení této práce, cenné rady a připomínky k této práci a spoustu trpělivosti při konzultacích. Také bych rád poděkoval doc. Dr. Ing. Františku Manligovi a Ing. Janu Vavruškovi, že mi byli kdykoliv k dispozici s radami a nápovědami jak daný problém řešit.

Dále bych chtěl moc poděkovat své rodině za možnost studia na této škole a podporu při dokončování posledních zkoušek.

Seznam zkratek a symbolů

a.s.	Akciová společnost	[-]
TPS	Toyota Production System	[-]
CNC	Computer Numeric Control	[-]
CEZ	Celková Efektivita Zařízení	[%]
Hod	Hodina	[1]
Min	Minuta	[1]
Sec	Sekunda	[1]
SMED	Single Minute Exchange of Dies	[-]
5S	Metoda používaná v TPS	[-]

Počet stran: 55

Počet příloh: 5

Počet obrázků: 20

Počet grafů: 6

Počet tabulek: 14

Počet schémat: 3

Počet volných příloh: 1xCD

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Teoretická část	11
2.1	Časový snímek pracovní směny.....	11
2.2	5S.....	11
	Seiri = setřídít	12
	Seiton = systematizovat	12
	Seiso = čistit.....	12
	Seiketsu = standardizovat	12
	Shitsuke = zlepšovat se	12
2.3	SMED.....	13
2.4	Paretovo pravidlo	15
2.5	CEZ	15
2.5.1	Výpočet hodnoty koeficientu.....	16
3	Analýza současného stavu	17
3.1	Představení firmy Seco Group a.s.....	17
3.2	Popis pracoviště	18
4	Měřitelné ukazatele.....	19
4.1	Popis sledovaných činností	20
4.2	Časový snímek pracovní směny.....	21
4.2.1	Seřizování	21
5	Analýza naměřených dat.....	22
5.1	Snímek směny	22
5.1.1	Vyhodnocení snímku pracovní směny pro stroj Q1	23
5.1.2	Vyhodnocení snímku pracovní směny pro stroj Q2	25
5.1.3	Výpočet CEZ	26
5.2	Seřízení.....	28
5.2.1	Analýza časových snímků seřízení.....	28
5.3	Zhodnocení současného stavu.....	30
6	Návrhy zlepšení	31
6.1	Zhodnocení současného stavu.....	31
6.2	Návrhy zlepšení.....	31
6.2.1	Varianta A.....	31

6.2.2	Varianta B	34
6.2.3	Varianta C	35
6.2.4	Celková vylepšení.....	36
6.3	Vyhodnocení inovací	37
6.3.1	Porovnání variant.....	37
6.4	Zhodnocení variant a návrhů na celkové zlepšení	38
6.4.1	Varianta A.....	38
6.4.2	Varianta B	39
6.4.3	Varianta C	39
6.4.4	Závěrečné porovnání variant	40
7	Standardizace	41
7.1	Návrh vizualizace na pracovišti	41
7.2	System předávání směny za běhu stroje.....	44
7.3	System kontrolování dodržování opatření	45
8	Závěr	47
	Seznam tabulek	48
	Seznam obrázků.....	48
	Seznam grafů	49
	Seznam schémat.....	49
	Seznam příloh	49
	Seznam použité literatury	50

1 Úvod

V současné době se všechny firmy musí potýkat s nedostatkem zákazníků a musí omezovat výrobu. Tyto potíže nutí firmy hledat možné úspory ve vlastních výrobních procesech. S těmito problémy se potýká i firma, ve které je tato práce vypracována. Navíc pro uspokojení poptávky zákazníků nestačí vyrábět pouze úzké spektrum výrobků v dlouhém času dodání, ale je nutné zákazníkovi poskytnout širokou paletu možností v co nejkratším možném termínu dodání. Tento stav klade vysoké nároky na výrobní část procesu.

Velikost výrobních dávek se musí zmenšovat, aby bylo možné pružně reagovat na požadavky zákazníka. Ruku v ruce se snižováním výrobních dávek jde i urychlování přechodu z jednoho výrobku na druhý, kde již není možné čekat hodiny, než se zařízení přestaví, ale je nutné tuto část procesu zkrátit na absolutně nejnižší možnou dobu. A právě na tuto problematiku je práce zaměřena.

Tato práce je rozdělena na dvě hlavní části a to na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se věnuje uvedení čtenáře do problematiky štíhlé výroby s vysvětlením použitých metod. V praktické části jsou umístěny výsledky měření s jejich detailní analýzou a návrhy zlepšení. Dále se v této části nachází návrh kontrolního systému pro kontrolu dodržování opatření.

Bakalářská práce se zabývá analýzou seřízení CNC soustruhů na vybraném pracovišti firmy Seco Group a.s. Cílem této práce je nalezení časových úspor při seřizování těchto strojů.

2 Teoretická část

Práce se v této části věnuje uvedení čtenáře do problematiky štíhlé výroby, jejich metod použitých v práci a celkový význam pro pracoviště, na které jsou aplikovány.

2.1 Časový snímek pracovní směny

Časový snímek pracovní směny se využívá k prvotnímu zjištění prostojů strojů nebo pracovníků na předem vybraném pracovišti. Tato metodika poskytuje prvotní data pro další metodiky Toyota Production Systém (dále jen jako TPS). Časový snímek pracovní směny je dobré po provedení vylepšení opakovat pro zjištění skutečného vylepšení.

Každý formulář pro provádění sledování (Obr. 1) musí být opatřen datem, kdy se sledování provádí, časovým úsekem sledování, směnou na které je monitorována a jménem pracovníka s dílem, který se zrovna vyrábí.

Datum	14.4.2014
Čas sledování	5:45 – 13:45
Směna	Ranní
Pracovník	Jiří Vošvrda
Díl	104058-0000

Obrázek 1 - Hlavička časového snímku pracovní směny

Po provedení potřebného počtu sledování se data vloží do počítače a vyhodnocující se dle potřeb. Toto vyhodnocení je ukázáno v kapitole 5.1.

2.2 5S

Tato metoda byla vyvinuta ve firmě Toyota jako součást TPS. Hlavním cílem 5S je maximálně zpřehlednit pracoviště a tím předejít dalším problémům ve výrobě jako například nekvalitě, chybám při seřizování, hledáním tedy eliminaci plýtvání. [5]

5S vychází z pěti japonských slov začínajících na S a to Seiry, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Posloupnost těchto částí je ukázán na obrázku 2.



Obrázek 2 - 5S

Na následujícím obrázku (Obr. 3) jsou stručně vysvětleny jednotlivé kroky. Tyto kroky jsou následně obsírněji vysvětleny. [1] [2] [3]

Japonsky	Anglicky	Česky	Akce
Seiri	sort	setřídít	Definovat položky, které jsou na pracovišti potřebné a které se musí z pracoviště odstranit
Seiton	straighten	systematizovat	definovat přesné místo věcí na pracovišti
Seiso	shine	čistit	Úklid pracoviště
Seiketsu	standardize	standardizovat	standardizace věcí na pracovišti
Shitsuke	sustain	zlepšovat se	audity a zlepšování systému 5S

Obrázek 3 - Kroky 5S

Seiri = setřídít

V tomto kroku je nutné ponechat na pracovišti jen potřebné věci v potřebném množství k výrobě aktuálního produktu a vytrídít zbytečné věci, které na pracovišti nemusí být a pouze zabírají místo. K tomuto slouží 5S kartičky, na které pracovník zapisuje datum použití vybavení, na které byly upevněny. [1] [2] [3]

Seiton = systematizovat

V této části se vytváří vhodné umístění pracovních pomůcek, v pořadí jakém je pracovník během pracovního procesu využívá. Takto umístěné pomůcky se viditelně označí, aby se i pracovníci z jiných oddělení na vybraném pracovišti orientovali. [1] [2] [3]

Seiso = čistit

Jak již napovídá překlad z japonštiny je hlavní náplní tohoto kroku úklid pracoviště a dodržování předepsaného pořádku. Zde se určují úklidové standardy pracoviště, tedy co kdy kdo a jak se bude uklízet. Tímto krokem se může snížit úrazovost na pracovišti a zároveň zvýšit zákaznickou důvěru ve firmu. [1] [2] [3]

Seiketsu = standardizovat

Při tomto kroku se vytváří standardy pracoviště. Tyto standardy se vytváří pro zajištění stejného pracovního postupu při vykonávaných činnostech na pracovišti. [1] [2] [3]

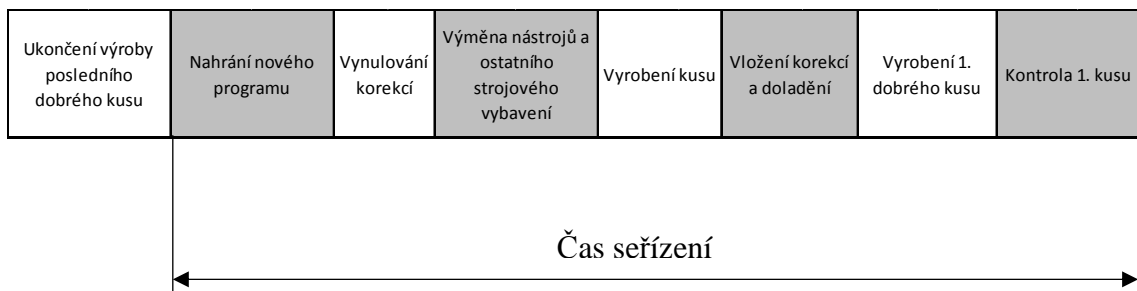
Shitsuke = zlepšovat se

V této části se udržuje stávající stav a také se tento stav zlepšuje. Pro udržení stávajícího stavu se provádí tzv. kontrolní audity. [1] [2] [3]

2.3 SMED

Jedná se o metodu z TPS, která je zaměřena na zkracování času seřizování strojů. Cílem této metody je snížit čas seřízení pod 10 minut a tím maximálně zvýšit flexibilitu pracoviště.[1][4]

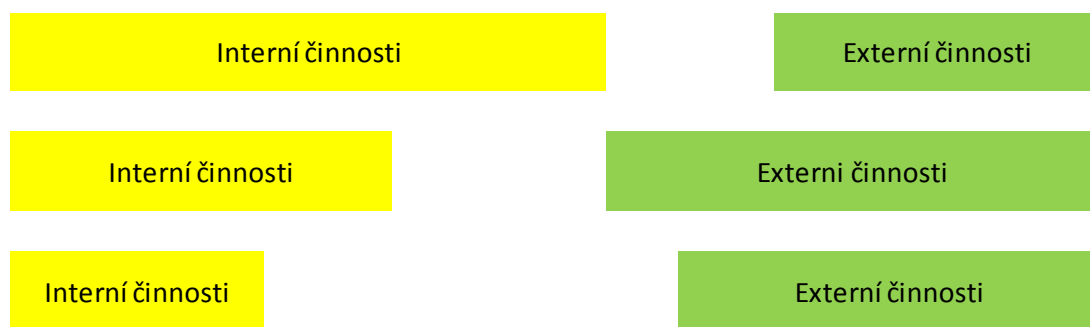
Čas seřizování je čas od vyrobení posledního kusu jedné zakázky do vyrobení prvního dobrého kusu jiné zakázky. V tomto času jsou zahrnuty veškeré výměny nástrojů, přípravků a dalších (Obr. 4).



