Projekt zlepšení vybraných procesů ve firmě XY

Bc. Jan Hýža

Diplomová práce
2015

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Jan Hýža**
Osobní číslo:	**M13284**
Studijní program:	**N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor:	**Průmyslové inženýrství**
Forma studia:	**kombinovaná**
Téma práce:	**Projekt zlepšení vybraných procesů ve firmě XY**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- **Zpracujte literární rešerši dané problematiky a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.**

II. Praktická část

- **Proveďte analýzu současného stavu vybraných procesů ve společnosti XY.**
- **Na základě analýzy vyberte problematické procesy a navrhněte zlepšení.**
- **Vypracujte projekt zlepšení vybraných procesů firmy XY.**

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

FIŠER, Roman. Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 173 s. ISBN 978-80-247-5038-5.
HANZELKOVÁ, Alena. Business strategie: krok za krokem. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2013, xv, 159 s. ISBN 978-80-7400-455-1.
KOŠTURIAK, Ján; FROLÍK, Zbyněk. Štíhlý a inovativní podnik. Praha : Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
TUČEK, David a Roman ZÁMEČNÍK. Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi. Vyd. 1. Vo Zvolene: Technická univerzita vo Zvolene, 2007, 173 s., [30] s. příl. ISBN 978-80-228-1796-7.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Briš, CSc.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **16. února 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2015**

Ve Zlíně dne 16. února 2015

L.S.

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka

prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

……
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá tématem zlepšení vybraných výrobních procesů ve slévárně S+C Alfanametal v části zvané cídírna a řešením konkrétního problému úzkého místa na pracovišti tryskání. Cílem práce je zlepšit vybrané procesy tryskání a manipulace. Práce je rozdělena na část teoretickou, která obsahuje literární rešerši dané problematiky a na část praktickou. V praktické části je za pomocí procesní analýzy určen stávající stav v cídírně a navržen projekt vedoucí ke zlepšení. V rámci projektu byly použity průmyslová metoda workshopu a technika brainstormingu. Syntézou výstupů z provedených analýz a workshopu byl zpracován katalog opatření pro zlepšení procesu tryskání, jehož součástí je proces manipulace. Projekt obsahuje návrh na technickou úpravu tryskacího stroje pro zvýšení efektivity výrobního procesu. Projekt byl schválen managementem pro realizaci.

Klíčová slova: tryskání, efektivita, zlepšování, výkon, workshop, proces, procesní analýza, DMAIC.

ABSTRACT

The thesis deals with the improvement of selected manufacturing processes in the finishing part of the foundry S + C ALFANAMETAL and the solution to specific problem of the bottleneck in the blasting workplace. The aim of the thesis is to improve selected blasting and handling processes. The thesis is divided into a theoretical part and a practical part. The theoretical part includes literature review of the selected issue. In the practical part, the current status of the finishing part by using process analysis is determined and proposed is the project to improve the process. In the project part, there were used industrial methods, like workshop and brainstorming. By synthesis of the outputs from the analysis and workshop was elaborated a proceeding catalog for the improvement of the blasting process, including the handling process. The project includes the proposal for technical adjustment of the blasting machine leading to an increase of efficiency of the production process. The project was approved by the management for implementation.

Keywords: shotblasting, efficiency, improving, performance, workshop, process, process analysis, DMAIC.

Na tomto místě chci vyjádřit svoje poděkování všem, kteří mi byli oporou při psaní diplomové práce i při mých studiích. Velké díky patří mojí rodině, mým přátelům a zejména mojí přítelkyni za velkou podporu a trpělivost.

Panu doc. Ing. Petru Brišovi, CSc. děkuji za vstřícnost, odborné vedení, konzultace a podporu zejména při řešení konkrétních problémů v podnikové praxi.

Děkuji také panu Ing. Liboru Zemánkovi, jednateli firmy S+C Alfanametal s.r.o., koncern a celému projekčnímu týmu za velmi dobrou spolupráci.

OBSAH

OBSAH **7**
ÚVOD **10**
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE **11**
TEORETICKÁ ČÁST **13**
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ **14**
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY A PŘÍSTUPY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ **14**
1.2 PRODUKTIVITA A EFEKTIVITA **15**
1.2.1 PRODUKTIVITA 16
1.2.2 EFEKTIVITA 16
1.3 PLÝTVÁNÍ A JEHO ELIMINACE **18**
2 PROCESNÍ PŘÍSTUP **21**
2.1 VYMEZENÍ POJMU PROCES **21**
2.2 ČLENĚNÍ PROCESŮ **22**
3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ **24**
3.1 DMAIC **24**
3.2 PROCESNÍ ANALÝZA **27**
3.3 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE **28**
3.4 SMED **29**
3.5 SPAGHETTI DIAGRAM **31**
3.6 METODA 5S **31**
3.7 WORKSHOP **32**
3.8 BRAINSTORMING **34**
3.9 STANDARDIZACE A VIZUALIZACE **35**
PRAKTICKÁ ČÁST **37**
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI **38**
4.1 KONCERN SCHMIDT + CLEMENS GROUP **38**
4.1.1 HODNOTY FIRMY 38
4.1.2 VIZE FIRMY S+C 38
4.2 SPOLEČNOST S+C ALFANAMETAL TRŠICE **39**
4.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI **40**
4.4 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO **40**
4.4.1 ODLITKY Z NEREZOVÝCH SLITIN PRO PETROCHEMICKÝ PRŮMYSL 40
4.4.2 OCELOVÉ ODLITKY POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU ČERPADEL 41
4.4.3 SPECIÁLNÍ NEREZOVÉ SLITINY PRO VÝROBU VODNÍCH TURBÍN 41
4.4.4 OSTATNÍ ODLITKY VYRÁBĚNÉ V S+C ALFANAMETAL 42
4.5 VÝROBA VE FIRMĚ S+C ALFANAMETAL **42**

4.5.1 SLÉVÁRNA 42
4.5.2 CÍDÍRNA 44
5 ROZHODNUTÍ O VÝROBNÍM PROCESU KE ZLEPŠENÍ 46
5.1 POPIS SOUČASNÉHO STAVU PROCESŮ V CÍDÍRNĚ 46
5.2 PROBLEMATIKA TRYSKÁNÍ NEREZOVÝCH ODLITKŮ 48
5.3 POPIS ŘEŠENÉHO PROBLÉMU 48
5.3.1 ČASOVÁ NÁROČNOST OPERACÍ TRYSKÁNÍ 48
5.4 POSTUP PŘI ANALÝZE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU 49
6 ANALÝZA VYBRANÝCH VÝROBNÍCH PROCESŮ 50
6.1 PROCESNÍ ANALÝZA 50
6.2 POPIS PROCESU TRYSKÁNÍ A PROCESU MANIPULACE Z POHLEDU OBSLUHY STROJE 52
6.3 CHARAKTERISTIKA TRYSKACÍHO STROJE ILLINGEN 53
6.3.1 TRYSKACÍ KABINA 54
6.3.2 METACÍ JEDNOTKA 54
6.3.3 DOPRAVNÍ CESTY 54
6.3.4 REKUPERACE ABRAZIVA 55
6.3.5 FILTRAČNÍ ZAŘÍZENÍ. 55
6.4 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE OBSLUHY TRYSKACÍCH STROJŮ 55
6.4.1 FORMULÁŘ PRO ZÁZNAM SNÍMKU PRACOVNÍHO DNE 57
6.4.2 ANALÝZA SNÍMKU PRACOVNÍHO DNE 57
6.5 ANALÝZA INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ 61
6.6 ANALÝZA VYUŽITÍ STROJŮ 63
6.7 ANALÝZA VÝKONU STROJE ILLINGEN C 66
6.8 VÝPOČET KVALITY OTRYSKANÝCH ODLITKŮ STROJEM ILLINGEN C 68
6.9 5S MINIAUDIT PRACOVIŠTĚ TRYSKÁNÍ 68
6.10 SPAGHETTI DIAGRAM 70
6.11 ANALÝZA NÁKLADŮ NA TRYSKÁNÍ 70
7 SHRNUTÍ VYHODNOCENÍ ANALÝZ 73
7.1 PROCESNÍ ANALÝZA 73
7.2 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE 73
7.3 ANALÝZA VYUŽITÍ STROJŮ 74
7.4 ANALÝZA INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ 74
7.5 VYHODNOCENÍ SPAGHETTI DIAGRAMU 74
8 PROJEKT ZLEPŠENÍ PROCESU TRYSKÁNÍ A MANIPULACE 75
8.1 ZADÁNÍ A DEFINOVÁNÍ PROJEKTU 75
8.2 WORKSHOP 78
8.2.1 PŘÍPRAVA WORKSHOPU 78
8.2.2 PŘÍPRAVA ÚČASTNÍKŮ K WORKSHOPU: 79
8.2.3 PRŮBĚH WORKSHOPU 79
8.3 DOPLNĚNÝ HARMONOGRAM PROJEKTU 88

8.4 JEDNOTLIVÉ FÁZE PROJEKTU A JEJICH NÁKLADY 89
8.4.1 WORKSHOP - DEFINOVAT SOUČASNÝ STAV A PROBLÉM, MĚŘIT SOUČASNÝ STAV, V TÝMU ANALYZOVAT PROBLÉM 89
8.4.2 VYPRACOVÁNÍ TECHNICKÉHO REPORTU O STAVU STROJE - TECHNICKÉ ŘEŠENÍ 89
8.4.3 ZAJIŠTĚNÍ TESTU V JINÉ FIRMĚ - OVĚŘENÍ ŘEŠENÍ 90
8.4.4 NÁVRH KONSTRUKČNÍCH ÚPRAV STROJE 90
8.4.5 POPTÁVKOVÉ ŘÍZENÍ 91
8.4.6 VÝBĚR DODAVATELE 92
8.4.7 SMLOUVA O DÍLO 92
8.4.8 REALIZACE ÚPRAV STROJE 93
8.4.9 ZKUŠEBNÍ PROVOZ 93
8.4.10 ŠKOLENÍ OPERÁTORŮ 93
8.4.11 STANDARD PRACOVIŠTĚ A STANDARD ÚDRŽBY STROJE 94
8.4.12 ZAHÁJENÍ BĚŽNÝ PROVOZU 94
8.4.13 VYHODNOCENÍ PROJEKTU 95
8.5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU 95
8.5.1 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA TRYSKÁNÍ 2014 S PREDIKCÍ 2015 95
8.5.2 PROPOČET NÁVRATNOSTI PROJEKTU 98
8.5.3 PREDIKCE NOVÉHO STAVU PROCESŮ 98
8.6 SHRNUTÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI 100
ZÁVĚR 101
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 103
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 106
SEZNAM OBRÁZKŮ 107
SEZNAM TABULEK 109
SEZNAM PŘÍLOH 110

ÚVOD

Procesní řízení a související zlepšování procesů se stalo běžnou součástí strategických přístupů k řízení v mnoha velkých i malých společnostech. S ohledem na rostoucí konkurenci jsou podniky v situaci, kdy musí neustále hledat nové cesty, jak zlepšit produktivitu práce, kapitálu i technologií. Firemní manažeři se systematicky zabývají poznatky o chování současných procesů, své zkušenosti promítají do návrhů změn a zlepšení, od nichž očekávají, že podniku přinesou výrazný prospěch prostřednictvím spokojenosti zákazníků, zvýšeným podílem na trhu, stejně jako zlepšenými podmínkami hospodaření uvnitř společnosti. Využívání nástrojů pro zlepšování procesů a technik pro řešení problémů zvýší šanci na dosažení požadovaných výsledků.

Diplomová práce je zaměřena na řešení problému procesu tryskání ve firmě S+C Alfanametal s.r.o. Firma působí v odvětví slévárenství. Praxe českých i slovenských sléváren naskýtá mnohé příležitosti pro zlepšování. Naplněné sklady mezi operacemi a vysoký stav rozpracované výroby vypovídají o velikostech těchto příležitostí. Důkladnou analýzou procesů a zapojením lidského potenciálu s využitím synergického efektu můžeme dospět k vyřešení konkrétních problémů. To povede ke zvýšení konkurenceschopnosti a lepším ekonomickým výsledkům. Důležitější je ovšem sama cesta k udržitelnosti, a to chtít zlepšovat.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou část, která obsahuje literární rešerši řešené problematiky, a jsou zde formulována teoretická východiska pro zpracování praktické části. Druhou částí je část praktická, která se zabývá analýzou stávajících procesů ve firmě S+C Alfanametal. Pro zlepšení je na základě konzultace s managementem firmy vybrán proces tryskání, jehož nedílnou součástí je proces manipulace s odlitky. Je vypracován projekt, který je členěn dle metody DMAIC a jehož hlavním cílem je zlepšení procesu tryskání a manipulace. Pro dosažení cíle byl zvolen workshop a metoda brainstormingu, z něhož vyplynuly nutné změny ve výrobním procesu. Projektová část je zakončena propočtem nákladů a návratnosti projektu. Výsledkem diplomové práce je vypracování projektu pro zlepšení procesu tryskání.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Práce je zaměřena na zlepšování výrobních procesů. Téma je aktuální z důvodu útlumu tohoto odvětví. Slévárenství má v České republice dlouhou tradici a je na vysoké celosvětové úrovni. Česká republika má silnou znalostní i zkušenostní základnu a mnoho odborníků. Odvětví patří k energeticky náročným a vyžaduje značné náklady na udržení zvyšujících se podmínek na hygienu a životní prostředí. Právě z tohoto důvodu není snadné zvyšovat svoji konkurenceschopnost ve slévárenství a obstát v konkurenčním boji před levnými odlitky z východu. Cestou k udržení konkurenceschopnosti jsou právě inovace a zlepšování.

Hlavním cílem diplomové práce je zlepšení procesu tryskání, jehož nedílnou součástí je proces manipulace. Dílčím cílem je zvýšit efektivitu tryskání, snížit náklady na proces tryskání a zlepšit pracoviště tryskání. Tím bude dosaženo lepších podmínek pro práci ve firmě a přispěno k udržitelnosti firmy.