Obrázek 4 - Čas seřízení

Rozlišujeme dva základní typy činností [5]:

- Interní: vykonávají se při zastavené výrobě a mají přímý vliv na délku seřízení, a proto se jejich časová náročnost snižuje.
- Externí: vykonávají se za běhu stroje. Do času seřízení se nezapočítávají.



Obrázek 5 - Rozdělení časů

Na obrázku 5 je zobrazen postup při aplikaci metody SMED. První krok spočívá v rozdělení činností na interní a externí. V druhém kroku se interní činnosti zkracují, nebo případně přesouvají na externí. Ve třetím kroku se interní a externí činnosti zkracují na nezbytně nutné minimum.

Metoda SMED se snaží změnit klasický přístup pracovníků k seřízení. Klasický přístup k seřízení:

- Veškeré činnosti se vykonávají interně.
- Každý pracovník seřizuje podle svého.
- Následující směna je nespokojená se seřízením a opravuje ho.

Zavádí se proto nový způsob seřízení:

- Vytřénovaní pracovníci vždy seřizují stejně s minimálním rozdílem času seřízení.
- Seřizuje se vždy stejně dle předem připraveného postupu a tím pádem je vždy stejný výsledek, který následující směna nemusí opravovat.

Rozeznáváme 6 hlavních technik jak snížit čas seřízení:

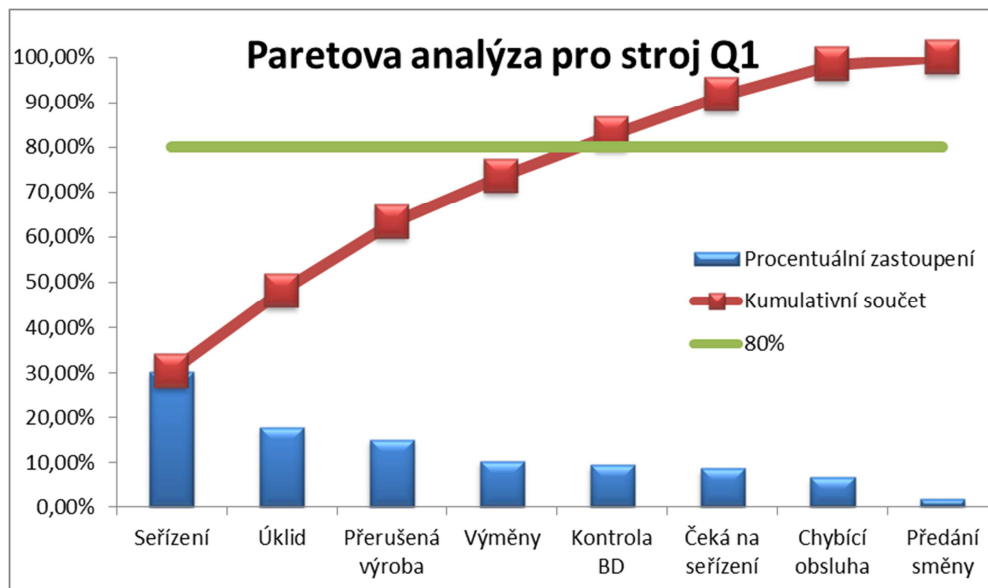
- Standardizace akcí externího přetypování.
- Standardizace strojů.
- Využití rychlých upínačů.
- Využití doplňkových nástrojů, které budou seřazeny v přípravku a s tímto jsou vloženy do stroje.
- Vytvořit multipersonální přetypovací skupiny.
- Automatizovat proces přetypování.

Hlavní přínos metody SMED je v maximálním snížení času seřízení stroje, čímž se zvýší flexibilita pracoviště. Dalším přínosem je snížení zmetkovitosti výrobků díky standardizaci pracovního postupu. Aplikace metody SMED eliminuje i plýtvání během seřízení jako je například hledání nástrojů, doprava nástrojů jako interní činnost, čekání na materiál a další. [1][2][4][6][7]

2.4 Paretovo pravidlo

Paretovo pravidlo definoval italský ekonom Vilfried Pareto. V podstatě toto pravidlo vyjadřuje poměr 80/20. Autor toto pravidlo definoval jako že 20% lidí vlastní 80% bohatství. Z tohoto principu vychází Paretova analýza (malá skupina problémů způsobuje většinu problémů na pracovišti)

Paretoův diagram vychází z Paretovy analýzy. Diagram (Obr. 6) identifikuje největší problémy na pracovišti v pořadí dle jejich náročnosti a tím určuje pořadí, ve kterém je nutné se na ně zaměřit. [2]



Obrázek 6 - Ukázka diagramu

2.5 CEZ

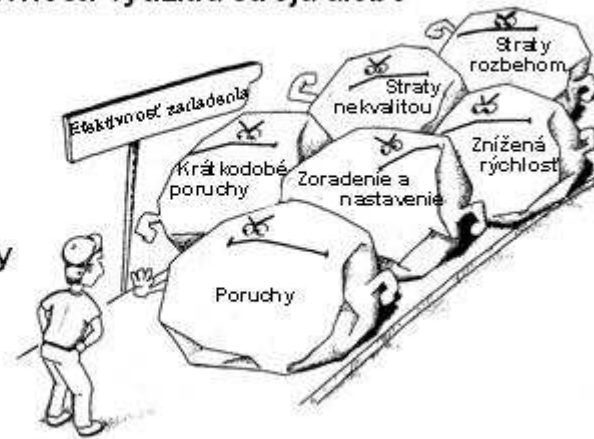
CEZ neboli Celková Efektivita Zařízení z angličtiny Overall Equipment Effectiveness = OEE

Kvantitativní ukazatel využití zařízení umístěného na pracovišti. Tento ukazatel zohledňuje oblast výkonu, dostupnosti a kvality. Konceptuálně vychází ze šesti hlavních ztrát na zařízení (Obr. 7). Tyto ztráty jsou hlavní příčinou nízké hodnoty koeficientu. Pro zvýšení hodnoty koeficientu se tyto ztráty musí identifikovat a následně eliminovat.

Hodnota koeficientu se běžně pohybuje mezi 30-60%. Světové firmy dosahují hodnoty koeficientu 85%. Při dosažení této hodnoty koeficientu 85% lze říct, že stroje pracují efektivně. [1] [7] [9]

- Overall Equipment Effectiveness - OEE
- ukazovateľ efektívnosti využitia stroja alebo zariadenia

- $CEZ = D * R * Q$
- D - dostupnosť
- R - rýchlosť
- Q - úroveň kvality



Obrázek 7 - Ztráty na zařízení [7]

2.5.1 Výpočet hodnoty koeficientu

Hodnota koeficientu se vypočítá ze vzorce: [7][8]

$$D \times V \times Q = CEZ \quad (1)$$

Tento koeficient se skládá ze třech složek dostupnosti, výkonu a kvality. Jednotlivé složky se určí z následujících rovnic (2-4)

- Dostupnost – poměr mezi výrobním časem a disponibilním časem.

$$D = \frac{\text{výrobní čas}}{\text{disponibilní čas}} \quad (2)$$

- Výkon – poměr mezi skutečně vyrobenými kusy a očekávaným množstvím vyrobených kusů.

$$V = \frac{(\text{Počet vyrobených kusů} \times \text{čas výroby jednoho kusu})}{\text{výrobní čas}} \quad (3)$$

- Kvalita – poměr vyrobených kusů, které splňují požadavky kvality a celkovým objemem výroby.

$$Q = \frac{\text{Dobré kusy}}{\text{Celkový počet kusů}} \quad (4)$$

3 Analýza současného stavu

Pro analýzu možností zlepšení je nutné zjistit, jaký je stávající stav pracoviště. Díky těmto datům posléze budeme moci porovnávat a vyhodnocovat navrhnutá zlepšení pomocí metod vysvětlených v teoretické části.

3.1 Představení firmy Seco Group a.s.

Firma Seco Group byla založena v roce 1878. Zpočátku vyráběli zahradnické nářadí a následně rozšířili sortiment o pluh, mlátičky a další zemědělské stroje.

Po revoluci přichází firma o velkou část odbytu, protože firma byla orientovaná na trhy RVHP. V polovině 90. let byla firma privatizována a název byl změněn na AGS Jičín. Firma se rozrůstá a v roce 2002 dochází ke spojení několika firem, název se mění na současnou podobu Seco Group a.s. Firma expanduje na zahraniční trhy a postupně se stabilizuje. V současné době je Seco Group středně velká firma, která je rozdělena do dvou výrobních divizí

Divize strojírna produkuje dvě základní řady techniky pod označením profi a domácí. V řadě profi firma nabízí modely Crossjet, Goliath (oba na Obr. 8) a v domácí Challenge (Obr 9). Společnými modely pro obě řady jsou stroje typu Starjet (Obr. 8) a Panther (Obr. 9), které se liší v úrovni výbav a výkonu pohonných jednotek.

V divizi slévárny jsou hlavním produktem vložené válce do motorů nákladních automobilů. [10]



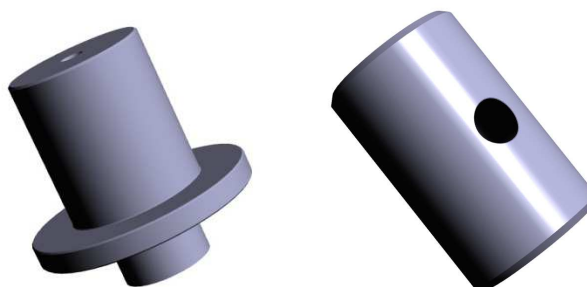
Obrázek 8 Starjet, Crossjet, Goliath [10]



Obrázek 9 - Panther, Challenge [10]

3.2 Popis pracoviště

Ve firmě Seco Group byla vyčleněna pro tuto bakalářskou práci výrobní buňka v divizi na středisku obrobny. Na tomto pracovišti se vyrábí díly (Obr. 10) pro zahradní techniku (např. návarky, hřídelky, kolíky a jiné).



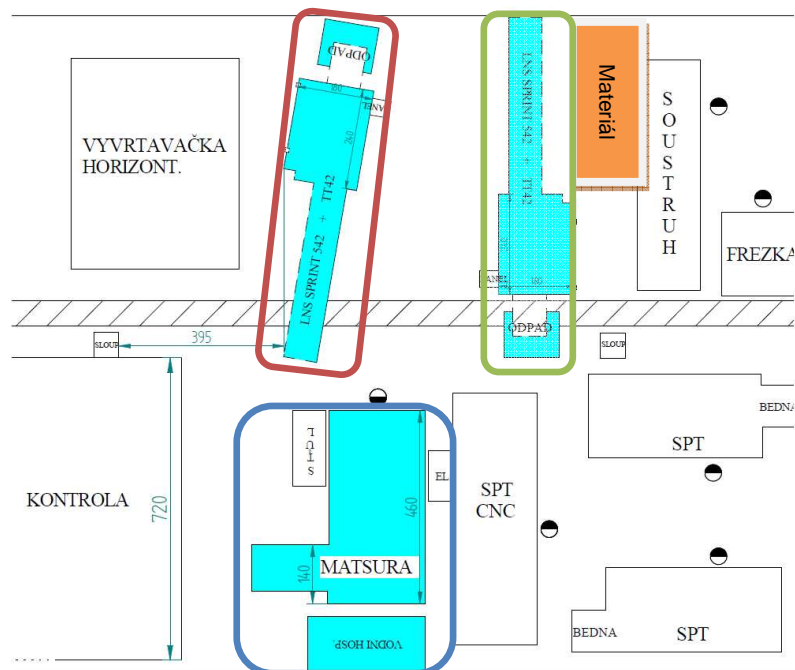
Obrázek 10 - Ukázka dílců vyráběných na pracovišti

Buňka je vybavena dvěma identickými CNC revolverovými soustruhy značky Quicktech TT42 (na Obr. 11, dále značeno Q1 a Q2) s podavači tyčí. Tyto dva stroje si obsluha sama seřizuje a obsluhuje. Buňka je vybavena ještě jednou CNC frézku značky Matsura (modře ohraničen na lay outu – Obr. 12), kterou obsluha pouze plní. Na stroji Q1(červeně ohraničen na lay outu – Obr. 12) se obrábí tyčovina do průměru

25mm a na stroji Q2 (zeleně ohraničen na lay out – Obr. 12) se obrábí od průměru 25mm do 45mm. Tyto díly se následně posílají do kooperací na povrchové úpravy nebo na další střediska k následnému zpracování.



Obrázek 11 - Stroj používaný na pracovišti



Obrázek 12- Lay out pracoviště

4 Měřitelné ukazatele

Měření bylo prováděno na pracovišti dle popisu v kapitole 3.3 vždy ranní směně a to po celou dobu směny tedy od 5:45 do 13:45 s pravidelnými přestávkami 8:35-8:45 a 11:45-12:15. Pro zjištění nedostatků a možností zlepšení jsem se rozhodl využít časový snímek pracovní směny, Paterovu analýzu. Hlavním ukazatelem splnění zadání však bude procentuální snížení času přestavby. Vedlejším ukazatelem zvýšení produktivity pracoviště bude CEZ kde při jeho rozložení do složek očekávám nárůst v dostupnosti.

Koeficient CEZ byl vybrán z důvodu jeho univerzálnost a pro snadné porovnání hodnot s ostatními firmami.

4.1 Popis sledovaných činností

Sledované činnosti lze rozdělit dle přínosu na:

- **Činnosti přidávající hodnotu**
 - Výroba – Stroj vyrábí výrobky.
- **Činnosti nepřidávající hodnotu**
 - Seřízení – Stroj nevyrábí, protože na něm probíhá změna druhu výroby.
 - Úklid – Stroj nevyrábí, probíhá jeho úklid.
 - Přerušená výroba – Stroj nevyrábí, protože pracovník je u jiného stroje.
 - Výměny – Stroj nevyrábí, protože probíhají výměny BD nebo nástrojů.
 - Kontrola břitových destiček – Stroj nevyrábí, protože pracovník kontroluje opotřebení břitových destiček (Dále v tabulkách jako Kontrola BD).
 - Čeká na seřízení – Stroj nevyrábí, protože pracovník seřizuje jiný stroj nebo jej neumí seřídít.
 - Chybící obsluha – Stroj nevyrábí, protože pracovník není na pracovišti.
 - Předání směny – Stroj nevyrábí, protože probíhá předání směny mezi pracovníky na pracovišti.

4.2 Časový snímek pracovní směny

V rámci časového snímku pracovní směny byly měřeny délky činností strojů, které byly zaznamenávány do níže uvedené tabulky (Tab. 1). Vždy byl zaznamenán začátek a konec dané činnosti. V případě nevýrobního času u stroje bylo zaznamenáváno, proč stroj v danou chvíli nevyráběl.

Pro lepší orientaci v naměřených datech je každá tabulka doplněna o záhlaví, jak je ukázáno níže (Tab. 1).

Tabulka 1 - Ukázka naměřené tabulky pro snímek pracovní směny

Datum	14.4.2014		
Čas sledování	5:45 – 13:45		
Směna	Ranní		
Pracovník	Jiří Vošvrda		
Díl	104058-0000		
OD [hod:min]	DO [hod:min]	Činnost - důvod prostoje	Délka [hod:min]
5:45	5:54	Přerušeno - kontrola po předchozí směně	0:09
5:54	6:23	Výroba	0:29
6:23	6:27	Dosažený počet kusů - kontrola	0:04
6:27	6:35	Výroba	0:08
13:00	13:40	Výroba	0:40
13:40	13:45	Předání směny	0:05
Celkový čas			8:00

4.2.1 Seřizování

Měření bylo prováděno stejným způsobem jako snímek dne přímým sledováním činností pracovníka. V tabulce (Tab. 2) je vidět, že byl zaznamenáván přesný čas začátku a konce činnosti, dále jaká činnost byla vykonávána a jestli byla vykonávána interně nebo externě dle metodiky SMED.

Jako u tabulky pro snímek směny je i tabulka pro seřizování doplněna záhlavím (viz. Tab. 2). V posledním sloupci této tabulky je doplněna délka činnosti. V posledním řádku se nachází součet délek činností respektive celkovou dobu seřízení stroje.

Tabulka 2 - Ukázka naměřené tabulky pro seřizování

Datum	15.4.2014			
Směna	Ranní			
Pracovník	Jiří Vošvrda			
Začátek seřízení	8:14:59			
Konec seřízení	11:06:10			
Z výrobku	104095-0000			
Na výrobek	101259-0000			
Od	Do	Činnost	Interní / Externí	Čas operace
[hod:min:sec]	[hod:min:sec]			[hod:min:sec]
7:31:14	7:32:34	Hledání nástrojů v programu	Externí	0:01:20
7:32:34	7:33:16	Hledání kleštin	Externí	0:00:42
8:14:59	8:17:38	Vyndání zbytku tyče	Interní	0:02:39
8:17:38	8:17:50	Vynulování korekcí	Interní	0:00:12
8:17:50	8:19:31	Vyndání zbytku tyče	Interní	0:01:41
8:19:31	8:20:21	Donos vložek	Interní	0:00:50
8:20:21	8:33:40	Výměna vložek podavače	Interní	0:13:19
8:33:40	8:35	Chybí obsluha	Interní	0:01:20
8:45	8:50:01	Chybí obsluha	Interní	0:05:01
8:50:01	8:52:30	Hledání materiálu	Interní	0:02:29
8:52:30	8:53:16	Odnos vložek	Interní	0:00:46
8:53:16	9:10:00	Hledání materiálu	Interní	0:16:44
9:10	10:20:00	Nastavení stroje a podavače tyčí	Interní	1:10:00
10:20	11:06:10	Korekce nastavení dle vyrobeného kusu	Interní	0:46:10
Celkový čas				2:43:13
Rozdíl oproti předepsanému času 1:20:00				1:23:13

5 Analýza naměřených dat

Pro vyhodnocení možností zlepšení je vhodné tuto analýzu rozdělit do dvou částí a to snímek směny a seřízení stroje.

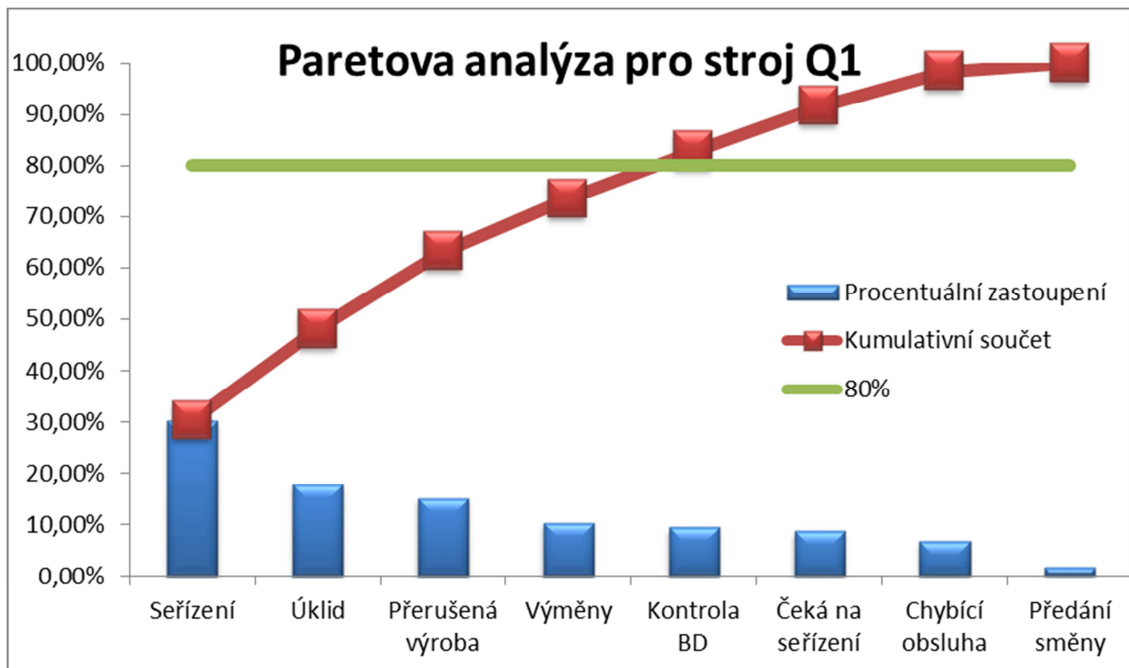
5.1 Snímek směny

Jako analýzu naměřených dat, tak i vyhodnocení snímku pracovní směny je rozdělena do třech částí, a to pro každý stroj zvlášť. Poslední kapitolou této podkapitoly je výpočet koeficientu CEZ pro současný stav.

V tabulkách v následujících dvou kapitolách (Tab. 3 a Tab. 4) je z celkového výčtu činností eliminován produktivní činnosti.

5.1.1 Vyhodnocení snímku pracovní směny pro stroj Q1

Pro zjištění možností zlepšení je využita Paretova analýza (Graf. 1).