Diplomová práce je vypracována pro konkrétní provoz cídírny ve firmě S+C Alfanametal. Tato firma patří ke světové špičce v oblasti výroby speciálních nerezových slitin, používaných v petrochemickém průmyslu.

Spolupráce s firmou začala v roce 2014 a firma souhlasila s vypracováním projektu ke zlepšení procesu tryskání. Projekt je plánován na přelom roků 2014 a 2015 dle harmonogramu.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části. V teoretické části je použita metoda deskripce pro formulaci základních pojmů a vypracování teoretických východisek pro navazující praktickou část.

V praktické části je aplikována metoda analýzy pro rozbor stávajícího stavu procesu tryskání. Analyzován je tok jednoho kusu ve výrobní části cídírny za pomocí procesní analýzy. Dále je analyzována práce pracovníka na pracovišti s použitím empirické metody průmyslového inženýrství a to snímku pracovního dne. Pro určení externích a interních činností je použita analýza vyplývající z metody SMED. Náhled pohybů pracovníka po pracovišti je zaznačen průmyslovou metodou zvanou Spaghetti diagram. Miniauditem 5S je zjištěn stav pro zlepšení pracoviště tryskání. Syntéza provedených analýz vede k vypracování podkladu pro zpracování projektové části diplomové práce. Metodou použitou v této části je workshop. Při workshopu je využita technika brainstormingu, jejímž výstupem je vypraco-

vaný katalog opatření. Na základě tohoto katalogu je zpracován podrobný harmonogram pro realizaci projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Pojem průmyslové inženýrství je odvozen z anglického termínu „industrial engineering“. Toto označení se začíná v České republice využívat víceméně až po roce 1989, přestože se základní aktivity tohoto oboru prováděly i v minulosti. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 77-78)

Průmyslové inženýrství velmi nabylo v posledních letech na významu.

1.1 Základní pojmy a přístupy průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství představuje interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 79)

Dlabač a Pavelka (2011) vysvětlují, že průmyslové inženýrství se snaží o co nejefektivnější využívání podnikových zdrojů. Mezi stěžejní úkoly patří racionalizace, optimalizace a zlepšování výrobních i nevýrobních procesů.

Metody a techniky využívané v rámci průmyslového inženýrství lze rozdělit do čtyř skupin (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 80):

- plánování, navrhování a řízení (měření práce, výpočty týkající se kapacita, aj.),
- uplatňování lidského rozměru (ergonomie, projektování výrobních a servisních týmů),
- technologické aspekty (konstruování na výrobu nebo montáž),
- kvantitativní a kreativní metody (simulace procesů, průmyslová moderace).

Průmyslový inženýr se umí dívat z nadhledu a brát v potaz celkové řešení. Je svým způsobem i tlumočníkem, protože i specializovaný odborník s ním může diskutovat o tom, co zamýšlí. Průmyslový inženýr se nezabývá jen novými technologiemi a stroji, ale pracuji i s více či méně motivovanými a zručnými operátory. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 82)

Každý průmyslový inženýr sehrává určitou roli při výkonu své pracovní pozice. Jedná se o určitou oblast a náplň práce, kterou průmyslový inženýr vykonává, tedy vymezují jeho oblast působení. Jednotlivé role musí být mezi sebou vyvážené a synergické. Tyto role se mění v závislosti na organizaci a na očekávání managementu.

Role průmyslového inženýra (Debnár, 2011):

- architekt a stavitel – navrhovat pracoviště a procesy s cílem „nulových ztrát“,

- pozorovatel – sledovat a pozorovat procesy,
- realizátor „majáku“ – dávat zpětnou vazbu na proces,
- moderátor změn – realizovat workshopy a týmová setkání pro hledání řešení konkrétního problému,
- trenér – realizovat tréninky a školení s cílem budovat myslící podnik,
- podněcovatel – podněcovat změny, které jsou základem zlepšování procesů,
- inovační inženýr – koordinovat a moderovat tvorbu budoucího stavu produkčního systému,
- tvůrce standardů a vizualizace – tvořit standardy jako základní předpoklad zlepšování procesů.

V Japonsku nemají svého průmyslového inženýra, ale Kaizen Managera, jak uvádí Debnar (2009). Kaizen Manager je pro Japonce hlavně partnerem s mnoholetými zkušenostmi, kterého si ve firmě opravdu vychovají a váží si ho.

V zásadě existují dva základní přístupy k průmyslovému inženýrství (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 86):

- klasické průmyslové inženýrství,
- moderní průmyslové inženýrství.

Rozdíl mezi těmito metodami vidí Mašín a Vytlačil (1996, 86) v orientaci klasického průmyslového inženýrství převážně na exaktní metody, zatímco moderní průmyslové inženýrství více reflektuje potřeby socio-technických systému a dynamického obchodního prostředí.

1.2 Produktivita a efektivita

Produktivita je míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktu. Jejím nejobecnějším vyjádřením je poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu. Efektivita představuje poměr mezi aktuálním výstupem a standardním výstupem vyjádřený v procentech. (Mašín, 2005, s. 22,64)

Dodržet požadavky na kvalitu a přitom dosáhnout vyšší efektivity nebo výkonnosti není jednoduché, jak podotýká Svozilová (2011, s. 31).

1.2.1 Produktivita

Produktivita a její zvyšování je jedním z důležitých úkolů managementu. Jak uvádí Synek (2011, s. 271-273) vyšší produktivita přináší růst zisku, což vede ke zvýšenému uspokojení vlastníků, zaměstnanců, rozvojových záměrů podniku i státu, aj.

Mašín a Vytlačil (1996, s. 19) výstižně uvádí, že zvyšování produktivity není jednorázovou akcí, ale pro dosažení úspěchu je nutné také počítat s osobním příkladem manažerů, poskytováním informací, zajištěním komunikačních kanálů a neustálou orientací na vzdělávání a i trénink všech pracovníků.

Obecně je produktivita poměr, který vyjadřuje následující matematický vztah:

$$(\text{Výrobní})\text{Produktivita} = \frac{(\text{Výrobní})\ \text{výstup}}{(\text{Výrobní})\ \text{vstup}}. \qquad (1)$$

Produktivita je přímo i nepřímo ovlivněná řadou faktorů a to jak v podniku, tak i mimo něj. Patří mezi ně:

- pracovní postupy a metody,
- kvalita strojního zařízení,
- využívání kapitálu,
- úroveň schopností pracovní síly,
- systém hodnocení a odměňování,
- úroveň metod průmyslového inženýrství,
- stav infrastruktury,
- stav národního hospodářství a ekonomiky. (Poláková a Bobák, 2013, s. 17-18)

1.2.2 Efektivita

Efektivní využívání strojů je jedním z ukazatelů stability procesů výrobních podniků. Znalost a analýza jednotlivých ztrát je základním předpokladem jejich odstranění. Institut průmyslového inženýrství využívá následující parametry:

- CEZ (*OEE*) – hodnotí velikost a poměr jednotlivých ztrát v poměru k plánovanému času chodu stroje,
- totální produktivita (*TEZ, TEEP*) – posuzuje efektivní využití stroje v absolutním smyslu (k 24 hodinám možného chodu stroje/den),

- čas cyklu stroje – identifikace ztráty spojená se stavem stroje. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 83)

CEZ je zkratkou pro tzv. „celkovou efektivnost zařízení (*Overall Equipment Effectiveness*). CEZ pomáhá systematicky zlepšovat procesy pomocí údajů, které lze rozdělit do několika kategorií. Kategoriemi pro nejčastější a nejdůležitější ztrátové doby produktivity výroby jsou využití, výkon stroje, kvalita stroje.

- *Využití* - uvádí, kolik procent doby náš stroj skutečně běží, když jej potřebujeme pro plánovanou výrobu. Jeho výpočet znázorňuje následující matematický vztah:

$$\text{Využití} = \frac{\text{využitelný čas} - \text{prostoje}}{\text{využitelný čas}}, \tag{2}$$

  kde prostoje zahrnují opravy, seřizování, nedostatek materiálu nebo pracovníků.

- *Výkon stroje* – jedná se o rozdíl mezi skutečnou rychlostí stroje, při které jsou produkovány výrobky a rychlostí projektovanou nebo plánovanou. Matematicky lze vyjádřit následovně:

$$\text{Výkon} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} \cdot t_p}{\text{využitelný čas} - \text{prostoje}}, \tag{3}$$

  kde t_p je plánovaný čas na výrobu 1 kusu.

- *Kvalita* – zachycuje stupeň kvality vyprodukovaných výrobků. Lze jej vypočítat:

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{vyrobené kusy} - \text{nestandardní kusy}}{\text{vyrobené kusy}}, \tag{4}$$

  kde nestandardní kusy jsou kusy vadné a zmetky. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 85-89):

Z výše uvedených parametrů lze poté dopočítat CEZ pomocí následující rovnice (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 85-89):

$$\text{CEZ} = \text{využití} \cdot \text{výkon} \cdot \text{kvalita} \tag{5}$$

Vztah mezi jednotlivými kategoriemi a ukazatelem CEZ je znázorněn na následujícím obrázku (Obr. 1)

Obr. 1 Celková efektivita zařízení – CEZ (vlastní zpracování podle Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84)

Faktory ovlivňující využití výrobního zařízení (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84-85):

- prostoje strojů a zařízení způsobeného výrobními příčinami,
- prostoje strojů a zařízení způsobené čerpáním času na odpočinek a osobní potřebu,
- prostoje strojů a zařízení v důsledku preventivní údržby, kterou nelze provádět za chodu,
- prostoje strojů a zařízení v důsledku poruch a vyvolání dalších závislých ztrát,
- prostoje strojů a zařízení v důsledku nutného přestavování a seřizování,
- prostoje strojů a zařízení v důsledku technologických poruch,
- nižší výkonnost strojů a zařízení v důsledku horšího technického stavu,
- počet zmetků vzniklých v důsledku chybného výrobního procesu, který je způsoben špatným monitorováním, špatně provedenou údržbou a nastavováním parametrů ovlivňujících způsobilost strojů a zařízení,
- počet neshodných výrobků (ztráta materiálu) vzniklých v důsledku náběhu zpravidla procesní výroby do stabilního stavu.

1.3 Plýtvání a jeho eliminace

V souvislosti s produktivitou je potřeba se zabývat i odstraněním zjevných zdrojů plýtvání. Mašín a Vytlačil (1996, s. 44) zahrnují pod pojem plýtvání vše, co nepřidává produktu hodnotu. Problémem při identifikaci není plýtvání zjevné, ale plýtvání skryté. Jedná se o činnosti, které je sice nutné vykonat, ale přitom by mohly být eliminovány zlepšením

pracovní metody nebo zlepšenou organizací. Patří zde činnosti jako výměna nástrojů, kontrola dílů, předávání nosičů informací, vybalování dílů, čekání na informace, aj.

Pro eliminaci plýtvání z podnikových procesů je třeba umět především toto plýtvání identifikovat a měřit. Základní metodou při zeštíhlování podniku je management toku hodnot. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

Příklad klasifikace nejčastějších sedmi druhů plýtvání je převzat z výrobního systému firmy Toyota (Ohno, 1998) a je doplněn o osmý druh autorů Mašín a Vytlačil (1996, s. 45):

- *čekání* – čekání na materiál, čekání na opravu stroje, pozorování stroje operátorem, aj.,
- *nadvýroba* – vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování a i dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které nebyly prodány,
- *nadbytečná manipulace a transport* – nejčastější druh plýtvání, který vzniká při nadměrné manipulaci s materiálem. Doprava je sice součástí výrobního procesu, ale nepřidává žádnou hodnotu. Plýtvání také vzniká při nevhodně rozmístěných pracovištích a meziskladech.
- *špatný pracovní postup* – může vyvolat potřebu dodatečné práce. Jedná se o dlouhé dráhy nástrojů před započetím vlastní operace, navržení špatného materiálu, nevhodná konstrukce výrobku nebo nástroje, aj.,
- *nadbytečné zásoby* – zásoby přináší dodatečné náklady na jejich udržování. Dalším problémem jsou i dlouhé časy výměn nástrojů, vadné výrobky či poruchy strojů, aj.,
- *zbytečné pohyby* – vyplývají z nepotřebných pohybů, které nejsou spojeny s přidáváním hodnoty pro výrobek, jsou neproduktivní,
- *chyby pracovníků* – zvyšují náklady dodatečnými činnostmi jako je opakování operace, uvolnění místa pro vadné produkty, demontáž, aj.,
- *plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi, znalostmi a talentem pracovníků*.

Plýtvání a nízká produktivita je velmi často způsobena tím, že se podniky nevěnují hledání optimální dispozice jednotlivých pracovišť, jak uvádí Vytlačil a Mašín (1999, s. 54).

Liker (2007, s. 54) uvádí, že výrobní proces se přezkoumává z pohledu zákazníka. Pro podnik je podstatné, co zákazník od procesu požaduje. Podnik může z pohledu zákazníka pozorovat proces a oddělit kroky přidávající hodnotu od těch, které hodnotu nepřidávají.

Mezi nástroje pro eliminaci plýtvání lze zařadit (Bobák, 2011, s. 55-56):

- úspora času při seřizování stroje,
- řešení problémů materiálových toků,
- layouty pracovišť,
- aplikace systému tahu (Kanban),
- dodavatelské vztahy založené na partnerství,
- zapojení všech zaměstnanců do procesů zlepšování.

2 PROCESNÍ PŘÍSTUP

Procesní přístup představuje základ všech podnikových činností. Šmída (2007, s. 30) tvrdí, že účelem procesního přístupu k řízení podniku je odkrýt procesy, které nepřidávají hodnotu a vytvářet infrastrukturu a podnikovou kulturu pro hladké vykonávání a neustálé zlepšování stávajících procesů a podle potřeby tvorbu a neustálé zlepšování nových procesů.

Procesní přístup je založen na předpokladu, že základním objektem řízení je popsaný, definovaný, strukturovaný, zdrojově a vstupy zabezpečený proces, který je uskutečňován pro konkrétního zákazníka a je stanoven jeho vlastník, jak uvádí Grasseová (2008, s. 5).