Graf 1 - Paterova analýza pro Q1

Z grafu (Graf 2) je patrné, že procento zastoupení neproduktivních činností v procesu je 37,34%.



Graf 2 - Podíl produktivních a neproduktivních činností pro Q1

V následující tabulce (Tab. 3) je ve druhém sloupci detailní rozklad neproduktivních činností během pracovního procesu na pracovišti. Největší zastoupení je pro seřízení a to 30,26% z celkového zastoupení neproduktivních činností což dává 11,30% z celkového času když započítáme i produktivní časy.

Ve třetím sloupci tabulky (Tab. 3) je proveden kumulativní součet procentuálního zastoupení činností. Tento kumulativní součet je základem pro Paretovu analýzu a následující graf (Graf 1).

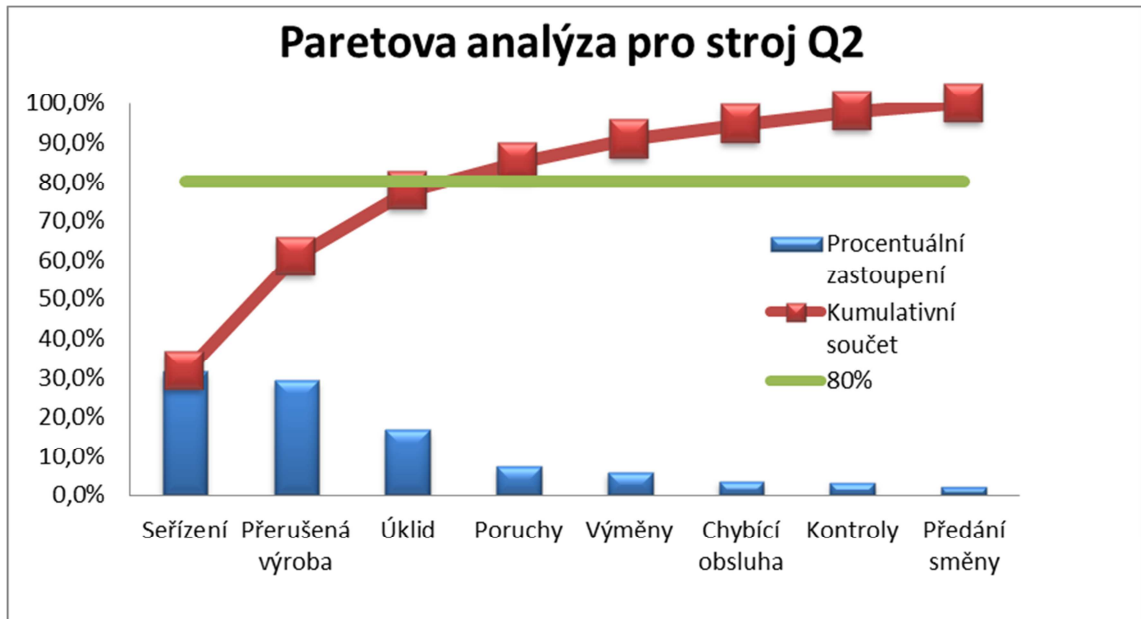
Tabulka 3 Kumulativní součet pro Q1

	Procentuální zastoupení [%]	Kumulativní součet [%]
Seřízení	30,26%	30,26%
Úklid	17,81%	48,08%
Přerušená výroba	15,08%	63,16%
Výměny	10,32%	73,48%
Kontrola BD	9,41%	82,89%
Čeká na seřízení	8,70%	91,60%
Chybící obsluha	6,68%	98,28%
Předání směny	1,72%	100,00%
Suma	100,00%	-

Při sestupném seřazení činností dle procentuálního zastoupení (Tab. 3) a následném zakreslení do grafu (Graf 2) nám vychází jako časově nejnáročnější činnost právě seřízení jak jsem se již výše zmínil. Následně jsou (dle metodiky Paretovy analýzy) činnosti k prozkoumání, ale tyto problémy již nejsou řešeny v této práci.

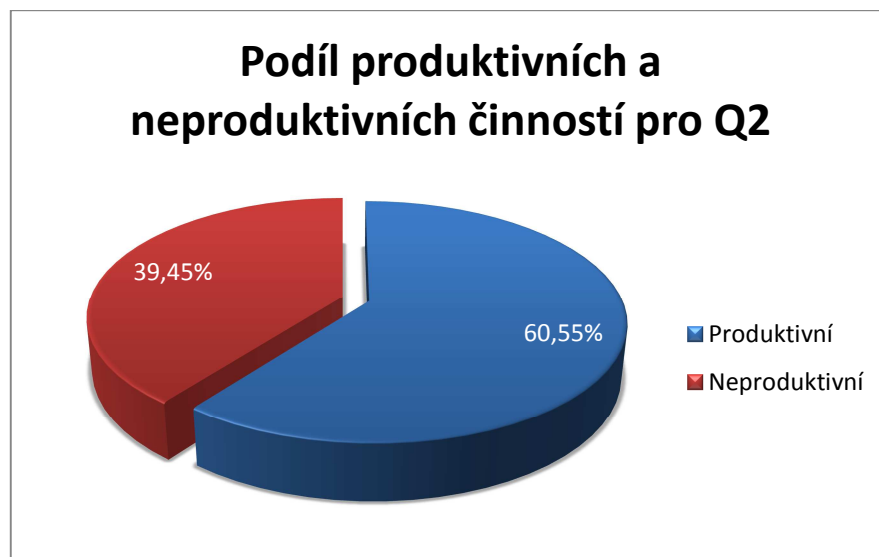
5.1.2 Vyhodnocení snímku pracovní směny pro stroj Q2

Pro zjištění možností zlepšení je využita Paretova analýza (Graf. 3).



Graf 3 - Paterova analýza pro Q2

U tohoto stroje je vyšší zastoupení činností nepřidávající hodnotu a to o 2,1% oproti stroji Q1. Tato skutečnost se potvrzuje v tabulce (Tab. 4) hlavní podíl na tomto má přerušeni výroby stroje. Navíc i u tohoto stroje je i vyšší zastoupení seřízení o 1,3%.



Graf 4 - Podíl produktivních a neproduktivních činností pro Q2

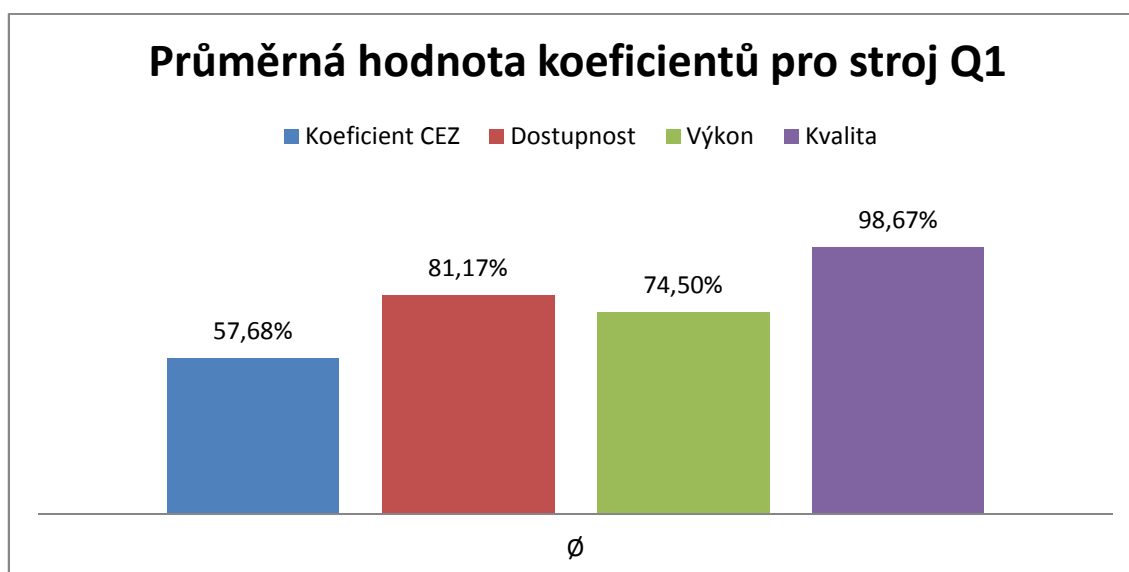
Jak u stroje Q1 tak i u Q2 vychází z Paretovy analýzy jako časově nejnáročnější seřízení. Takže volba zaměření této práce byla správná.

Tabulka 4 - Kumulativní součet pro Q2

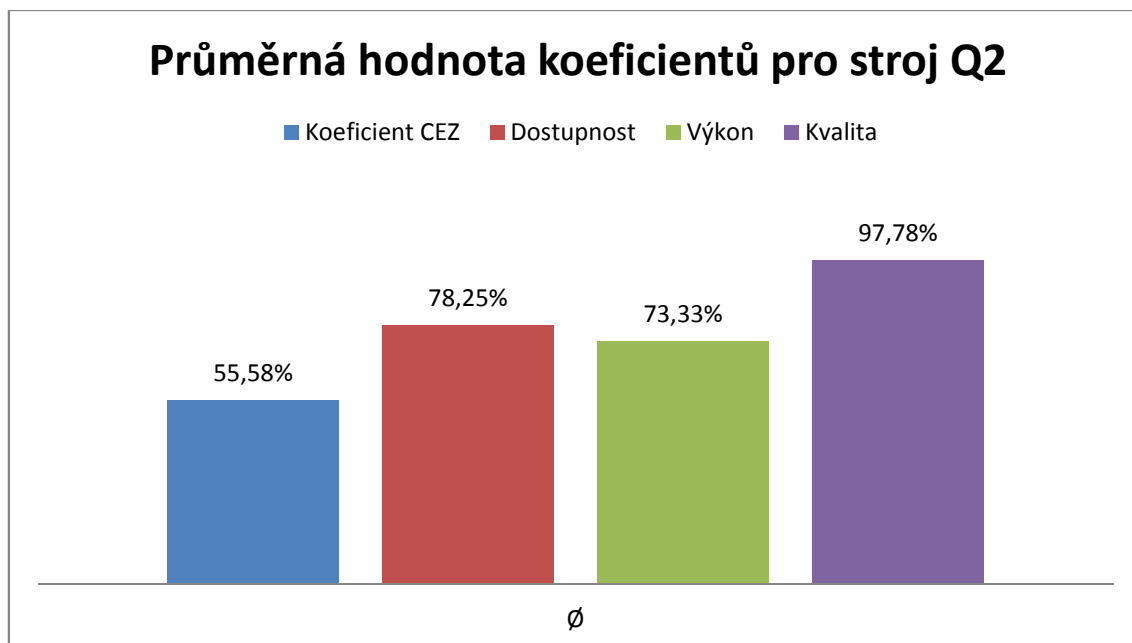
	Procentuální zastoupení [%]	Kumulativní součet [%]
Seřízení	31,54%	31,54%
Přerušená výroba	29,24%	60,79%
Úklid	16,87%	77,66%
Poruchy	7,29%	84,95%
Výměny	5,94%	90,89%
Chybící obsluha	3,64%	94,53%
Kontroly	3,36%	97,89%
Předání směny	2,11%	100,00%
Suma	100,00%	-

5.1.3 Výpočet CEZ

Jak bylo napsáno v teoretické části této práce, koeficient CEZ se skládá ze třech složek. A to dostupnost, výkon a kvalita. Vynásobením těchto hodnot získáme výslednou hodnotu koeficientu.



Graf 5 - Průměrná hodnota koeficientů pro stroj Q1



Graf 6 - Průměrná hodnota koeficientů pro stroj Q2

Tabulka 5 - Průměrné hodnoty koeficientů

Stroj	Q1	Q2
Koeficient CEZ	57,68%	55,58%
Dostupnost	81,17%	78,25%
Výkon	74,50%	73,33%
Kvalita	98,67%	97,78%

Jak je vidět z výše uvedených grafů (Graf 5 a 6) a tabulky (Tab. 5) tak nejvyšší podíl na snižování hodnoty koeficientu CEZ má část výkonu. Naopak se zatím nemusíme zabývat sekci kvality, protože tam nám do dokonalého výkonu stačí dotáhnout 2%, což v současné době není tolik podstatné. Navíc nám snižují procenta v kvalitě povětšinou seřizovací kusy, kterými obsluha odlaďuje program s korekcemi nastavení.

5.2 Seřízení

Seřízení standardně u těchto strojů probíhá bez využití externích činností, skoro všechny činnosti probíhají při zastaveném stroji.

5.2.1 Analýza časových snímků seřízení

Sledování seřizování bylo prováděno přímým sledováním pracovníka při práci. Ukázka naměřené tabulky (Tab. 2 a Tab. 7) je v následující části práce. Pro lepší orientaci byly činnosti rozděleny do čtyř základních skupin:

Tabulka 6 - Rozdělení činností

	E	Externí časy
	InE	Interní časy bez možnosti přesunu na externí
	IE	Interní časy s možností přesunu na externí
	IkElim	Interní časy k eliminaci

Mezi interní časy patří činnosti bez možnosti přesunu na externí například montáže nástrojů, kleštin vyhazovače. Také do této kategorie spadá i hledání programů, zarovnávání materiálu ve stroji a samotné projetí programu tzv. blok po bloku aby se případně odstranily chyby po TPV.

K interním časům s možností přesunu na externí časy patří veškerá hledání nástrojů, výkresů, materiálu atd. I tyto časy se dají zkrátit jak je vidět hned v následující tabulce tak hledání výkresů se dá zkrátit na úroveň délky trvání kolem 1 minuty.

Interní časy k eliminaci jsou ty časy, které z hlediska efektivity seřízení nemají žádný význam a jen zpomalují pracovníka v maximální rychlosti seřizování. Jsou to činnosti vykonávané opakovaně z důvodů nevyhovujících nástrojů, součástek stroje obsluhy jiných strojů na pracovišti.

Tabulka 7 - Ukázka naměřené tabulky pro seřizování

Datum	23.4.2014				
Směna	Ranní				
Pracovník	Michal Jiřina				
Začátek seřízení	7:04				
Konec seřízení	8:10				
Z výrobku	214521-0000				
Na výrobek	142789-0000				
Od	Do	Činnost	Interní / Externí		Čas operace
7:04	7:06:20	Doplnění materiálu	Interní	InE	0:02:20
7:06:20	7:07:01	Hledání programu	Interní	InE	0:00:41
7:07:01	7:08:45	Demontáž kleštiny na protivřeteně	Interní	InE	0:01:44
7:08:45	7:09:48	Hledání nové kleštiny	Interní	IE	0:01:03
7:09:48	7:10:00	Demontáž vyhadzovače	Interní	InE	0:00:12
7:10:00	7:11:58	Montáž kleštin a vyhadzovače	Interní	InE	0:01:58
7:11:58	7:13:37	Hledání frézy	Interní	IE	0:01:39
7:13:37	7:15:32	Montáž frézy	Interní	InE	0:01:55
7:15:32	7:18:46	Chybí obsluha	Interní	IkElim	0:03:14
7:18:46	7:19:24	Hledání jiné frézy	Interní	IkElim	0:00:38
7:19:24	7:21:40	Montáž nové frézy	Interní	IkElim	0:02:16
7:21:40	7:26:58	Kontrola programu a seřízení nástrojů	Interní	InE	0:05:18
7:26:58	7:29:18	Chybí obsluha	Interní	IkElim	0:02:20
7:29:18	7:31:35	Seřízení vyložení tyče	Interní	InE	0:02:17
7:31:35	7:33:11	Seřízení podavače	Interní	InE	0:01:36
7:33:11	7:42:23	Kontrola programu blok po bloku	Interní	InE	0:09:12
7:42:23	7:54:28	Odchod na záchod	Interní	IkElim	0:12:05
7:54:28	8:10:03	Seřízení dle vyrobeného kusu	Interní	InE	0:15:35
Celkový čas					1:06:03
Rozdíl oproti předepsanému času 1:20:00					0:13:57

Průměrná doba jednoho seřízení je 1 hodina 47 minut. Minimální doba seřízení byla 45 minut a maximální hodnota byla 2 hodiny. Z toho je patrné, že výkony pracovníků při seřizování jsou velice rozdílné v závislosti na náročnosti seřízení z jednoho typu výrobku na druhý. Také hraje velikou roli i zkušenosti pracovníka se seřizováním daného stroje. Nejrychleji seřídil pochopitelně nejzkušenější pracovník a nejpomaleji nový pracovník, který pochopitelně nemá dostatek zkušeností a může se snadno dostat do problémů se závěrečnými korekcemi. Navíc pokud jsou si tyto dva výrobky hodně podobny, tak se časem seřízení dostáváme pod povolenou dobu seřízení. A naopak pokud přecházíme z jednoduššího dílu na díl více složitý kdy je nutno vyměnit mnoho nástrojů, a navíc když se mění i průměr materiálu ze kterého se nový díl vyrábí, tak se musí vyměnit i pouzdra v podavači tyčí, což pracovníky pochopitelně zdržuje.

Z následující tabulky (Tab. 8) je patrné, že největší podíl na délce seřízení mají interní činnosti bez možnosti přesunu na externí. Nemalou část z doby seřízení zabírají také interní časy s možností přesunu a interní časy k eliminaci. Pouhým přesunutím a eliminací těchto dvou činností se dostáváme v průměru na 1:11:38. Při pohledu do tabulek výše (Tab. 2 a 7) zjišťujeme, že se i interní časy bez možnosti přesunu dají hodně zeštíhlovat například z tabulky (Tab. 7) poslední řádek nad zápatím tabulky. Obsluha 15 minut korigovala nastavení programu stroje.

Tabulka 8 - Zastoupení činností při seřizování

Typ činnosti	Průměrné zastoupení činností během seřizování	Délka [hod:min:sec]
Externí časy	1,16%	0:01:10
Interní časy bez možnosti přesunu na externí	70,83%	1:11:38
Interní časy s možností přesunu na externí	11,06%	0:11:11
Interní časy k eliminaci	16,95%	0:17:08

5.3 Zhodnocení současného stavu

Z detailního vyhodnocení současného stavu je patrné, že stávající stav je na úrovni průměrné české firmy při porovnání koeficientu CEZ. Po několika úpravách v následujících kapitolách můžeme odhadem dosáhnout hodnoty koeficientu o 10-15% vyššího. Při porovnání obou těchto strojů v parametru CEZ, tak je produktivnější stroj Q1 a to o 2,1%. Není to nijak markantní rozdíl, a proto dále budeme uvažovat, že jsou obě hodnoty na stejné úrovni.

Z analýzy časových snímků pracovní směny lze vyčíst, že volba zaměření této práce byla naprosto správná, protože seřízení zabírá nejvíce času, který by stroj mohl vyrábět. Poměry zastoupení produktivních činností s těmi neproduktivními je velice podobný, ale to neznamená, že je to dobře 37-39% neproduktivních činností za směnu je velice vysoký a měli bychom se ho snažit stáhnout na nejnižší minimum. Je také patrné, že na pracovišti není jen problém se seřizováním, ale toto již není předmětem této práce.

Seřízení strojů je na těchto strojích vysoce časově náročné, ale při detailnějším prozkoumání činností při seřizování lze nalézt časové úspory. Za současného stavu je tato činnost vykonávána velice chaoticky bez řádu, nebo pracovního postupu. Každý seřizovač si postupuje dle svého a tím pádem vznikají velké příležitosti k vytvoření chyby, což vede k dalšímu prodloužení seřízení.

6 Návrhy zlepšení

V následující kapitole se práce bude věnovat návrhům zlepšení na pracovišti, které jsou zaměřeny primárně na snížení časů přestavby a zvýšení hodnoty koeficientu CEZ.

6.1 Zhodnocení současného stavu

Současný stav pracoviště před zavedením úprav je z hlediska štíhlé výroby naprosto nevyhovující. Výrobní dávky se přerušují, nedodělávají. Obsluha odbíhá od seřízení stroje k jiným strojům a tím zbytečně zvyšuje čas seřízení. Při seřizování zbytečně dlouho hledá nástroje, výkresy ve vozíčku a materiál ve stojanu na tyčovinu.

6.2 Návrhy zlepšení

Pro snížení časů seřízení byly vypracovány tři různé varianty řešení výše nastavených problémů.

6.2.1 Varianta A

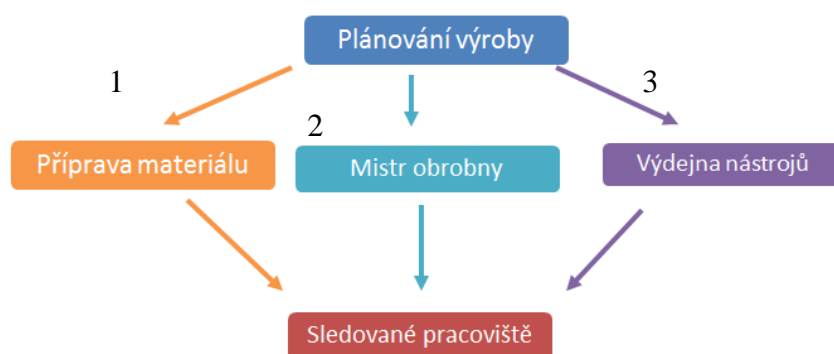


Schéma 1 - Varianta A

Tato varianta vylepšení sledovaného pracoviště se zaměřuje na eliminaci chyb, které vyvstávají z přehlédnutí, nepozornosti pracovníka.