Zásadní roli u procesů hraje čas. Řepa (2012, s. 15) hovoří o posloupnosti činností, která je vykonávána v určitém čase. Hlavní důvody zájmu o podnikové procesy při řízení organizace vyplývá z potřeby pružně přizpůsobovat pracovní postupy novým možnostem, které přináší vývoj technologie. (Řepa, 2012, s. 17)

Procesní řízení tedy představuje systémy, postupy, metody a nástroje pro zajištění maximální výkonnosti a neustálého zlepšování podnikových procesů s cílem naplnit stanovené strategické cíle. (Šmída, 2007, s. 30)

Z výsledků výzkumu autorů Řepa a Zámečníková (2005, s. 11) vyplynuly další důvody pro zavedení procesního řízení. Jedná se zejména o kvalitu zvyšování služeb, zvyšování kvality výrobků, snižování nákladů, využití moderních technologií, zavedeni managementu kvality do organizace, snížení časové náročnosti procesů, snaha odhalit vlastní slabé stránky a tlak konkurence.

Fišer (2014, s. 38) doplňuje, že díky procesnímu řízení by se měla zvýšit schopnost firmy implementovat změny a tím zvýšit svoji konkurenceschopnost.

Efektivní fungování podniku vyžaduje řízení mnoha vzájemně propojených činností. Množina vzájemně propojených činností za účelem přeměny vstupů na výstupy za spotřeby zdrojů je považována dle Cienciala (2011, s. 28) za proces.

2.1 Vymezení pojmu proces

V odborné literatuře existuje celá řada definic pojmu proces. Grasseová (2008, s. 7) definuje proces jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které dávají přidanou hodnotu vstupům a přeměňují je na výstupy mající svého zákazníka.

Podobně i Šmída (2007, s. 29) vidí proces jako organizovanou skupinu vzájemně souvisejících činností, které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro zákazníka.

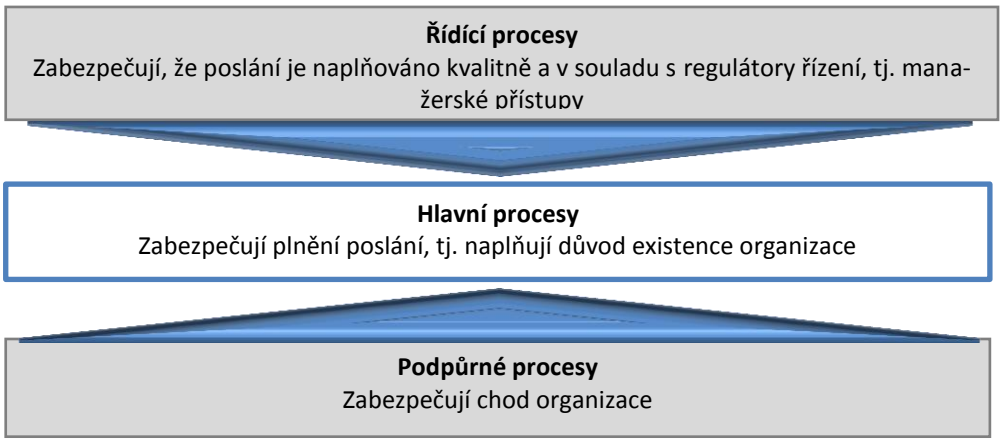
Weske (2007, s. 5) chápe pod pojmem proces uspořádání pracovních činností s jasně identifikovanými vstupy a výstupy.

Svozilová (2011, s. 14) doplňuje, že proces je série logicky souvisejících činností nebo úkolů, pomocí kterých je vytvořen předem definovaný soubor výsledků.

2.2 Členění procesů

Procesy lze členit z různých hledisek. Nejčastěji je v odborné literatuře doporučeno je členit z hlediska důležitosti a účelu procesu. Toto členění umožňuje získat přehled o procesech z hlediska přidávání hodnoty pro zákazníky. Existují tři základní kategorie procesů:

- *Hlavní procesy* vytvářejí hodnotu v podobě výrobku či služby pro zákazníka. Tyto procesy zabezpečují splnění poslání organizace. Patří zde výzkum a vývoj, výroba a poskytování služeb, zákaznický servis. (Tuček a Zámečník, 2007, s. 16)
- *Řídící procesy* přímo navazují na procesy hlavní (plánování, tvorba, strategie). Zabezpečují rozvoj a řízení výkonu společnosti a zajišťují integritu a fungování organizace a tím vytvářejí podmínky pro fungování ostatních procesů.
- *Podpůrné procesy* zahrnují vše, co zabezpečuje samotný chod organizace. Zajišťují podmínky pro fungování ostatních procesů tím, že jim dodávají produkty, ale přitom nejsou součástí hlavních procesů. Příkladem podpůrných procesů jsou úklidové služby, bezpečnostní služby, administrativa, finanční účetnictví, aj. (Grasseová, 2008, s. 13-14)



Obr. 2 Základní členění procesu (Grasseová, 2008, s. 14)

Výstupy hlavních procesů jsou určeny pro externího zákazníka s cílem vytvářet pro něj hodnotu. Hlavní procesy jsou v každé společnosti specifické podle předmětu podnikání. U výrobního podniku se bude jednat o výrobní proces.

Výrobní proces

Výrobní procesy existují v každé oblasti podnikání. Tyto procesy je třeba správně vymezit a řídit na všech úrovních jak uvádí Hanzelková (2013, s. 23).

Výrobní proces představuje transformaci výrobních faktorů na zboží či službu. Mezi základní charakteristiky výrobního procesu patří (Keřkovský 2009, s. 7):

- stanovení výrobku nebo služby,
- množství a druhy výrobků nebo služeb,
- použité technologie a uspořádání výroby,
- schopnost reakce na poptávku a stabilita výroby.

Charakter výrobku, trhu, objem výroby, použité technologie a další faktory ovlivňují uspořádání a strukturu jednotlivých výrob. Podle Keřkovský (2009, s. 8) lze výrobní procesy rozdělit podle míry plynulosti výrobního procesu:

- *plynulá výroba*, kde není výrobní proces přerušován ani ve dnech pracovního klidu,
- *přerušovaná výroba*, kde je proces přerušován prvky netechnických procesů (doprava, upnutí, aj.)

Kavan (2002, s. 23) rozeznává typy výrob podle množství jejího výstupu:

- *projekt* – množina výrobních činností směřujících k dosažení unikátního výrobního cíle,
- *kusová výroba* – produkce určitého typu různých výrobků v malých množstvích,
- *sériová výroba* – produkce jednoho nebo několika podobných produktů,
- *hromadná výroba* – velký počet jednoho nebo málo druhů výrobků s vysokou mírou opakovatelnosti.

3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Existuje mnoho nástrojů průmyslového inženýrství. Většinu z těchto nástrojů lze rozdělit do tří základních skupin. První tvoří nástroje modelování a optimalizace procesních toků, jež umožňují pochopit chování procesu a pomáhají při návrhu jeho zefektivnění. Druhá skupina zahrnuje nástroje statistických analýz pro analýzu nashromážděných dat. Třetí skupinu představují skupinové diskuze pro postupy pro generování a třídění námětů a nástrojů kvalitativních analýz. (Svozilová, 2011, s. 129)

Tuček a Bobák (2006, s. 108) zahrnují mezi metody průmyslového inženýrství:

- projektování a realizace výrobních buněk,
- simultánní inženýrství,
- TPM,
- SMED,
- Poka-Yoke,
- simulace výrobních systémů,
- program dynamického zlepšování procesů,
- systémy měření produktivity,
- projektování optimálních modelů pracovní doby,
- odměňování na základě výsledků, aj.

Současný stav aplikace metod průmyslového inženýrství na území České republiky zkoumali autoři Bobák, Pivodová a Poláková (2011, s. 21). Výsledky jejich výzkumu uvádí, že nejvyužívanějšími metodami jsou TPM, Kaizen, týmová práce a standardizace.

Pro potřeby této práce budou použity následující metody, které jsou více popsány a rozebrány.

3.1 DMAIC

Metoda DMAIC je nástrojem Six Sigma v oblasti řešení projektů. Jednotlivé etapy DMAIC mají své specifické cíle, které na jaké činnosti jsou jednotlivé kroky zaměřeny. Obsah a zaměření jednotlivých kroků shrnuje následující tabulka (Tab. 1).

Tab. 1 Cíle jednotlivých kroků DMAIC (Svozilová, 2011, s. 90)

Definování	Měření	Analýza	Zlepšování	Řízení
-Porozumění problému a kvantifikace cílů. -Vymezení rozsahu projektu. -Alokace zdrojů -Sestavení katalogu opatření -Ustanovení komunikačních potřeb -Definice rolí a odpovědnosti -Porozumění současnému procesu	-Shromáždění potenciálních problémů -Navržení plánu měření -Sestavení pracovních definic -Návrh nástrojů měření -Sběr a analýza dat -Stanovení vstupní základny měření	-Analýza naměřených údajů -Sestavení a ověření hypotéz -Hodnocení procesních odchylek -Stanovení příčin problémů -Kvantifikace příležitostí pro zlepšování procesu	-Sestavení návrhu řešení -Vypracování cílového procesního modelu -Formulace katalogu opatření -Identifikace možných rizik -Nákladové analýzy a testování -Sestavení implementačního plánu změn	-Implementace a předání řešení -Vypracování plánu řízení procesu -Sestavení nástrojů a identifikátorů řízení -Sledování a udržování výkonnosti -Předání do provozu -Sběr podkladů pro soustavné zlepšování

Fáze definování

Fáze definování je zaměřena na nalezení a pojmenování cílů zlepšovatelského projektu na základě požadavků zákazníků. Hlavním účelem této fáze je jasné vymezení problému, který bude řešen. Zadání proto musí být jasné a dostatečně podrobně popsáno. (Svozilová, 2011, s. 90)

Zpřesnění formulace problémů vyplývá z definování interních a externích zákazníků a jejich kritických požadavků. (Töpfer, 2008, s. 72)

Fáze měření procesů

Úkolem fáze měření je získání údajů o chování současného procesu s ohledem na zadání projektu. Měření se týká všech relevantních faktorů procesu. Je třeba navrhnout vhodný a spolehlivý měřící systém. Cílem je získat výchozí údaje o skutečném stavu, z nichž budeme schopni jasně kvantifikovat současnou výkonnost procesu. (Svozilová, 2011, s. 93-94)

Mezi hlavní nástroje fáze měření patří diagramy procesní toků, benchmarking, plány sběru, histogram, snímkování procesů, vzorkování, Paretova analýza, aj. (Töpfer, 2008, s. 73, 74; Svozilová, 2011, s. 95)

Fáze analýzy problémových jevů procesu

Úkolem analýzy je vyhodnotit nashromážděné údaje a pomocí grafických, matematických a statistických nástrojů zjistit příčiny způsobující rozdíl mezi současnou výkonností a cílovým stavem. Příkladem nástrojů pro identifikaci příčin problémů jsou skupinové diskuze, hloubkové analýzy, analýzy rozptylů a trendů, aj. (Svozilová, 2011, s. 96)

Fáze analýzy obsahuje úpravu a stanovení struktury naměřených údajů. Současně je provedena detailní analýza problémů a jejich souvislostí s naměřenými hodnotami. Další částí je rozpoznání výsledkových souvislostí mezi hlavními a vedlejšími problémy. Tato analýza může vycházet z Ishikawowa diagramu. (Töpfer, 2008, s. 73-74)

K navržení řešení s maximálním účinkem je třeba vybrat ty jevy a jejich příčiny, které se na nedostatcích podílejí nejvyšší měrou. Jako nejčastěji používané statistické metody lze uvést průměr, standardní odchylku, podíl počet závad v jednotce produkce. Pro vyhodnocení podstatných vlivů lze aplikovat také Paretův diagram, kapacitní a časové řady, výběry a vzorkování matematické analýzy, aj. Výsledkem by mělo být vyslovení závěru o identifikaci zdrojů odchylek, závislosti jevů a příčin a jejich kvantifikace. Lze použít metody korelační analýzy, matematické modely či simulace, aj. (Svozilová, 2011, s. 99)

Fáze zlepšování parametrů

Fáze zlepšování se zaměřuje na navrhování variant řešení pro problémová místa procesu a i výběr těch nejvhodnějších variant, které pomohou naplnit cíl zlepšovatelského procesu. Základem je provedená analýza příčin problémů a sestavený katalog opatření. Typickými nástroji této fáze je 5S, brainstorming, diagramy a maticové hodnotící systémy, analýza rizik projektu, aj. (Svozilová, 2011, s. 100-102)

Fáze řízení a kontroly

V poslední fázi je třeba zlepšený proces stabilizovat definovanými podnikovými řády a procedurami, které se promítnou v nových rozpočtech, motivačních systémech, operačních nařízeních, v tréninkových metodách a v dalších manažerských nástrojích. Výsledky projektu je třeba nejen implementovat, ale i zajistit, že budou udržovány. Metodami, které se v této fázi používají je předcházení problémů a zajištění procesů proti chybám. Další velmi používanou metodou je standardizace procesů formou dokumentace pracovních procedur. (Svozilová, 2011, s. 103-105)

3.2 Procesní analýza

Smyslem procesní analýzy je nalézt nedostatky v procesech a možnosti jejich zlepšení. Výchozím předpokladem pro analýzu je provedená identifikace a charakteristika procesů. Úroveň popisu procesu ovlivňuje volbu a použití metod procesní analýzy. Podle předmětu zkoumání lze analýzu rozdělit do několika oblastí. Jedná se o:

- *Analýza procesu a jeho vnitřní logiky* – primární typ analýzy procesu. Smyslem je zjistit, v čem je průběh procesu věcně nebo logicky špatný, tj. příčiny problémů v procesu.
- *Analýza variant procesů* – předmětem je zkoumání, zda proces probíhá v různých variantách, zda je účelně centralizován/decentralizován, jak proces využívá možné úspory z rozsahu a jak je využívána tzv. vnitřní nejlepší praxe.
- *Analýza přidané hodnoty* – cílem je odhalení příčin u činností a procesů, které nepřinášejí hodnotu.
- *Analýza očekávání zákazníků* – účelem je zjistit, jakou kvalitu produktu zákazník očekává. Nejdříve jsou stanoveny produkty a jejich parametry (kvalita, kvantita, cena, včasnost, aj) a poté je dotazován zákazník na jeho názor.
- *Analýza obsluhy* – sleduje se výkonnost a spokojenost obsluhy procesu pro možnost snížení vynaložených lidských zdrojů a dosažení úspor náklad spojených se spotřebou lidských zdrojů.
- *Organizační analýza* – cílem je zjištění, zda procesy mají odpovídající hodnotu (optimální organizační strukturu). Výsledky lze použít pro přípravu opatření ke zvýšení efektivnosti řízení průběhu procesů, což následně může vést ke snížení spotřeby lidské práce a dalších zdrojů.
- *Analýza prostorového přerušení* – smyslem je nalézt nežádoucí přerušení procesů a jejich příčiny.
- *Časová analýza procesů* – účelem je získat informace o zdržení v procesech. Analýza přispívá ke zkrácení průběžné doby procesu s jejími důsledky, snížení zásob v řetězci, snížení chyb, uvolnění kapacit, aj.
- *Analýza IS/IT* – cílem je zjistit, v jakém místě a proč není proces informačně propojen nebo rozdělen, a to systémově nebo datově. Výstup může být podkladem pro odstranění příčin nalezených nedostatků vedoucí ke zvýšení účinnosti a kvality procesů.