Jak je následně popsáno, toto řešení pracoviště naprosto eliminuje lidský faktor u pracovníka a přenáší veškerou zodpovědnost za přípravu na ostatní pracoviště, která nejsou tak vytížená jako pracoviště sledované

Oranžová větev (větev 1)

Od plánování výroby dostane přípravná materiálu pokyn k vychystávání materiálu dle výrobního výkresu a dopraví jej vždy na 1 den dopředu i s časovou rezervou pro případ nepředvídatelných událostí. Navážení materiálu na pracoviště by mělo probíhat při ranní směně.

Navážená tyčovina bude vždy označena štítkem, na kterém bude napsáno, na jaký výrobní příkaz je tyčovina určena. Tímto se eliminují časové ztráty při hledání materiálu a použití nesprávného materiálu (Obr. 13).

Karta materiálu	
Výrobní příkaz:	
Průměr tyče:	
Druh materiálu:	
Množství:	

Obrázek 13 - Karta materiálu

Takto vyskladněná tyčovina se bude vždy zpracovávat v celém objemu, i kdyby to mělo znamenat vyrobení malého množství výrobků navíc oproti předepsané výrobní dávce. Tímto se zabrání hromadění zbylých kousků materiálů na pracovišti, ale i v oddělení přípravy materiálu.

Tato karta materiálu (Obr. 13) může být doplněna i o čárový kód, kterým by obsluha nahlašovala současně s tiskem identifikační karty bedny do systému, že daný materiál byl skutečně zpracován na tu výrobní dávku, na kterou byl určen. Tímto opatřením se zabrání použití jiného materiálu k výrobě než byl určen konstruktérem.

Modrá větev (větev 2)

V této větvi mistr dostane pokyn od plánování výroby a zajistí vytisknutí výrobního příkazu, který dostane pracovník na pracovišti. Elektronické posílání výrobních příkazů na pracoviště bohužel není možné, protože pracovník si při ukončování výrobní dávky musí vytisknout identifikační kartu bedny. Instalací tiskárny na pracoviště by si tento pracovník mohl vytisknout kartu, ale zrychlující efekt by to mělo jen nepatrný.

Fialová větev (větev 3)

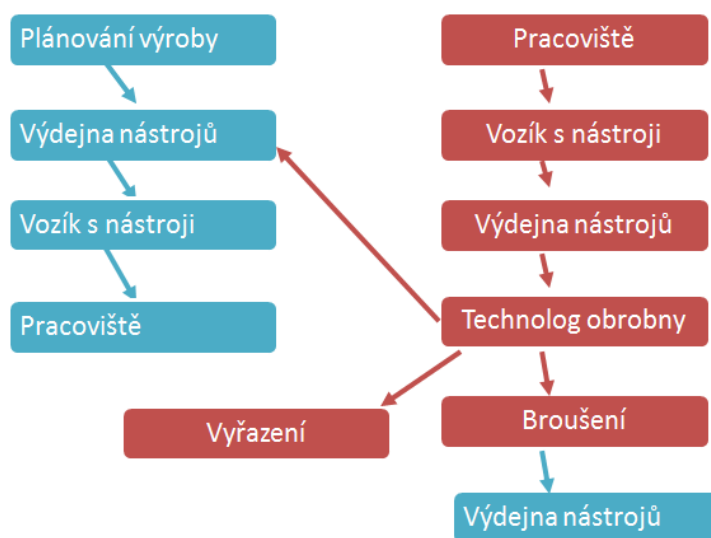
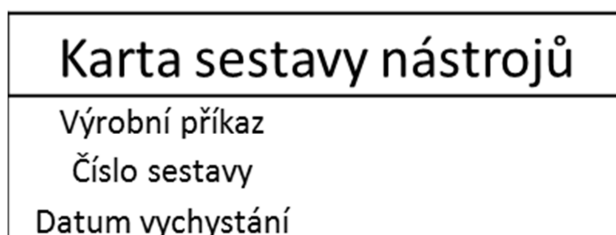


Schéma 2 - Detailní rozpracování pro větev 3

Jak je vidět ze schématu výše. Plánování výroby zadá vychystávací požadavek do výdejny nástrojů, kde připraví stejně jako v přípravně materiálu nástroje dle vychystávacího seznamu na jeden den plus časovou rezervu pro případ nepředvídatelných událostí. Nástroje urovná do krabičky, která bude viditelně označená, o jakou sestavu se jedná a pro jaký výrobní příkaz se jedná (Obr. O7). V této sestavě budou vydána i měřidla, jež jsou k tomuto dílu určena, vyjma standardního vybavení pracoviště tedy posuvky.



Obrázek 14 – Karta sestavy nástrojů

Takto připravené sestavy umístí na vozíček a odveze jej na pracoviště. Tyto krabičky vymění s již použitými sadami, které tam umístila obsluha. Takto naplněný vozík odveze zpět do výdejny nástrojů k posouzení životnosti jednotlivých nástrojů, ke kterým se bude v určitém časovém intervalu vyjadřovat technolog obrobny. Pokud jsou ještě použitelné, tak se vrátí zpět do regálů, z nichž personál připravuje krabičky. Pokud jsou již nepoužitelné tak se zašlou na broušení, nebo se vyřadí ze systému.

6.2.2 Varianta B

U této varianty zůstávají stejné jako u varianty A větve 1 a 2 ze Schématu 1. U větve 3 dochází však ke změně a to nahrazení klasické výdejny nástrojů výdejnou elektronickou. V této výdejně by se nacházely veškeré nástroje a břitové destičky, které jsou na dané pracoviště potřebné. Pro lepší orientaci obsluhy v potřebných nástrojích by se pracoviště muselo vybavit tabletem, který by byl vybaven aplikací na čtení čárových kódů a databází všech vyráběných výrobků s přesným seznamem všech nástrojů k tomu potřebných.

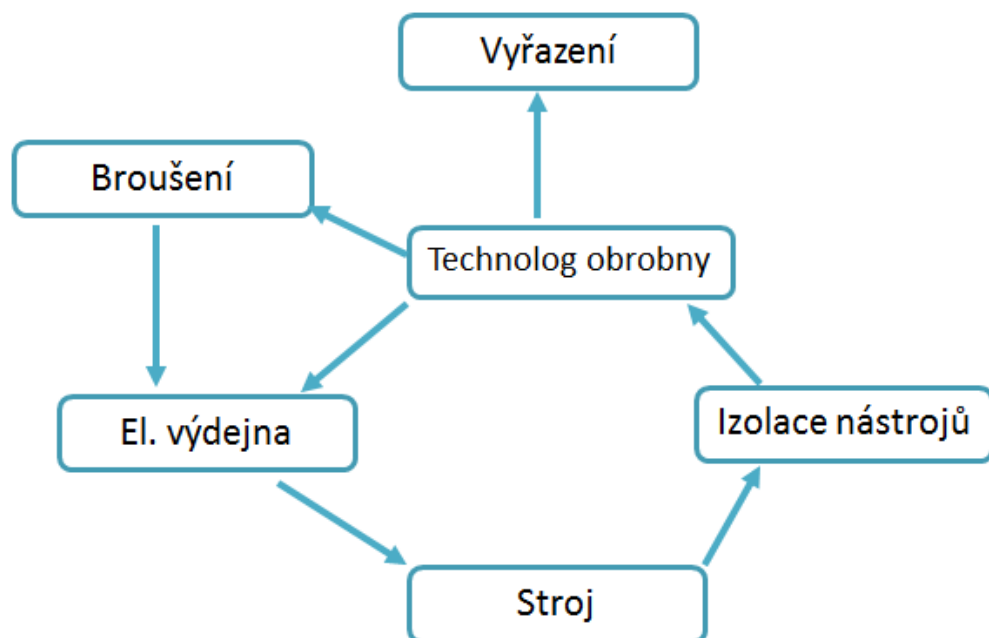


Schéma 3 - Rozpracování varianty B

Nástroje po vyjmutí ze stroje se umístí do izolační krabičky, tak aby nemohlo dojít k jejich opětovné montáži do stroje a tím pádem i vzniku chyby. Tato chyba by zbytečně buď prodloužila seřízení stroje, nebo by zapříčinila zastavení stroje během výroby a jeho opětovnou výměnu za nový. V pravidelných intervalech by si takto vyřazené nástroje vyzvedával technolog obrobny, který by určoval stupeň jejich opotřebení.

Takto umístěná elektronická výdejna by se dala využít i pro okolní pracoviště doplněním nástrojů i pro ostatní výrobní buňky. Samozřejmě že by se musela doplnit i databáze výrobků v tabletu.

6.2.3 Varianta C

Princip této varianty spočívá v setřídění všech nástrojů hlavně vrtáků do krabiček dle velikosti v jedné skřínce. Přičemž obsluha by si dle nástrojového listu v programu vzala ze skříňky vrtáky dle potřeby. Na obrázku 15 je ukázáno možné rozložení vrtáků ve skřínce na nástroje. Podobně jako vrtáky by se uspořádaly i ostatní potřebné nástroje na pracovišti čímž by se docílilo vyšší přehlednosti ve vybavení pracoviště a tím pádem by se i snížil čas seřízení stroje. Takto vytvořený standard pořádky se nafotí a vytvoří se standard pracoviště, podle kterého se bude dohlížet na pořádek na pracovišti, ale tomuto problému se práce věnuje v následující kapitole.



Obrázek 15 - Návrh rozložení vrtáků

Nástroje po demontáži ze stroje by se umísťovali do separační krabičky, aby se zabránilo opětovnému použití nástroje.

Zavážení materiálem a vytisknutí požadavků výroby zůstává stejné jako u varianty A a B.

6.2.4 Celková vylepšení

Je nutné zlepšit orientaci pracovníků ve skříňce na nářadí, kterou mají k dispozici ve skříňce. Při zběžném prohlédnutí bylo zjištěno vícenásobné zastoupení jednotlivých nářadí. Díky tomuto se získá lepší přehlednost ve vybavení a lepší přehled o tom, zda-li nechybí vybavení. K tomuto účelu je nutné vytvořit seznam nářadí, který by byl vylepen na boku skříňky spolu s vyfoceným standardem, kterému se bude věnovat další částí této práce.

Pro eliminaci opouštění pracoviště z důvodu chybějících měřidel je navrhováno vybavení pracoviště základní sadou měřidel a to posuvkou, vybavení pracoviště specifickými měřidly jako například různými kalibry je nepraktické. A to z důvodu vysoké ceny těchto měřidel a jejich potřebou na ostatních pracovištích. Lze uvažovat o pořízení jednoho mikrometru na pracoviště, ale tento typ měřidla není tolik využíván.

Pro nově příchozí pracovníky zajistit řádné školení, tak aby nedocházelo k ukončování výroby během směny jen proto, že obsluha nezvládá seřízení daného výrobku.