- *Analýza rizik* – účelem je nalézt činnosti a procesy s možným výskytem rizik a získat informace o rizicích, která mohou narušit či znemožnit průběh procesu, a zjistit příčinu rizik.
- *Nákladově užitkové analýzy* – procesní řízení se také zabývá příčinou a souvislostí se vznikem nákladů. Tato analýza zkoumá vztahy mezi kategoriemi náklady a užitky. Řešení vztahu mezi náklady a užitky může ukázat na řídící schopnosti manažera.

Pro každou takto zvolenou oblast se zjišťuje stav procesu, důležitost jednotlivých nedostatků a možnosti zlepšení. (Grasseová, 2008, s. 132-149)

3.3 Snímek pracovního dne

Pro vytvoření norem spotřeby práce jsou v praxi často aplikovány časové a pohybové studie, mezi které patří snímek pracovního dne, snímek operace, momentové pozorování, dvoustranné pozorování a pohybové studie. Přímé měření práce je metoda prováděná přímo na pracovišti v reálném čase, kdy se sleduje průběh práce. Jednou z metod přímého měření práce je snímek pracovního dne. Snímek pracovního dne představuje nepřetržitý záznam veškeré spotřeby času pracovníka během jeho směny. Předností metody je přesné zachycení činností pracovníka spolu s časy a tím získání podrobných informací o průběhu práce. Díky blízkému kontaktu s pracovníky může pozorovatel rozpoznat vybrané problémy přímo v procesech. V neprospěch u této metody hraje časová náročnost spolu s psychickým zatížením pozorovatele i pozorovaných. (Pavelka, 2009)

Pavelka (2009) uvádí několik bodů pro analýzu snímku pracovního dne (Obr. 3). Volba pracovníka i pracoviště vyplývá z podnětů firmy.

Obr. 3 Postup při analýze snímku pracovního dne (vlastní zpracování podle Pavelka, 2009*)*

Pavelka (2009) jmenuje jako hlavní cíl analýzy snímku pracovního dne:

- samotné zpracování snímku pracovního dne,
- zachycení, vyhodnocení času procesu bez přidané hodnoty (ztrátové časy),
- zhodnocení využití stroje,
- zmapování náběhu směny,
- sledování výkonu pracoviště během jedné pracovní hodiny.

Vedlejší cíle analýzy spatřuje Pavelka (2009) ve stanovení spotřeby času na jednotlivých krocích, definování účinnosti procesu a jeho rezerv, zhodnocení času změny produktů, zpracování mapy procesu, zachycení spaghetti diagramu, zhodnocení vhodnosti provádění procesu, analýza způsobu organizace práce, zachycení příčin výskytu vad či prověření systému údržby.

Údaje snímku pracovního dne lze podle Lhotský (2005) aplikovat pro:

- návrh opatření k vylepšení organizace práce,
- rozpoznání příčin nedostatečných výkonů,
- rozbor produktivních postupů,
- analýzu využití pracovníků a výrobních zařízení,
- vymezení normovaných hodnot časů,
- uvedení norem obsluhy.

3.4 SMED

Cílem metody SMED (*Singel Minute Exchange of Die*) je snižování přechodových časů. Přechodový čas je doba, která uplyne od ukončení výroby posledního kvalitního kusu ze zadané dávky až do doby, kdy se začíná opět vyrábět první kvalitní kus další dávky. Při výrobním procesu je třeba znát činnosti, které nepřidávají výrobku/službě hodnotu a snažit se je redukovat. (Tuček a Bobák, 2006, s. 118-119).

Při změně sortimentu výroby a s tím souvisejícího seřizování strojů dochází k plýtvání. Rozlišujeme plýtvání:

- plýtvání při přípravě na změnu (hledání nástrojů a pomůcek, dílů, aj.),
- plýtvání při montáži a demontáži (utahování šroubů s mnoha otáčkami, zbytečná chůze pro nástroje, aj.),

- plýtvání při seřizování a zkouškách (nastavení pracovních výšek, umisťování nástrojů podle oka, aj.),
- plýtvání při čekání na zahájení výroby (např. čekání na kontrolora kvality, aj.).

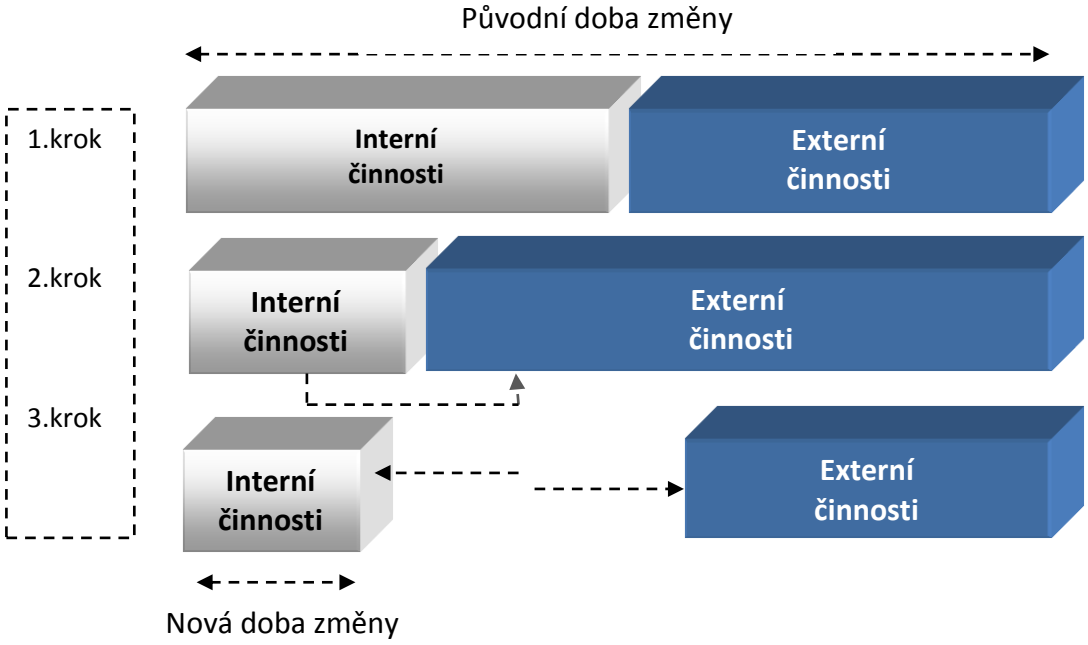
U přechodových časů jsou zásadní tyto údaje:

- *interní operace* – veškeré prováděné činnosti při vypnutí stroje,
- *externí operace* – veškeré prováděné činnosti za současného chodu stroje.

Nejzákladnějším řešením pro metodu SMED je převod interních činností do externích. Snižování přechodových časů představuje možnost výroby v menších dávkách, likvidaci ztrát a snižování průběžné doby výroby, což má vliv i na dodací lhůty zákazníkovi. (Tuček a Bobák, 2006, s. 119-120).

Mezi základní kroky koncepce SMED lze zařadit (viz. Obr. 4):

- oddělení operací externího a interního seřizování,
- konverze interního seřizování na externí,
- při interním i externím seřizování zlepšovat jednotlivé činnosti.(Tuček a Bobák, 2006, s. 120).



Obr. 4 Kroky pro SMED (Tuček a Bobák, 2006, s. 121)

3.5 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je důležitým nástrojem Lean managementu, který pomáhá zajistit optimální layout pracoviště. Základem je sledování a zaznamenávání pohybů pracovníka během určitého časového období. Samotné zpracování spaghetti diagramu je obvykle vytvářeno ručně.(Uddin, a kol., 2014, s. 129)

Diagram vizuálně zobrazuje prostor, ve kterém se pracovník zdržuje, a pomocí čar jsou současně zachyceny jeho pohyby. (Gail, 2008, s. 1)

Špagetové diagramy se uplatní tam, kde je třeba kromě časového sledu jednotlivých kroků znát také jejich prostorové rozložení. Rovněž je vhodné je aplikovat v případě potřeby znát vazbu výkonu na pracovníka nebo lokalitu. Často jsou k vidění na úřadech či v obchodních střediscích. (Svozilová, 2011, s. 133).

3.6 Metoda 5S

Nástrojem zaměřeným na organizaci, pořádek a standardizaci směřujícím ke zlepšení produktivity, efektivity, obsluhy a i bezpečnosti je 5S (Obr. 5). Koncept je založen na pěti základních principech, které vychází z japonského Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke nebo anglického Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain. (Svozilová, 2011, s. 38)

Seiri (Třídění)

Prvním krokem je setřídění všech položek vyskytujících se na pracovišti. Znamená to, že jsou z pracoviště odstraněny všechny nástroje nebo jiné součásti, které nejsou v současných výrobních operacích zapotřebí. (5S pro operátory, 2009, s. 13)

Seiton (Pořádek)

Druhým krokem je uspořádání potřebných položek na určené a označené místo. Jednotlivé potřeby pracovního procesu jsou uloženy tak, aby mohly být jednoduše použity, a jsou označeny takovým způsobem, že je lze jednoduše nalézt a uložit.(5S pro operátory, 2009, s. 15)

Seiso (Čistota)

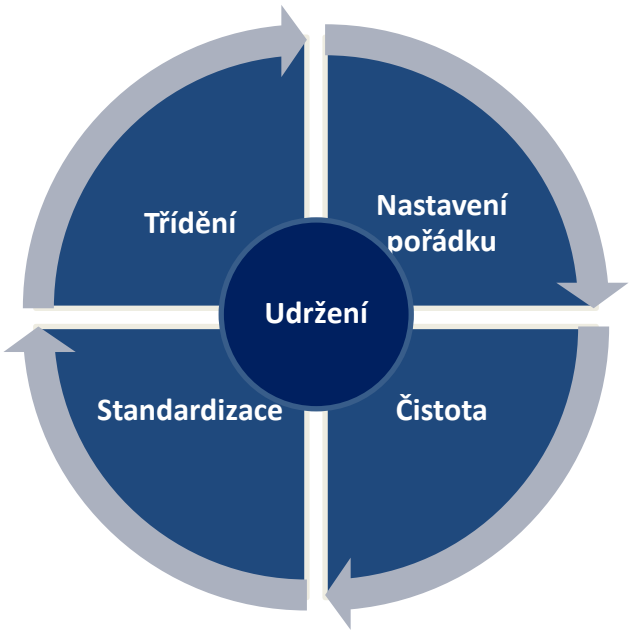
Ve třetím kroku se vyčistí pracoviště a vymezí úseky, které je třeba pravidelně udržovat. Úkony organizace a úklidu jsou součástí každého procesního cyklu. (Svozilová, 2011, s. 39)

Seiketsu (Standardizace)

Standardizace předpokládá, že pracovní postupy by měly být standardizovány, tj. měl by být zajištěna opakovatelnost jednotlivých úkonů. Standardní postupy rovněž zajišťují stabilizaci stavu vytvořeného předchozími kroky. (Svozilová, 2011, s. 39)

Shitsuke (Udržení)

V rámci pěti pilířů znamená zachování zautomatizování řádného udržování správných pracovních postupů, návodů a pravidel stanovených v předchozích čtyřech krocích. Důležité je i průběžná kontrola, protože bez pilíře zachování se další pilíře dlouho neudrží. (Svozilová, 2011, s. 39)



Obr. 5Pět pilířů konceptu 5S (vlastní zpracování)

3.7 Workshop

Přístupem pro zlepšování podnikových procesů je tzv. workshop (tvůrčí dílna), který se zaměřuje na hloubkovou analýzu procesu vybraného managementem, na kterém pracuje tým zainteresovaných pracovníků. Tým zpravidla tvoří 6-10 pracovníků zabývajících se odstraňováním plýtvání v určité oblasti. Cílem workshopu je odstranit plýtvání a optimalizovat pracovní metody v celém řetězu tvorby hodnot. Workshopy se orientují na taková řešení a výsledek, která lze velmi rychle realizovat bez vynaložení nadměrných nákladů. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 39-48)

Do pravidel, která platí pro workshop, lze podle Mašín a Vytlačil (1996, s. 157-158) zahrnout:

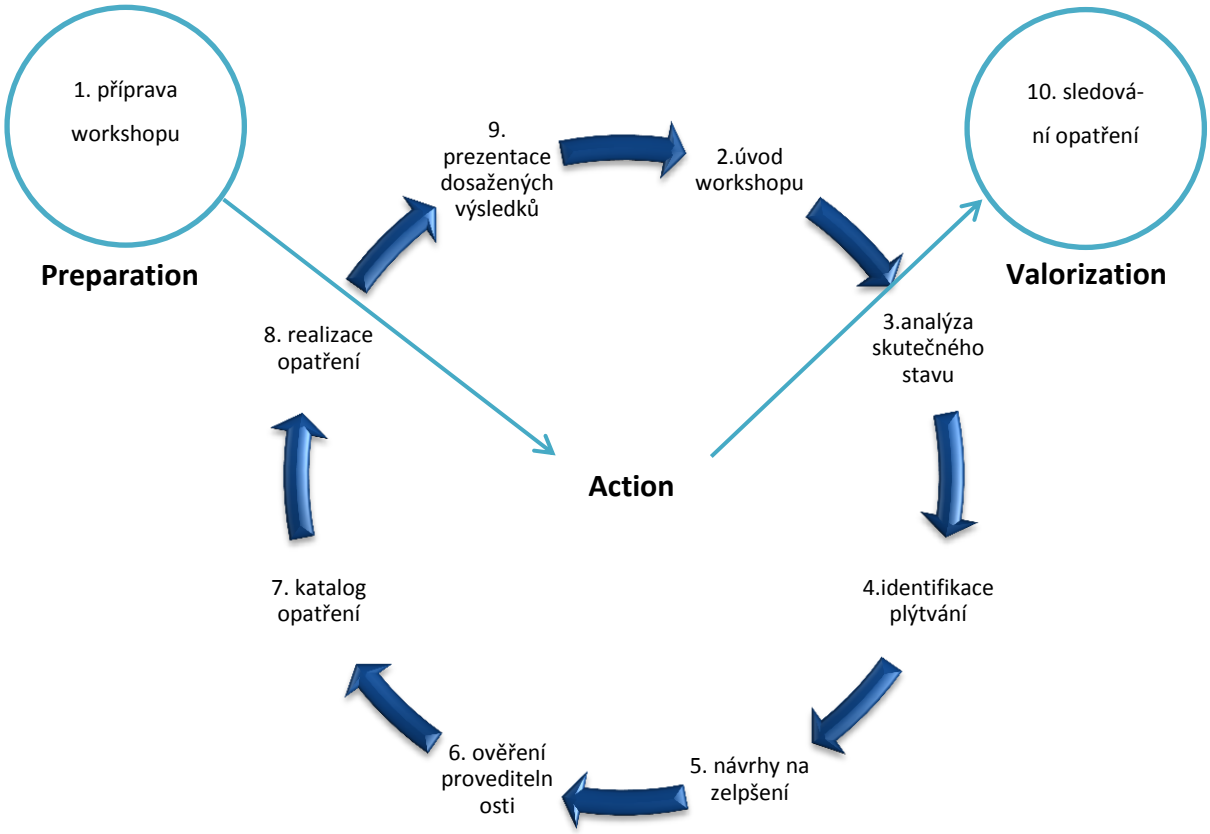
- soustředění týmu na obsah,
- moderátor kontroluje dodržování času,
- za řešení a návrhy opatření je zodpovědný tým,
- postup řešení je v kompetenci moderátora,
- za realizaci návrhů je zodpovědný vedoucí dané organizační jednotky,
- opatření s nulovým nákladem jsem preferována,
- jednotlivý členové mohou představit svůj pohled na problematiku, aj.

Tuček a Bobák (Tuček a Bobák, 2006, s. 273) uvádí i další základní principy workshopu:

- orientace na odhalení plýtvání,
- zaměření na hloubku procesu,
- pozvání všech profesí,
- rychlé zavádění návrhů,
- prezentace výsledků.

V rámci workshopu se odstraňují druhý plýtvání jako je nadvýroba, čekání, zbytečná manipulace, složitý postup, nadbytečné zásoby, zbytečné pohyby, zmetky a vady, nevyužití schopností lidí. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 41)

Podle metodiky Institutu průmyslového inženýrství měl by být průběh workshopu rozpracován do několika kroků (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 44):



Obr. 6 PAV metoda a Deset kroků workshopu (vlastní zpracování dle Vytlačil a Mašín, 1999, s. 44 a interních materiálů WINOA Group)

3.8 Brainstorming

Metody pro tvorbu námětů využívají tvůrčí potenciál skupiny osob. Mezi tvůrčí metody patří i brainstorming, který se během krátkého časového úseku snaží získat od skupiny co nejvíce nápadů, myšlenek, názorů, námětů, apod. ke stanovenému tématu (problému).

Existuje několik pravidel, které platí pro správnou aplikaci brainstormingu:

- kritika je vyloučena – nikdo nesmí být v průběhu sezení kritizován za své nápady, hodnocení je vhodné provést až později.
- volné asociace jsou vítány – všichni účastníci by měli navrhovat všechny nápady, které jim přijdou na mysl,
- kvalita je žádoucí – s rostoucím počtem nápadů roste i pravděpodobnost, že mezi nimi bude skutečně dobrý a užitečný nápad,
- kombinace a zlepšení nápadů jsou žádoucí. (Grasseová, 2010, s. 214-215)

Postup metody brainstormingu:

- příprava – volba moderátora, zapisovatele a místa konání brainstormingu,
- definování problému,
- sestavení týmu pěti až sedmi lidí,
- zahájení schůzky s vysvětlením pravidel,
- prezentace problému a diskuze, analýza a případné korekce,
- brainstorming po dobu 20-40 minut – spontánní generování nápadů, vzájemná inspirace, moderátor povzbuzuje a dává impulzy, vede účastníky k tématu a řídí dodržování pravidel,
- zapisovatel zaznamenává veškeré nápady na viditelném místě,
- brainstorming končí v době, kdy nevznikají další nápady,
- zpracování výsledků, jejich setřídění a vyhodnocení nápadů,
- zpracování závěrečného protokolu. (Košturiak, 2010, s. 195)

Brainstorming je jednoduchý a snadno proveditelný způsob nalezení možných řešení jak uvádí Grasseová (2010, s. 216).

3.9 Standardizace a vizualizace

Zlepšení a změna ve výrobním procesu končí standardem a vizualizací. Standard jednoduše popisuje způsob vykonávání procesu z hlediska činností, jejich parametrů, času a pořadí.

Vizualizace představuje nástroj pro rychlé a jednoduché pochopení situace, pro rychlé odhalení abnormality, odchylky nebo problému v procesu. Vizualizace pomáhá k okamžitému ujasnění, zda proces probíhá podle standardu či nikoliv. (Košturiak , 2010, s. 205)

Vizuální management představuje zřetelné označení všech standardů, cílů a aktuálních podmínek na pracovišti. Na základě těchto informací by měl každý pracovník být schopen porozumět skutečnému stavu ve srovnání s požadavky efektivní výroby. (Mašín a Vytlačil, 1999, s. 57)

Mezi prostředky vizuálního managementu patří:

- informační tabule s grafickými standardy,
- kvalifikační matice pracovníků,
- obrázkový pracovní postup,
- označení teritoria výrobního týmu,

- barevné označení otvorů pro doplňování olejů a maziva, aj. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 57)

Cílem standardu je definovat nejlepší praktiky pro vykonávání práce.

Standardy jsou využívání k:

- snížení variability a opravu chyb,
- zvýšení bezpečnosti,
- usnadnění komunikaci,
- zviditelnění problémů,
- pomoc tréninku a vzdělávání,
- zvýšení pracovní disciplíny,
- lepší reakce na problémy,
- vyjasnění pracovních procedur.

Při tvorbě standardu lze využít následující postup:

- definovat procesy na provozu
- upřesnění začátku a konce procesů
- rozhodnutí o způsobu tvorby operačního standardu, a to pro produkt či skupinu produktů, pro pracovní místo, pro jednotlivé typy zařízení,
    - vytvoření operačního standardu zahrnující popsání vykonávaných činností operátora, parametrů a kritických bodů procesu a postup odstranění abnormality,
    - obeznámení a ověření správnosti, srozumitelnosti a přehlednosti operačního standardu s operátory procesu,
    - implementace, kontrola fungování v provozu a následná korekce. (Košturiak , 2010, s. 205)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

V této části práce je představen Koncern Schmidt + Clemens Group, jejíž součástí je i společnost S+C Alfanametal s.r.o. Právě z této firmy vzešel požadavek na zlepšení procesu, který je dále diplomantem zpracován.

4.1 Koncern Schmidt + Clemens Group

Společnost Schmidt + Clemens Group je nadnárodní společnost působící v odvětví slévárenství. Byla založena 1. 5. 1879 a je rodinnou firmou, jejíž roční obrat přesahuje 300 mil. EUR. Firma má více jak tisíc zaměstnanců a působí po celém světě. Celý koncern sdílí společné hodnoty a je orientován na zákazníky. Pro zákazníky (výrobce a provozovatele strojů a zařízení) je spolehlivým partnerem a poskytovatelem služeb. Firma je hrdá, že klientela z celého světa používá jejich řešení ve svých procesech a produktech.

4.1.1 Hodnoty firmy

Pro pochopení prostředí firmy, jejího poslání je nezbytné uvést hodnoty, za kterými si společnost stojí:

- nezávislost díky rodinnému vlastnictví,
- kooperativní management a řízení,
- empatie, upřímnost, zodpovědnost a otevřená komunikace,
- zaměření se na výkonnost a výsledky,
- respektujeme rozdílné kultury našich zákazníku, dodavatelů a zaměstnanců,
- jasné zaměření se na služby, s cílem splnit požadavky interních i externích zákazníků,
- loajalita a firemní prostředí.

4.1.2 Vize firmy S+C

Pro řízení celé skupiny je důležité mít stanoveny vize pro další rozvoj. Firma má stanoveny následující cíle pro období do roku 2017:

- vedoucí postavení na trhu,
- být atraktivním zaměstnavatelem,
- podpora vzdělání zaměstnanců
- investování našich zisků zpět do naší společnosti,

- vysoká úroveň sociální odpovědnosti k lidem a životnímu prostředí,
- nejvyšší úroveň profesionality a uznávání rodinných hodnot.

4.2 Společnost S+C Alfanametal Tršice

Firma má výrobní závod také v České republice, který je zaměřen na výrobu odlitků z vysokolegovaných korozivzdorných a žáropevných ocelí a slitin niklu a řadí se mezi největší světové producenty hutních výrobků a odlitků z uvedených kovů a slitin.

Obr. 7 Výrobní areál S+C Alfanametal (vlastní zpracování dle interních materiálů)

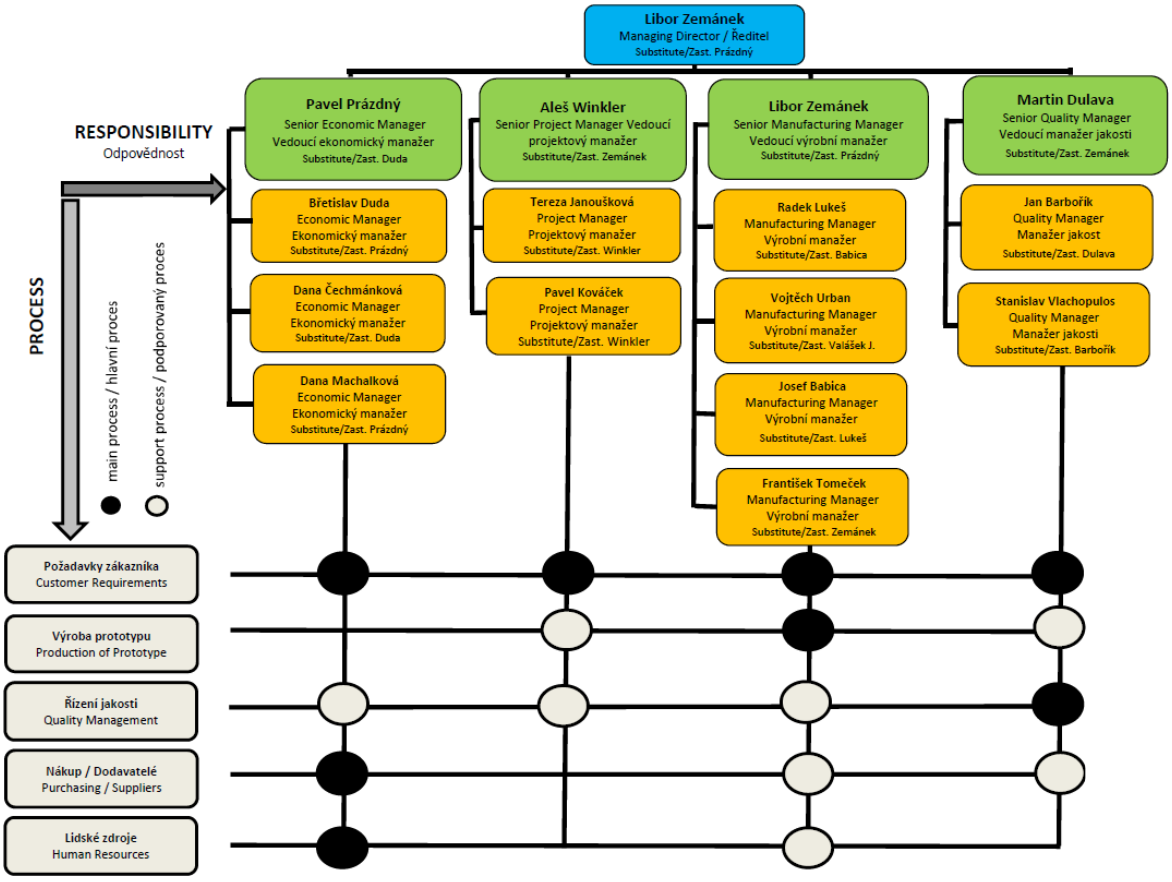
Firma S+C Alfanametal je moderní a dynamická firma s vysokým lidským potenciálem, která používá moderní metody a techniky pro zvyšování konkurenceschopnosti.