Je nutné lépe motivovat pracovníky k vyšší rychlosti seřizování finanční odměnou dle dohody mistra s vedením firmy. Takto motivovaný pracovník by se více snažil zrychlit seřízení různými vylepšeními. Navíc by bylo dobré motivovat pracovníky různými poukazy k vymýšlení zlepšovatelství návrhů, které by zlepšily produktivitu pracoviště.

Pro eliminaci činnosti hledání výkresů lze vybavit tyto dva stroje tablety, které by byly vybaveny aplikací na čtení čárových kódů. Tato aplikace by byla provázána s databází výkresů pro každý stroj zvlášť. Obsluha by při začátku seřízení načetla daný výkres pro výrobek a nemusela by vyhledávat ve štosu výkresů ten daný výkres. Tímto by se i zabránilo neaktuálnosti výkresu a současně eliminujeme možnost absence daného výkresu na pracovišti. Takto instalovaný tablet by se dal využít i pro hlášení poruch pro údržbu. Obsluha by nemusela odcházet k vzdálenému počítači, který je na kontrole, ale mohla by pružněji reagovat na nastalé situace. Tento systém lze využít i pro přivolání technologa při problémech s programem. Tento tablet by se dal využít pro snížení možností chyb při seřizování tím, že by se do něj nahrál i program, který by obsahoval kontrolní list. Program by pracovníkovi vždy ukázal, jestli na něco nezapomněl.

6.3 Vyhodnocení inovací

Pro lepší orientaci ve výhodách a nevýhodách jednotlivých variant bude vyhodnoceno v následující kapitole. V následující kapitole bude shrnut poměr cena/časová úspora. Každý návrh bude porovnáván se stávajícím stavem a následně pro zjednodušení ještě tyto zlepšovací návrhy budou porovnávány mezi sebou tak, aby se zjistil nejlepší poměr přidané hodnoty s náročností zavedení změn do praxe.

6.3.1 Porovnání variant

- Varianta A

Tato úprava pracoviště nám umožňuje perfektní přehled o četnosti použití jednotlivých nástrojů a jejich opotřebení během jedné výrobní dávky. Tím pádem může TPV vyhodnocovat jednotlivé dodavatele a nakupovat tak nejkvalitnější nástroje a břitové destičky. Také tímto omezíme lidský faktor na straně pracoviště, že nebude docházet k záměně vrtáků a dalších nástrojů což platí i o zásobování materiálem.

Sice nám tato varianta urychluje práci na pracovišti, ale přesouvá nám zatížení na personál výdejny.

Nevýhodou této varianty je, že když se sejdou dvě výrobní dávky s několika stejnými nástroji tak musí být dostatečná zásoba nástrojů ve výdejně, protože se musí vychystat nástroje zvlášť pro každou zakázku.

- Varianta B

Zde získáváme stejné výhody o přehledu nástrojů a břitových destiček jako u varianty A, ale oproti variantě A nepřesouváme pracovní zatížení na jiná pracoviště. A tento systém výdejny by mohl být přínosný i pro vedlejší pracoviště tím že by se výdejní automat doplnil i nástroji pro ně. Díky tomu získáme nejen přehled o použití nástrojů na tomto pracovišti ale i na ostatních pracovištích.

Nevýhodou této varianty je snížená odolnost proti chybám z důvodu lidského faktoru na pracovišti. Mírnou výhodou je, že nepřesouváme zatížení na jiná pracoviště. Tuto variantu mírně znevýhodňuje cenová náročnost zavedení, ale toto bude lépe ukázáno v následující kapitole.

- Varianta C

Jak bylo již zmíněno. Tato varianta je ze všech nejméně štíhlá. Při porovnání s variantou A nepřesouvá zatížení na ostatní pracoviště a není tak finančně náročná jako B. Nezáskáváme přehled nad tím, kdo tyto nástroje používá a jejich přesné umístění.

6.4 Zhodnocení variant a návrhů na celkové zlepšení

V této kapitole se práce bude věnovat finálnímu vyhodnocení variant z hlediska poměru cena/časové úspory. U všech navrhovaných variant je cena programového vybavení počítána jako 0 Kč. Je to z důvodu možného využití interního IT oddělení. U varianty B je cena navíc závislá na ceně elektronické výdejny.

6.4.1 Varianta A

Pro zavedení této varianty by pracoviště musely být dovybaveny o:

- Tiskárna štítků na materiál pro výdejnu materiálu.
- Krabičky na nástroje a 2 vozíky na výdejnu nástrojů.
- 2x tablet na stroje.
- 2x Creo viewer do tabletů.
- 2x program s kontrolním listem na seřizování a případně předávání směny.

Tabulka 9 - Dovybavení pracoviště pro variantu A

Tiskárna štítků	1ks	8000 Kč
Krabičky	20ks	800 Kč
Vozík	2ks	13000 Kč
Tablet	2ks	14000 Kč
Programy	4ks	-
Celkem	29ks	35800 Kč

Tímto vylepšením bychom získali tyto časové úspory:

Tabulka 10 - Časové úspory pro variantu A a B

Druh prostoje	Časová náročnost [min]	Finanční náročnost
Hledání nástrojů	12	127,60 Kč
Hledání výkresů	3	31,90 Kč
Hledání materiálu	6	63,80 Kč
Chyby z důvodu nepoužitelných nástrojů	7	74,43 Kč
Celkem	28	297,73 Kč

Návratnost této investice je přibližně za 20 dní, kdyby se 6x seřizovalo za den (na obou strojích dohromady).

6.4.2 Varianta B

Pro zavedení této varianty by pracoviště musely být dovybaveny o:

- Tiskárna štítků na materiál pro výdejnu materiálu.
- Elektronickou výdejnu nástrojů.
- 3x tablet.
- 2x Creo viewer do tabletů.
- 1x program pro elektronickou výdejnu.

Tabulka 11 - Dovybavení pracoviště pro variantu B

Tiskárna štítků	1	8000 Kč
El. Výdejna	1	-
Tablet	3	21000 Kč
Programy	3	-
Celkem	9	29 000 Kč

Tímto vylepšením bychom získali tyto časové úspory stejné jako u varianty A. Cena tohoto vylepšení je ale přímo závislá na ceně elektronické výdejny.

6.4.3 Varianta C

Pro zavedení této varianty by pracoviště musely být dovybaveny o:

- Tiskárna štítků na materiál pro výdejnu materiálu
- Větší skříň na nářadí
- 2x tablet
- 2x Creo viewer do tabletů.

Tabulka 12 - Dovybavení pracoviště pro variantu C

Tiskárna štítů	1	8000 Kč
Tablet	2	14000 Kč
Skříň	1	8000Kč
Programy	2	-
Celkem	4	30 000 Kč

Tímto vylepšením bychom získali tyto časové úspory:

Tabulka 13 - Časové úspory pro variantu C

Druh prostoje	Časová náročnost [min]	Finanční náročnost
Hledání nástrojů	9	95,70 Kč
Hledání výkresů	3	31,90 Kč
Hledání materiálu	6	63,80 Kč
Chyby z důvodu nepoužitelných nástrojů	7	74,43 Kč
Celkem	25	265,83 Kč

Návratnost této investice je přibližně za 19 dní, kdyby se 6x seřizovalo za den (na obou strojích dohromady).

6.4.4 Závěrečné porovnání variant

V této části se bude porovnat poměr cena/úspora času a také návratnosti investice do pracoviště. Tento poměr finančních úspor a velikosti investice je také velice důležitý, protože v kombinaci s poměrem cena/úspora času nám ukazuje nejlepší variantu zlepšení.

Tabulka 14 - Závěrečné porovnání variant

Varianta	Cena/úspora času	Návratnost
A	1279Kč	20 dní
B	1035Kč + podíl ceny výdejny	Nelze určit bez ceny výdejny
C	1200Kč	19 dní

Z výše uvedené tabulky (Tab. 14) je patrné, že varianta C je nejlevnější s nejkratší dobou návratu vložených finančních prostředků. Toto je sice dobré, ale když vezmeme v potaz i další faktory jako je odolnosti proti lidskému faktoru, tak je nejlepší variantou

vylepšení varianta A. Tato varianta snižuje čas seřízení o 28 minut, čímž se čas seřízení snižuje v průměru na 71 minut, což je v rozmezí povolené doby seřízení.

Tento čas seřízení nemusí být finální, může snižovat i nadále bez zásahů metodami průmyslového inženýrství. Pracovníci budou získávat větší praxi v seřízení a čas seřízení se může snížit o 10-15 minut.

Pracovník, který takto zrychlí seřízení stroje, bude využit u třetího stroje na pracovišti, kde se tím pádem také zvedne produkce.


7 Standardizace

Zavedení standardů pracoviště je nutné, ale bez zavedení kontrolních mechanismu je tento nový stav dlouhodobě neudržitelný tím pádem je bezpodmínečně nutné tyto mechanismy vytvořit a správně implementovat do všech činností na pracovišti. Tyto kontrolní mechanismy jsou bohužel neproveditelné a nekontrolovatelné, protože není podle čeho kontrolovat, tím pádem se musí vytvořit vizualizace standardů.

7.1 Návrh vizualizace na pracovišti

Takto navrhovaná vizualizace bylo zmíněno je bezpodmínečně nutná. Tyto navrhované standardy jsou využitelné i na ostatních pracovištích firmy, tak aby byl vytvořen jednotný standard firmy.


V přílohách je umístěn navrhovaný standard pro formáty A4 na šířku a na výšku doplněný dále o standard pro seznam náradí umístěný na pracovišti ve formátu A4 na výšku.

2		Standard pracoviště		
Pracoviště:		Zodpovědná osoba:		
1				
Autor standardu:	3	Schválil:		Datum vytvoření:

Obrázek 16 - Standard pracoviště A4 na šířku

Na obrázku (Obr. 16) je vyfocen návrh standardu pracoviště. Pro lepší přehlednost a jednodušší vysvětlitelnost je rozdělen do 3 částí. Část 1 (na obrázku 16 označena oranžově) neboli centrální část je volná pro umístění fotek jak má pracoviště vypadat. Část 2 (na obrázku 16 označena modře) je věnována nadpisu, logu firmy hlavičce, ve které je zapsáno umístění standardu a určení zodpovědné osoby za udržení standardu. Ve 3. části (na obrázku 16 je označena fialově) jsou umístěna pole pro uvedení autora standardu a osoby, která jej schválila a datum vytvoření standardu.

Na dalším obrázku (Obr. 17) je vyfocen návrh standardu pracoviště ve formátu A4 na výšku.

Standard pracoviště			
Pracoviště:		Zodpovědná osoba:	
Autor standardu:	Schválil:	Datum:	

Obrázek 17 - Standard pracoviště A4 na výšku

Je úplně stejný jako ve formátu A4 na šířku akorát s rozdílnými rozměry jednotlivých kolonek. Jinak je ve stejném stylu pro zachování jednotného vzhledu.

Takto vytvořený standard lze umísťovat na místa, kde se nám již nevejde v jiném formátu, nebo je použití formátu A4 na šířku kontraproduktivní. Tímto způsobem lze lépe kombinovat se seznamem nářadí, umístěným na pracovišti.

Pro udržení jednotného vzhledu standardů na pracovišti byl vytvořen i seznam nářadí umístěných na pracovišti (Obr. 18). Do střední části formuláře se budou umísťovat tabulky se seznamem nářadí.

Seznam nářadí na pracovišti		eco	
Pracoviště:		Zodpovědná osoba:	
Autor seznamu:		Schválil:	
		Datum:	

Obrázek 18 - Seznam nářadí umístěných na pracovišti

Při kontrolním auditu se takto vytvořená tabulka využije k rychlejší kontrole absence nářadí. Toto lze využít i při předávání směny za běhu stroje.

7.2 *System předávání směny za běhu stroje*

Pro předávání směny za běhu stroje byly vypracovány dvě varianty řešení levnější a dražší.

Jednou variantou je umístění předávacího formuláře na pracoviště (Obr. 19).

Předávací formulář						eco	
Číslo formuláře						Datum platnosti	
	Datum	Pořádek	Nástroj	Díl ve výrobě	Stav na počítadle	Podpis	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
	Datum	Pořádek	Nástroj	Díl ve výrobě	Stav na počítadle	Podpis	
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Obrázek 19 - Předávací formulář

Obsluha zahajující pracovní směnu by si prohlédla pracoviště a do formuláře by zaznamenala, jestli jsou všechny věci na svém místě, je dodržen předepsaný pořádek na pracovišti, jaký díl se zrovna vyrábí a stav na počítadle vyrobených kusů. Tento seznam by umísťoval na pracoviště mistr, který by si jej u sebe uchovával vždy jeden až dva měsíce zpět z důvodu dohledatelnosti případných nedostatků při auditu. Návrh předávacího formuláře je umístěn v příloze této práce. Platnost tohoto formuláře bude vždy od pondělí předávky ranní - odpolední do předávky z nedělní noční směny na pondělní ranní směnu a to na 14 dní. Jak je vidět z ukázky je vypracován ve stejném stylu jako standardy pracoviště.


Druhou variantou je možnost využití umístěného tabletu, který jsem navrhoval ve variantách vylepšení, kde by byl vytvořen program na předávání směny. Do tohoto programu by obsluha vyplnila stejné údaje jako v první variantě. Výhodou tohoto řešení je jeho ekologická nenáročnost díky úspoře papíru. Takto vyplněné údaje by se zaznamenávaly do databáze ke které by měl přístup i mistr. Toto řešení je sice na zavedení dražší a složitější, ale je modernější a efektivnější, protože by se mohl formulář z předchozího řešení ztratit, ušpinit nebo zničit.

7.3 Systém kontrolování dodržování opatření

Jak bylo již zmíněno, jsou nám takto vytvořené standardy a nápravná opatření k ničemu bez zavedení kontrolních mechanismů. Tyto vytvořené mechanismy by měly udržet všechny části pracovního procesu zapojeného do sledovaného pracoviště stále v pozoru. Hlavní pozornost auditů by měla být zaměřena na dodržování 5S na pracovišti, případně na dodržování přestávek nebo bezdůvodného opouštění pracoviště. Četnost auditů by měla být minimálně jednou týdně s náhodnými přepadovými audity, na které by se nemohli pracovníci připravit.

O každém auditu bude sepsán protokol (Obr 20), ve kterém bude uveden předmět auditu případné závady a procentuální hodnocení. Systém strhávání procentuálního hodnocení by byl v kompetenci mistra obrobny.

Při nalezení závad na pracovišti se vyhodnotí daný audit a vyvodí se z něj důsledky pro osoby odpovědné za pochybení na pracovišti a vypracují se nápravná opatření, aby dále nedocházelo k těmto chybám. Protokol o provedeném auditu i s případnými nápravnými opatřeními by se uchovávali k dohledatelnosti a případnému zjištění nedodržování nápravných opatření.

Protokol o auditu			
Číslo protokolu		Datum auditu	
Předmět auditu			
Zhodnocení auditu			
			Hodnocení:
Auditor		Pracovník	

Obrázek 20 - Protokol o auditu

Jak je vidět z ukázky tak grafická úprava protokolu je stejná jako u standardů pracoviště nebo seznamu nářadí. Každý protokol musí být opatřen číslem např. A05/15 a datem kdy byl audit prováděn. Horní polovina protokolu je věnována předmětu auditu a spodní polovina jeho zhodnocení spolu s procentuální úspěšností. Dále je dole připraveno pole pro podpisy auditora a pracovníka. V poli pro zhodnocení auditu a případných nápravných opatření bude uvedeno i číslo protokolu nápravného opatření např. N04/15.

8 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala analýzou seřízení CNC soustruhu ve firmě Seco group a.s. na pracovišti obrobny. V teoretické části byl úvod do problematiky štíhlé výroby. Také zde byly vysvětleny metody použité v praktické části.

Praktická část byla věnována analýze současného stavu s výpočtem hodnoty koeficientu CEZ. Dále v této části byla aplikována metoda SMED a 5S. V závěru jsou umístěny návrhy zlepšení a standardizace.

Cílem této práce bylo nalezení časových úspor při seřizování CNC soustruhů. Byly navrženy 3 různé varianty vylepšení, které řeší vzniklé problémy. Z analýzy, která je uvedena v této práci vyplývá, že nejlepší je varianta A. Tato varianta snižuje čas seřízení z původních 107 minut na 79 minut a nejvíce snižuje vliv lidského faktoru na seřizování. Pro zavedení této varianty je nutné dokoupit vybavení za 35 800 Kč. Návratnost této investice při celkovém počtu šesti seřízení strojů za jeden den (3 směny) je 20 dní. Čas seřízení po implementaci vylepšení nemusí být konečný, může se snižovat v závislosti na zvyšující se praxi pracovníků.

Další navrhovanou variantou byla varianta B, která sice poskytuje stejnou časovou úsporu, ale je výrazně dražší (29 000Kč + cena výdejny). Poslední navrhovanou variantou byla varianta C. Tato varianta je ze všech předchozích variant nejlevnější s cenou 30 000Kč a návratností 19 dní, ale neposkytuje takovou ochranu před lidským faktorem jako ostatní varianty.

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Ukázka naměřené tabulky pro snímek pracovní směny	21
Tabulka 2 - Ukázka naměřené tabulky pro seřizování	22
Tabulka 3 Kumulativní součet pro Q1	24
Tabulka 4 - Kumulativní součet pro Q2	26
Tabulka 5 - Průměrné hodnoty koeficientů	27
Tabulka 6 - Rozdělení činností	28
Tabulka 7 - Ukázka naměřené tabulky pro seřizování	29
Tabulka 8 - Zastoupení činností při seřizování.....	30
Tabulka 9 - Dovybavení pracoviště pro variantu A.....	38
Tabulka 10 - Časové úspory pro variantu A a B.....	39
Tabulka 11 - Dovybavení pracoviště pro variantu B	39
Tabulka 12 - Dovybavení pracoviště pro variantu C	40
Tabulka 13 - Časové úspory pro variantu C	40
Tabulka 14 - Závěrečné porovnání variant	40

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Hlavička časového snímku pracovní směny	11
Obrázek 2 - 5S	11
Obrázek 3 - Kroky 5S	12
Obrázek 4 - Čas seřízení	13
Obrázek 5 - Rozdělení časů	13
Obrázek 6 - Ukázka diagramu	15
Obrázek 7 - Ztráty na zařízení [7].....	16
Obrázek 8 Starjet, Crossjet, Goliath [10].....	18
Obrázek 9 - Panther, Challenge [10]	18
Obrázek 10 - Ukázka dílců vyráběných na pracovišti	18
Obrázek 11 - Stroj používaný na pracovišti.....	19
Obrázek 12- Lay out pracoviště.....	19
Obrázek 13 - Karta materiálu.....	32
Obrázek 14 – Karta sestavy nástrojů	33
Obrázek 15 - Návrh rozložení vrtáků	35

Obrázek 16 - Standard pracoviště A4 na šířku	42
Obrázek 17 - Standard pracoviště A4 na výšku.....	43
Obrázek 18 - Seznam nářadí umístěných na pracovišti	44
Obrázek 19 - Předávací formulář.....	44
Obrázek 20 - Protokol o auditu.....	46

Seznam grafů

Graf 1 - Paterova analýza pro Q1	23
Graf 2 - Podíl produktivních a neproduktivních činností pro Q1	23
Graf 3 - Paterova analýza pro Q2	25
Graf 4 - Podíl produktivních a neproduktivních činností pro Q2.....	25
Graf 5 - Průměrná hodnota koeficientů pro stroj Q1	26
Graf 6 - Průměrná hodnota koeficientů pro stroj Q2.....	27

Seznam schémat

Schéma 1 - Varianta A.....	31
Schéma 2 - Detailní rozpracování pro větev 3.....	33
Schéma 3 - Rozpracování varianty B	34


Seznam příloh

Příloha 1 – Standard pracoviště A4 na šířku
Příloha 2 – Standard pracoviště A4 na výšku
Příloha 3 – Seznam nářadí na pracovišti
Příloha 4 – Předávací formulář
Příloha 5 – Protokol o auditu


Seznam použité literatury

- [1] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [2] [online]. [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68391.5s/>
- [3] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 80-902-2350-8.
- [4] [online]. [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
- [5] [online]. [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/smed>
- [6] [online]. [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=129>
- [7] [online]. [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oe/>
- [8] [online]. [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/CEZ-OEE.htm>
- [9] [online]. [cit. 2015-07-01]. Dostupné z: <http://www.secogroup.cz/>


Příloha 1

		<h1>Standard pracoviště</h1>	
Autor standardu:		Schválil:	Datum vytvoření:


Příloha 2

<h1>Standard pracoviště</h1>			
Pracoviště:		Zodpovědná osoba:	
Autor standardu:		Schválil:	Datum:


Příloha 3

Seznam nářadí na pracovišti			
Pracoviště:		Zodpovědná osoba:	
Autor seznamu:	Schválil:	Datum:	

Příloha 4

Předávací formulář							
Číslo formuláře						Datum platnosti	
	Datum	Pořádek	Nástroje	Díl ve výrobě	Stav na počítadle		Podpis
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
	Datum	Pořádek	Nástroje	Díl ve výrobě	Stav na počítadle		Podpis
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Příloha 5

Protokol o auditu			
Číslo protokolu		Datum auditu	
Předmět auditu			
Zhodnocení auditu			
		Hodnocení:	
Auditor	Pracovník		