Tab. 2 Základní údaje o společnosti (vlastní zpracování dle interních materiálů)

Obchodní jméno:	**S+C ALFANAMETAL s.r.o., koncern**
Odvětví:	CZ NACE 24; Slévárenství
Sídlo:	Tršice č.p.126, okres Olomouc, PSČ 78357
Počet zaměstnanců:	75
Tržby v roce 2013:	218 653 000 Kč
Základní kapitál:	80 200 000,- Kč
Společník:	Schmidt + Clemens GmbH Lindlar, Kaiserau 2 , 51789, Spolková republika Německo Registrační číslo: HRB 37498

4.3 Organizační struktura společnosti

Organizační struktura platná v roce 2014 je členěna dle odpovědnosti za jednotlivé funkční celky (ekonomický úsek, obchodní úsek, výroba, kvalita). Firma je vysoce moderní a nyní se zavádí týmová práce. Organigram bude tedy pro rok 2015 aktualizován.



Obr. 8 Organizační struktura firmy (vlastní zpracování dle interních materiálů)

4.4 Výrobkové portfolio

S+C Alfanametal zaujímá přední místo ve výrobě odlitků ze speciálních nerezových slitin. Výrobky mají své využití v petrochemickém průmyslu. Roční produkce je na úrovni 400 tun a průměrná hmotnost odlitku v roce 2014 byla 26,1 kg. Pro názornost bylo vybráno několik zástupců výrobků firmy S+C Alfanametal.

4.4.1 Odlitky z nerezových slitin pro petrochemický průmysl

Tyto odlitky se používají pro stavbu pecí pro rafinaci ropy. Ropa proudí v zahřívaných odlitcích (potrubí) a tímto prouděním při daných podmínkách dochází k odlučování jednot-

livých příměsí ropy. Tento sortiment je nosným programem výroby. V roce 2014 představoval 65% celkové produkce firmy.

Obr. 9 Odlitky pro petrochemický průmysl (vlastní zpracování dle interních materiálů)

4.4.2 Ocelové odlitky používané pro výrobu čerpadel

Tyto odlitky jsou používány pro konstrukci čerpadel a uzávěrů. Jejich produkce činí přibližně 15% objemu celé produkce firmy.

Obr. 10 Odlitky ocelové (vlastní zpracování dle interních materiálů)

4.4.3 Speciální nerezové slitiny pro výrobu vodních turbín

Odlitky turbín pro vodní elektrárny v současné době tvoří 10% celkové produkce. Složité konstrukce turbín a požadavek na preciznost zpracování požadují vysoce kvalitní výrobu.

Obr. 11 Odlitky z nerezových slitin (vlastní zpracování dle interních materiálů)

4.4.4 Ostatní odlitky vyráběné v S+C Alfanametal

Firma S+C Alfanametal je vybavena nejen velmi dobrou technologií, ale zejména lidským kapitálem, který umožňuje vytvářet vysoce kvalitní odlitky ze speciálních nerezových slitin dle přání zákazníka i v menších sériích. Tato specifická produkce tvoří přibližně 10% kapacity celkové produkce firmy.

Obr. 12 Odlitky nerezové ostatní (vlastní zpracování dle interních materiálů)

4.5 Výroba ve firmě S+C Alfanametal

Výroba společnosti S+C Alfanametal je rozdělena do dvou hlavních částí, kterými jsou slévárna a cídírna. Části slévárny a cídírny jsou od sebe odděleny.

4.5.1 Slévárna

Vstupními surovinami pro výrobu jsou železné housky a legovací příměsi. Je dbáno na vysokou kvalitu vstupních materiálů. Na obrázku lze vidět systém pro přesné navážení surovin a jejich dávkování.

Obr. 13 Systém pro přesné navážení surovin (vlastní zpracování)

Tyto vstupní suroviny jsou skladovány v hale slévárny a jsou přesně dávkovány ve vsázce pro tavbu. Tento materiál je ve slévárenských pecích roztaven a vzorek je zkontrolován tak, aby mohla být tavenina vlita do připravené formy.

Obr. 14 Slévárenská pec (vlastní zpracování)

Formovací směs je křemičitý písek s furanovými pryskyřicemi. Tyto směsi se mísí v zařízení Wöhr. Forma je naplněna formovací směsí a po vytuhnutí je polita zirkonovou barvou na vodní bázi. Jádra se formují na menším zařízení Wöhr, kde je používán alphaset. Jádra jsou před osazením do formy polita zirkonovou barvou na vodní bázi a usušena v peci.

Obr. 15 Výroba formy (vlastní zpracování)

Do uzavřených forem je odléván tekutý kov spodním statickým litím. Po vychladnutí odlitku jsou odlitky umístěny na vibrační rošt a forma je rozbita. Dojde tak k hrubému očištění odlitku od písku. Písek je transportován k regeneraci. Po očištění následuje tepelné zpracování dle druhu materiálu.

4.5.2 Cídírna

Po vyrobení odlitku je zapotřebí tento odlitek zbavit písku, očistit jej, zkontrolovat, opravit a připravit pro expedici. K tomu slouží výrobní část nazvaná cídírna. Výroba odlitku na cídírně pokračuje otryskáním odlitku od písku za pomocí tryskacích strojů.

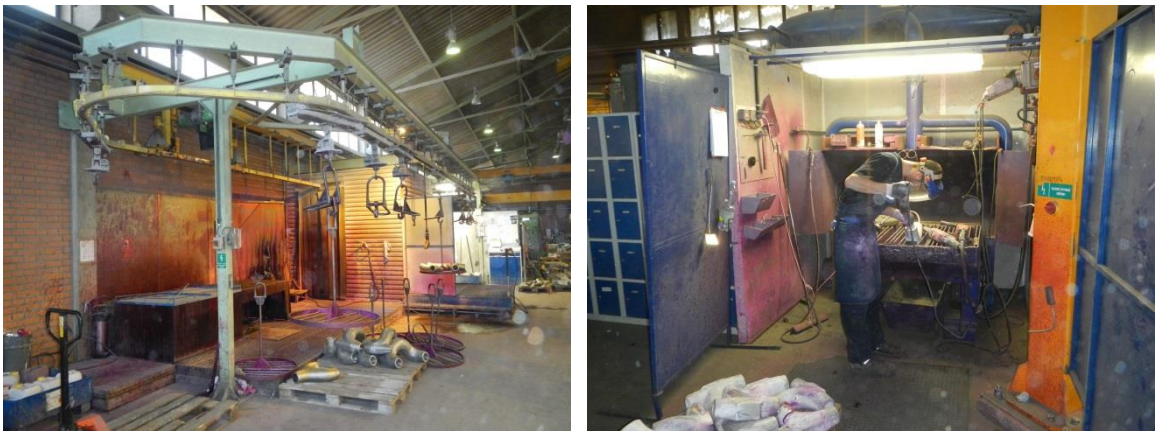
Obr. 16 Cídírna (vlastní zpracování)

Po otryskání je odlitek zbaven vtokové soustavy a nálitku. Dle typu odlitku je pro odstranění použito pálení uhlíkovou elektrodou nebo řezání rozbrušovacím kotoučem.

Obr. 17 Odlitky po pálení a řezání (vlastní zpracování)

Po pálení je odlitek obroušen a je provedena kapilární zkouška pro indikaci necelistvosti.

Pokud je necelistvost indikována, je zapotřebí identifikované místo vybrousit a opravit zavařením. Po zavaření je svár přebroušen. Pokud již nejsou zjištěny další necelistvosti, odlitek pokračuje na tryskání po opravách.



Obr. 18 Kontrola odlitků a oprava (vlastní zpracování)

Při otryskání dojde ke sjednocení povrchu a jeho zpevnění. Odlitek je podroben poslední kontrole a poté je dle požadavku zákazníka před expedicí opláchnut nebo finálně otryskán.

5 ROZHODNUTÍ O VÝROBNÍM PROCESU KE ZLEPŠENÍ

Prvním krokem byla prohlídka výrobního podniku S+C Alfanametal v doprovodu pověřeného pracovníka firmy. Student byl seznámen s procesy probíhajícími ve výrobě.

Při konzultaci o vypracování diplomové práce ve firmě S+C Alfanametal a výběru výrobních procesů ke zlepšení byly firmou navrženy procesy tryskání a manipulace spadající pod cídírnu. Aktuálním problémem bylo hromadění odlitků před tryskacím strojem Illingen C.

V této kapitole budou popsány podrobněji jednotlivé operace výroby odlitku v cídírně, aby se čtenář dověděl více o návaznostech výrobních operací a nutnosti využívat jeden stroj pro čtyři operace tryskání, které jsou nutné pro výrobu každého jednoho odlitku.

Obr. 19 Sklad odlitků před tryskacím strojem (vlastní zpracování)

5.1 Popis současného stavu procesů v cídírně

Slévárna S+C Alfanametal patří ke světové špičce ve výrobě speciálních odlitků. Nutností je dokonalá kontrola každého kusu odlitku a v případě neshody se odlitek opravuje až k dosažení kvalitního stavu.

Po odlití odlitku a jeho hrubém zbavení písku na vibračních stolech a tepelné úpravě je tento odlitek z části zvané slévárna přepraven vozíkem do druhé části výrobní haly nazvané cídírna. V této části je odlitek očištěn tryskáním od písku. Při tomto procesu tryskání

dochází k vrhání abrazivních částic (ocelový či nerezový granulát) na tryskaný odlitek uvnitř kabiny tryskacího stroje takzvanými metacími zařízeními. Po očištění je odlitek převezen na pracoviště pálení, kde dojde v pálícím boxu k upálení nálitků a vtokové soustavy. Odlitek je přepraven na pracoviště broušení, kde dojde zapravení odlitků v místech nálitku a vtoku. Po upalování nálitků musí být odlitek otryskán. Poté je nutné jej zkontrolovat na tzv. necelistvosti. Pro lepší pochopení budeme necelistvost nazývat vadou či prasklinou.

Kontrola necelistvosti odlitku probíhá kapilární zkouškou za použití speciální vzlínavé indikační červené barvy. Tato barva je aplikována na odlitek jeho namáčením ve speciálních vanách. V místech vad (např. prasklina) dojde ke vzlínání barvy do praskliny. Po očištění povrchu odlitku od barvy se nanáší křídový prášek na povrch odlitku. Pokud se na odlitku vyskytuje prasklina, barva z praskliny se vsaje na nanesený křídový prášek na povrchu odlitku a zabarví jej. V místě praskliny tedy na bílém povrchu odlitku od křídy vznikne červená skvrnka indikující přesné místo vady. Tato vada je zaznačena, odlitek je opraven vybroušením a zavařením vady. Poté následuje důkladné otryskání a opět zkouška za použití speciální barvy. Pokud odlitek vyhovuje, je finálně očištěn v tryskacím stroji a nachystán pro expedici na vymezeném místě.

Obr. 20 Odlitek po kontrole (vlastní zpracování dle interních materiálů)

5.2 Problematika tryskání nerezových odlitků

Pokud se jedná o odlitky z nerezové oceli, ty mohou být tryskány pouze na pracovišti se strojem označeným „Illingen C“. Tento stroj používá pro tryskání nerezový granulát CN 150 STELUX, který umožňuje tryskat speciální nerezové odlitky.

Odlitky feritické jsou tryskání na pracovišti se strojem „Illingen F“. V tomto tryskacím stroji jsou používány ocelové broky WS460 z vysokouhlíkaté oceli.

Z podstaty odlišnosti materiálů tedy lze nerezové odlitky tryskat právě jen v tryskacím stroji Illingen C.

Proces tryskání je nezbytný pro výrobu kvalitního odlitku. Navíc tvoří při výrobě hlavního programu odlitků ze speciálních nerezových slitin i finální podobu odlitku. Odlitek bezvadně otryskaný má zcelený, jednotný povrch s určenou drsností a tedy udává vzhled odlitku. Pěkný vzhled odlitků je předpokladem pro spokojeného zákazníka.

Tryskací stroje Illingen jsou v současnosti opravovány vlastní údržbou. Není dostupná technická podpora ze strany výrobce, jelikož firma výrobce zanikla. Stroj je dle managementu v kondici odpovídající jeho stáří.

5.3 Popis řešeného problému

Jak vyplývá z textu výše, aktuálním problémem ve výrobě se stala operace čištění odlitků. Toto pracoviště je umístěno v části cídírny a obsahuje dva závěsné tryskací stroje. Jeden je využíván pro tryskání feritických odlitků a druhý je používán pouze pro tryskání odlitků z nerezových slitin. Výrobní program nerezových odlitků je nosným programem firmy S+C Alfanametal a je na něj kladen důraz z hlediska držení vysoké jakosti výstupního produktu. Jak již bylo uvedeno výše, tyto odlitky jsou používány v petrochemickém průmyslu pro rafinaci ropy.

V současnosti nastávají situace, že se rozpracovaná výroba hromadí na dvou bufferech u tryskacích zařízení, proto management firmy požaduje nalezení příčiny tohoto stavu a nalezení možných řešení.

5.3.1 časová náročnost operací tryskání

Pro zpracování analýzy byly z interní dokumentace firmy vyzískány průměrné časy tryskání jednoho odlitku. Tyto časy jsou uvedeny pro každou operaci zvlášť. Při tryskání

od písku je doba tryskání 15 minut, po pálení také 15 minut, po opravách se odlitek tryská 30 minut a před expedicí 40 minut. Celkový čas tryskání tedy odpovídá průměrně 100 minutám rozděleným do čtyř etap.

5.4 Postup při analýze řešeného problému

Po konzultaci s vedením firmy bylo rozhodnuto o zaměření se na proces tryskání z pohledu průmyslového inženýra. Velký důraz byl dán na účelnost práce s praktickými výsledky, to vše v souladu s podmínkami vypracování diplomové práce jako projektu zlepšení vybraného procesu.

Řešení spočívá v použití metod průmyslového inženýrství pro zjištění skutečného stavu problému. Pojmenování problematických činností, využití metod workshopu pro nalezení možných řešení, které vyplynou z provedených analýz.

Došlo k odsouhlasení kroků, které budou vyhotoveny před návrhem projektu v rámci analytické části:

1) Seznámení se s výrobou firmy
2) Seznámení se s procesem tryskání
3) Sestavení týmu, který se bude podílet na zlepšení procesu tryskání
4) Celodenní pozorování procesu tryskání
5) Zpracování snímku pracovního dne
6) Pojmenování nákladovosti procesu v Kč/t vyexpedovaných odlitků

6 ANALÝZA VYBRANÝCH VÝROBNÍCH PROCESŮ

Jako podklad pro správné návrhy řešení bude sloužit vypracovaná analýza procesů probíhajících v cídírně. Bude popsán proces tryskání a manipulace, provedeno pozorování a zaznamenání celé směny se zaměřením právě na problém hromadění odlitků na cídírně. Toto pozorování bude zpracováno a vyhodnoceno.

Pro splnění zadání ze strany společnosti na zlepšení procesu tryskání je zapotřebí vypozorovat, naměřit, analyzovat a vyvodit závěry z analýzy ze tří pohledů:

1) procesní analýza z pohledu produktu,
2) procesní analýza z pohledu pracovníka,
3) procesní analýza z pohledu stroje (interní a externí činnosti).

6.1 Procesní analýza

Pro názornost bylo vypracováno zaznamenání toku jednoho kusu cídírnou. Jako představitel byl vybrán odlitek typu „U“, který je typickým výrobkem ze skupiny nerezových odlitků. Jednotlivé etapy byly pozorovány a zaznamenávány do připraveného formuláře. Smyslem analýzy je pojmenovat jednotlivé kroky, které daný zástupce musí absolvovat.

Procesní analýza byla zpracována na základě interních dat ze společnosti. Snímek pracovního dne byl následně zpracován po celodenním pozorování ve firmě a záznamu jedné celé pracovní směny. Jednotlivé operace již byly popsány v předcházejících kapitolách.

č.	Popis činnosti	Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Operace [min]	Čas [min]	Vzdálenost [m]
1	Navezení odlitku ze Slévárny do cídírny k tryskači (vozík)							4	60
2	Skladování u tryskače - vstupní buffer							240	15
3	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							8	15
4	**Tryskání I - od písku (15 min.)**						15	15	
5	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	6
6	Skladování u tryskače - výstupní buffer							8	
7	Přemístění odlitku na pracoviště pálení							2	20
8	**Pálení nálitků**						20	20	10
9	Přemístění odlitku na pracoviště broušení							2	10
10	**Broušení odlitku**						150	150	10
11	Přemístění odlitku na pracoviště tryskání - vstupní buffer							2	20
12	Skladování u tryskače - vstupní buffer							240	
13	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							8	15
14	**Tryskání II - po pálení a broušení (15 min.)**						15	15	
15	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	6
16	Skladování u tryskače - výstupní buffer							120	0
17	Přemístění odlitku na pracoviště kontroly - vstupní buffer							2	20
18	Skladování odlitku - vstupní buffer kontroly							240	
19	Přemístění ze vstupního bufferu kontroly do zařízení							4	60
20	**Kontrola odlitku - kapilární zkouška oplach od barvy)**							45	0
21	přemístění na výstupní buffer kontroly							2	0
22	skladování výstupní buffer kontroly							10	0
23	Přemístění k operaci broušení (oprava)							2	20
24	**Broušení odlitku**						25	25	0
25	Přemístění k pracovišti svařování (oprava)							2	20
26	**Zavaření odlitku (oprava)**						30	30	10
27	Přemístění k operaci broušení (oprava)							2	20
28	**Zabroušení opraveného místa (oprava)**						10	10	0
29	Přemístění odlitku na pracoviště tryskání - vstupní buffer							2	20
30	Skladování u tryskače - vstupní buffer							240	
31	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							8	15
32	**Tryskání III - po opravách (30 min.)**						30	30	
33	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	6
34	Skladování u tryskače - výstupní buffer							120	0
35	Přemístění odlitku na pracoviště kontroly - vstupní buffer							2	20
36	Skladování odlitku - vstupní buffer kontroly							240	
37	Přemístění ze vstupního bufferu kontroly do zařízení							4	60
38	**Kontrola odlitku - kapilární zkouška (oplach od barvy)**							45	0
39	přemístění na výstupní buffer kontroly							2	0
40	skladování výstupní buffer kontroly							10	0
41	Přemístění odlitku na pracoviště tryskání - vstupní buffer							4	60
42	Skladování u tryskače - vstupní buffer							120	
43	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							2	6
44	**Tryskání IV - na expedici (40 min.)**						40	40	0
45	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	20
46	Skladování u tryskače - výstupní buffer							120	
47	Přemístění odlitku k expedici							2	20
48	**Kontrola a expedice**						10	10	
49	Přemístění na sklad pro expedici zákazníkovi							10	10
50	Sklad hotových výrobků pro zákazníka							3840	
51	Přemístění na auto k zákazníkovi (odvoz z firmy)							5	60
Četnost celkem		10	26	2	0	13			
Čas operací celkem							345	6072	634
Z toho broušení (4 pracoviště)		3					185		
Z toho tryskání (1 pracoviště Illingen C)		4					100		

Obr. 21 Analýza toku jednoho kusu výrobku (vlastní zpracování)

Z uvedené analýzy toku jednoho kusu vyplývá, že z celkového počtu deseti prováděných operací na odlitku v cídírně připadají čtyři operace v celkovém čase 100 minut na tryskání a tři operace v celkovém čase 185 na čtyři pracoviště broušení.

Celkový čas operace na odlitku je 345 minut, celkový čas tryskání odpovídá 1:40 hod což je 100 minut. Čas tryskání odlitku se podílí na celkovém čase všech operací 100/345 = 29%.

6.2 Popis procesu tryskání a procesu manipulace z pohledu obsluhy stroje

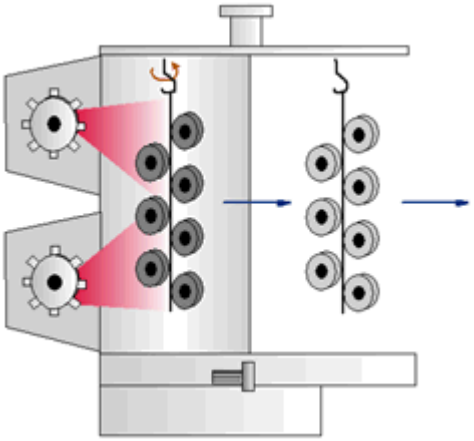
Důležité je zmínit, že proces tryskání není obvykle v popředí zájmu managementu firmy. Jedná se o prašný proces očišťování, kdy dochází k mechanickému vrhání abrazivních částic na tryskaný výrobek. V případě slévárny jde tedy o vrhání ocelových či nerezových kuliček za pomocí metacích kol na tryskaný odlitek a jeho očištění od písku, kontrolní barvy a poté finální sjednocení povrchu. Tato činnost je zajištěna speciálním tryskacím strojem s metacími koly a probíhá v uzavřené komoře stroje.

Při samotném běhu tryskacího stroje není nutná aktivita pracovníka a může vykonávat přidružené činnosti. Stroj je po celou dobu běhu tryskání odsáván. I tak obvykle dochází k úniku prachových částí do výrobní haly i úniku abraziva tzv. úlet abraziva ze stroje. V minulosti byl proces tryskání přesouván na nekvalifikované pracovníky, což vedlo k neznalosti procesu, jeho nákladovosti, snížení výkonu a neznalosti údržby stroje.

Proces tryskání se skládá z následujících, pravidelně se opakujících činností:

a) Manipulace s odlitkem za pomocí paletového vozíku
b) Manipulace s odlitkem za pomocí jeřábu (navěšení na hák stroje nebo umístění na přípravek – tzv. stromeček)
c) Ruční zatlačení háku s odlitkem po drážce stroje do kabiny
d) Programování stroje (zadávání času v závislosti na typu odlitku)
e) Spouštění chodu stroje (zmáčkne a drží tlačítko)
f) Tryskání stroje (během strojního času si obsluha navěsí další odlitky na přípravek)
g) Otevření dveří (ovládacím panelem)
h) Kontrola kvality povrchu odlitku (otryskání povrch splňuje parametry čistoty povrchu)
i) Manuální ofuk odlitku stlačeným vzduchem (odstranění abraziva a prachu)
j) Ruční vytažení závěsu s odlitkem

Schematický nákres závěsného typu tryskacího stroje s bočním umístěním metacích kol je uveden na následujícím obrázku a typově odpovídá typu stroje, který je osazen ve firmě S+C Alfanametal.



Obr. 22 Závěsný typ tryskacího stroje s bočním umístěním metacích kol (vlastní zpracování dle interních materiálů WINOA Group)

Oba tryskací stroje Illingen jsou osazeny třemi metacími koly a závěsnou dráhou. Stroje jsou totožné. Liší se použitým abrazivem pro danou aplikaci a rozdílnými procesními časy. Pro tryskání nerezových slitin je používán materiál Stelu CN, který je vyráběn nadnárodní společností WINOA Group. Pro druhý tryskač, který je určen pro otryskávání feritických odlitků, je používáno abrazivo ocelové WS460. Jelikož tento druhý stroj je používán občasně a není vytížen ani na jednu směnu, nebyl požadavek managementu na zlepšení tohoto procesu. Dále je tedy řešen převážně stroj Illingen C pro tryskání nerezových odlitků a manipulace s odlitky.

6.3 Charakteristika tryskacího stroje Illingen

Tryskací stroj značky Illingen je závěsný tryskač se třemi metacími koly bývalého německého výrobce tryskacích zařízení.

Tryskací zařízení se skládá z hlavních částí:

1) Tryskací kabina
2) Metací jednotky
3) Dopravní cesty
4) Rekuperace abraziva
5) Filtrační zařízení

6) Elektro rozvaděč s ovládáním.

Obr. 23 Tryskací stroj Illingen (vlastní zpracování)

6.3.1 Tryskací kabina

Je zhotovena z konstrukční a otěru odolné oceli. Tvoří ji monolitický svařenec. Části kabiny naproti metacím kolům, jsou opatřeny vyměnitelnou vrstvou otěru odolného vyložení. Ve stropu je drážka pro průchod závěsu a je zatěsněna gumou a kartáčem.

Ve spodní části jsou skluzy, které jsou svedeny do vibračního dopravníku. Dopravník je chráněn proti přímému tryskání.

6.3.2 Metací jednotka

Metací jednotka je osazena motorem o výkonu 11 kW s motorem na přímo 2900 ot/min s maximálním teoretickým průtokem abraziva 280kg/min. Oběžné kolo má 4 lopatky.

6.3.3 Dopravní cesty

Jsou tvořeny vibračním dopravníkem napojeným na korečkový dopravník pro vertikální přepravu abraziva k rekuperaci.

6.3.4 Rekuperace abraziva

Z korečkového elevátoru se vysýpá abrazivo do rotačního síta. To odděluje větší nečistoty. Pod rotačním sítem je rozdružovací klapka, která slouží k rozprostření abraziva pro vzduchovou rekuperaci. Násypka je opatřena otvorem pro odsávání, to je regulováno klapou. Propadem z rozdružovací klapky prochází abrazivo přes vzdušný tah a tím je abrazivo zbaveno prachových částic.

6.3.5 Filtrační zařízení.

Nedílnou součástí zařízení pro tryskání je filtr, který zajišťuje odsátí prachových částic při procesu tryskání. Také je napojen na rekuperaci abraziva, kde prouděním vzduchu skrz clonu abraziva dochází k odloučení drobných neefektivních částic z abraziva.

Označení filtru:	Illigen filter 10 000 12 Patron
Výkon motoru:	37 kW
Podtlak	2200Pa
Typ ventilátoru:	RG56T-2DN.I7.1R BG
Napěťová soustava:	3 PEN~50Hz, 400V/TN-C
Objemový průtok:	10 000m3/hod
Filtrační plocha	12 ks filtrační patrony, 1ks – 12m² = 144m²
Filtrační médium:	polyester
Stupeň odlučivosti:	> 99,99 %
Systém očisťování:	tlakovým rázem – automaticky
Vstup vzdušniny:	Průměr 300mm
Výstup vzdušniny:	5 barů suchý čistý vzduch

6.4 Snímek pracovního dne obsluhy tryskacích strojů

Pozorování bylo započato před příchodem pracovníků na ranní směnu v 5:50 hod. Pracovník tryskání nastoupil na pracoviště v 5:58 a byl seznámen mistrem o průběhu pozorování. Pracovníkovi bylo vysvětleno pozorování jako nástroj pro zlepšení pracovního prostředí a technické úrovně stroje. Ve firmě S+C Alfanametal je rozvinuté týmové pracovní prostředí a pracovníci jsou se zlepšováním seznámeni. Vysvětlen byl postup pozorování, záznamu a možnosti kladení dotazů ze strany pozorovatele. Pozorovanému pracovníkovi bylo zdůrazněno, že se jedná převážně o výkon stroje. To z důvodu, aby pracovník nebyl

zatěžován stresem. Pokud by nebyl přístup vysvětlen, mohlo by dojít ke zkreslení pozorování z důvodu vyššího podaného výkonu pozorovaným pracovníkem.

Během samotného pozorování byly používány nástroje:

- Fotoaparát
- Digitální kamera
- Stopky
- Hodinky
- Záznamový blok s připraveným záznamovým listem,
- Desky s klipem
- Tužka

Pracoviště pozorovatele bylo zřízeno před samotným pozorováním přímo v místě pracoviště tryskání. Byl zřízen provizorní stůl, umožňující zápis ve stoje a umístění kamery pro pořízení záznamu pro možnost bližšího zkoumání po ukončení pozorování. Záznam kamery umožnil přesný časový odpočet a možnost zkoumat vybrané úkony pracovníka.

Pozorovatel byl seznámen s podmínkami výrobní části provozu a byl proškolen o bezpečnosti a ochraně zdraví. Byl vybaven ochrannými pomůckami v souladu s předpisy S+C Alfanametal. Jednalo se o ochranný oblek s reflexními prvky, boty s vyztuženou špičkou, ochrana sluchu, brýle a přilbu.

Obr. 24 Pozorovatel a pracoviště tryskání (vlastní zpracování)

Byl vypracován snímek pracovního dne pracovníka obsluhy tryskače za účelem zjištění vykonávaných činností. Při výrobním procesu tryskání jsou používány zařízení:

- Tryskací stroj Illingen „C“ – pro tryskání nerezových odlitků,
- Tryskací stroj Illigen „F“ – pro tryskání feritických odlitků,
- Nosníkový jeřáb s nosností 3500 kg, ovládaný ze země obsluhou za pomocí kabelového ovladače,
- Paletový vozík pro manipulaci s paletami.

6.4.1 Formulář pro záznam snímku pracovního dne

Nejprve bylo nutné vyhotovit vyhovující formulář pro zaznamenávání. K tomu bylo zapotřebí určit sledované údaje, které budou zaznamenány při pozorování.

Hlavička formuláře bude obsahovat název společnosti, název sledovaného procesu, přesné určení místa. Dále je uveden datum vypracování, jméno pozorovatele a informace o vyhotoveném videozáznamu (ano/ne).

Jednotlivé činnosti budou zaznamenány pod sebou a očíslovány v chronologickém pořadí. Sloupce obsahují údaje o pracovišti (F-tryskací stroj Illigen „F“; C- tryskací stroj Illigen „C“). Identifikace zapnutí tryskacího stroje (OC – zapnut stroj Illigen „C“; OF – zapnut stroj Illigen „F“). Popis právě vykonané činnosti – slovní, co nejpřesnější. Záznam hodin v přesnosti na celé minuty dle hodinek. Odpočet rozdílu času v minutách mezi následujícími činnostmi. Vzdálenost, kterou pracovník ušel při transportu či chůzi. Zaznamenání činností dle jejich povahy do kolonek transport, kontrola, skladování, čekání, operace. Pro lepší identifikaci byly operace rozděleny na operace přidávající hodnotu zákazníkovi (VA Operace) a operace nepřidávající hodnotu zákazníkovi (NVA Operace).

6.4.2 Analýza snímku pracovního dne

Vypozorované údaje byly zaznamenány do tabulky, jednotlivé operace byly zařazeny k pracovišti a rozřazeny mezi hlavní typy činností (transport, kontrola, čekání, operace přidávající hodnotu, operace nepřidávající hodnotu). Celkem bylo zaznamenáno 193 činností provedených pracovníkem během jedné směny od 6:00 do 14:15 hod. Pozorování proběhlo v listopadu 2014 a po něm následovalo vyhodnocení.

Cílem analýzy bylo identifikovat plýtvání pro vybrání a zlepšení procesů ve firmě. Bylo nutné činnosti prováděné pracovníkem rozřadit do několika skupin tak, aby zároveň ctily hlavní typy činností uvedené výše.

Snímek pracovního dne

Časový fond: 435

Společnost: **S+C Alfanametal**
Proces: **Výrobní proces tryskání**
Místo: **cídírna**

Vypracoval: Bc. Jan Hýža
Datum: 11.11.2014
Videozáznam: Ano

no.	pracoviště	start stroje	pracovní čas stroje	Popis činnosti	Hodiny (ukončení činnosti)	čas (rozdíl)	Vzdálenost (metry)	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	NVA Operace	VA Operace
				Četnost činnosti				62	23	0	90	221	39
				Total Summary		8:15:00	1512	1:02:00	0:23:00	0:00:00	1:30:00	3:41:00	0:39:00
	F			Začátek měření - pracovník přebírá pracoviště	6:00:00	0:03:00						0:03	
1	F			Porada s mistrem	6:03:00	0:05:00					0:05		
3	F			Nasypání drobných dílů na stromeček	6:08:00	0:03:00						0:03	
4	F			Manipulace s odlitky paletovým vozíkem	6:11:00	0:01:00	24	0:01					
5	F			Manipulace s košem	6:12:00	0:02:00						0:02	
6	F			Zatláčení koše	6:14:00	0:01:00						0:01	
7	F			Zavření dveří	6:15:00	0:00:00						0:00	
8	F	OF	0:13:39	Programování, spuštění stroje FE (určení času) 13:39 min	6:15:00	0:00:00							0:00
9	F			Manipulace palet.vozíkem	6:15:00	0:01:00	10	0:01					
10	C			Chůze ke stroji CN	6:16:00	0:00:00	18	0:00					
11	F	J		Přemístění háku nosníkového jeřábu (pojezd)	6:16:00	0:01:00						0:01	
12	F			Porada s mistrem	6:17:00	0:01:00					0:01		
13	C			Chůze k CN stroji pro řetězy a zpět	6:18:00	0:02:00	36	0:02					
14	F			Vázání	6:20:00	0:01:00						0:01	
15	C			Chůze - pro přípravek k uchycení	6:21:00	0:01:00	16	0:01					
16	F	J	0:02	Manipulace - jeřáb	6:22:00	0:02:00						0:02	
17	C			Chůze ke stroji CN	6:24:00	0:00:00	16	0:00					
18	C	plní		Plnění stroje 4 pytle	6:24:00	0:02:00						0:02	
19	C	č		Čištění - zametá	6:26:00	0:00:00						0:00	
20	C			Man-velký odlitek-vázání-řetěz	6:26:00	0:04:00						0:04	
21	C	OC	0:15:00	Spouští tryskač C (15)	6:30:00	0:00:00							0:00
30	C			Čekání - na stroj	6:30:00	0:11:00					0:11		
32	C			Kontrola dílu (1ks - U)	6:41:00	0:01:00			0:01				
33	C			Tech.problém-zavezení zpět do stroje	6:42:00	0:04:00						0:04	
34	C	J	0:01	Převazování - jeřáb	6:46:00	0:01:00						0:01	

Obr. 25 Pracovní snímek dne (vlastní zpracování)

Byly pojmenovány tyto činnosti, které tvořily hlavní část práce:

1) Transport - paletový vozík, pracovník používá paletový vozík pro přepravu odlitků
2) Transport - chůze mezi pracovišti C a F
3) Transport - přemisťuje jeřáb, pracovník jde s ovládacím prvkem
4) Transport - ostatní
5) Kontrola odlitku, pracovník vizuálně kontroluje kvalitu otryskání
6) Kontrola stroje, pracovník kontroluje část stroje
7) Čekání - porada s mistrem
8) Čekání - na stroj, stroj je v chodu a pracovník čeká až stroj dotryská
9) Čekání - ostatní
10) Manipulace - s odlitky - jeřáb pr.C, zvedání odlitků a stromečků jeřábem
11) Manipulace - s odlitky - jeřáb pr.F, zvedání odlitků a stromečků jeřábem
12) Manipulace - s odlitky - ručně pr.C, ručně nakládá odlitky na/z stromeček
13) Manipulace - s odlitky - ručně pr.F, ručně nakládá odlitky na/z stromeček
14) Úklid, pracovník provádí smetení či shrabání abraziva, ofuk drážky dveří stroje
15) Operace - ofuk odlitků C, očištění od prachu a abraziva na stroji Illingen C
16) Operace - ofuk odlitků F, očištění od prachu a abraziva na stroji Illingen F
17) Operace - urážení nálitků pr.C, pracovník nástrojem uráží nálitky
18) Spouštění stroje, pracovník nastaví čas a drží ovládací tlačítko pro spuštění stroje

K vyhodnocení byl použit software Microsoft Excel 2010. Výstupní tabulka po zpracování obsahuje přiřazenou činnost, náročnost v minutách, četnost úkonů. Dopočtena byla časová náročnost jednotlivých sekcí (transport, kontrola, čekání, manipulace – operace nepřidávající hodnotu, operace přidávající hodnotu). Spouštění stroje bylo zařazeno do činností přidávající hodnotu po workshopu a odůvodněno tím, že pracovník v rámci spouštění vybírá program a ovlivňuje tak jakost výrobku.

Pro zvýšení přehlednosti byly jednotlivé sekce odděleny barevně.

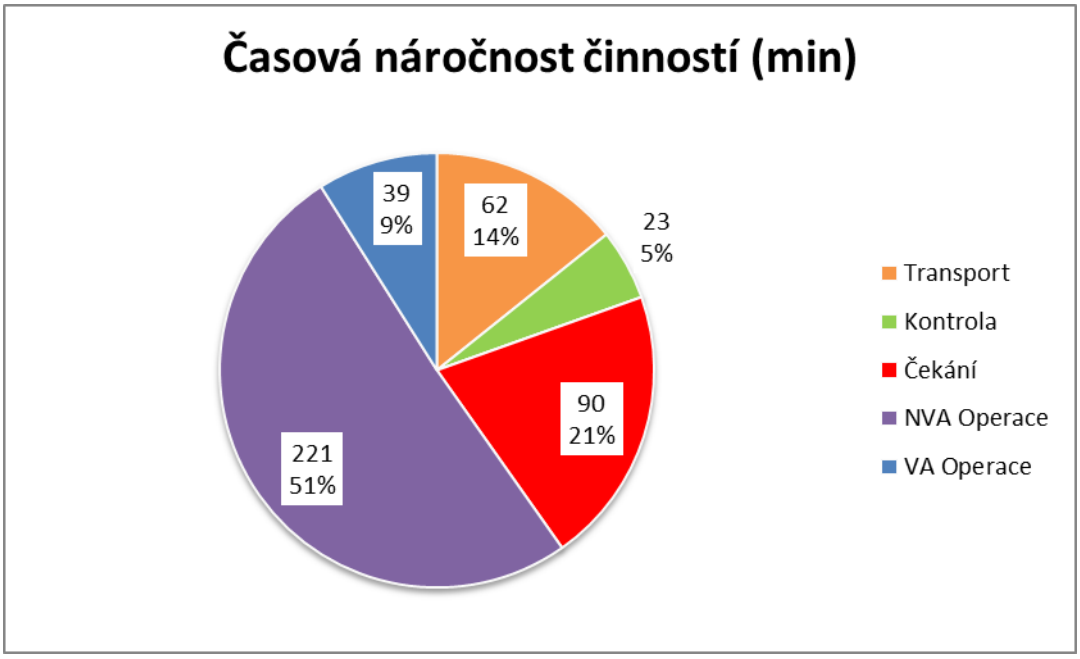
Prováděná činnost	Náročnost v minutách 2014	Náročnost - sekce 2014	četnost činností 2014	Náročnost v % 2014
Transport - paletový vozík	35		17	
Transport - chůze mezi pracovišti	22	62	27	14,25%
Transport - přemisťuje jeřáb	3		4	
Transport - ostatní	2		2	
Kontrola odlitku	11	23	8	5,29%
Kontrola stroje	12		3	
Čekání - porada s mistrem	12		8	20,69%
Čekání - na stroj	67	90	11	
Čekání - ostatní	11		2	
Manipulace - s odlitky - jeřáb pr.C	31		13	
Manipulace - s odlitky - jeřáb pr.F	53	221	13	50,80%
Manipulace - s odlitky - ručně pr.c	57		46	
Manipulace - s odlitky - ručně pr.F	48		35	
Úklid	32		17	
Operace - ofuk odlitků C	9		5	
Operace - ofuk odlitků F	6		5	
Operace - urážení nálitků pr.C	10	39	3	8,97%
Spouštění stroje C	10		15	
Spouštění stroje F	4		8	

Obr. 26 Činnosti dle snímku pracovního dne (vlastní zpracování)

Nejvíce opakovaná operace v rámci procesu tryskání je ruční manipulace s odlitky na pracovišti C (hlavní výrobní program) a to 46 krát za směnu s časovou náročností 57 minut. Tento parametr vypovídá o skutečnosti, že pro tryskání dílů v tryskači je zapotřebí velmi často manipulovat a skládat odlitky z palety na stromeček, otáček odlitky na stromečku a skládat otryskané odlitky ze stromečku na paletu.

Průměrná hmotnost odlitku v roce 2014 byla 26,1 kg. Můžeme uvažovat, že pracovník za pozorovanou směnu ručně manipuloval 46 krát s odlitkem nerezovým a 17 krát s odlitkem ocelovým. Celkově tedy ručně přeložil přibližně (46 + 17) x 26,1 kg = 1644 kg za jednu směnu.

Čekání pracovníka zaujímá celkově 20,69 % z celkové doby pozorování. Je způsobeno zejména čekáním na stroj, kdy pracovník tímto čekáním strávil 67 minut. Toto plýtvání by mělo být eliminováno.



Obr. 27 Časová náročnost činností obsluhy tryskacího stroje (vlastní zpracování)

Z grafu časové náročnosti uváděné v hodinách je patrné, že NVA Operace, které nepřidávají hodnotu zákazníkovi, jsou nejvýznamnější s celkovým podílem časové náročnosti 51%. Jedná se zejména o manipulaci s odlitky.

Z hlediska plýtvání je nejdůležitější položkou čekání na stroj. Toto plýtvání nastalo 11 krát a pracovník strávil 67 minut na směně zcela neproduktivně. Zbývající část do celkových 90 minut byla vyplněna poradou s mistrem a ostatním čekáním. Taktéž procentuální podíl odpovídající 21% času z pracovní doby vypovídá o nutnosti eliminovat toto plýtvání. Jelikož čekání nastalo osmkrát, můžeme uvažovat o průměrné době čekání na stroj na úrovni 9 minut.

Během zpracování videozáznamu byly vypozorovány nadbytečné činnosti pracovníka a omezení:

a. Ofuk drážky stroje po otevření dveří.

b. Manipulace s těžkými břemeny za pomocí mostového jeřábu, jejichž manipulace zabrala pracovníkovi 53 minut na pracovišti Illingen F a 31 minut na pracovišti Illingen C.
c. Rošt před tryskacím strojem by měl zajistit bezpečný pohyb po pracovišti. V praxi spíše zavazí a pracovník o něj zakopává.

Obr. 28 Rošt před tryskacím strojem (vlastní zpracování)

d. Lopatou a smetákem je vybaveno pouze pracoviště u stroje Illingen C a pracovník si pomůcky přenáší. Pomůcky nemají své pevné místo pro uložení.
e. Paleta s abrazivem je uložena mimo prostor stroje, pracovník při doplňování abraziva do stroje musí překonat vzdálenost cca 10 metrů s pytlem abraziva, který váží 25 kg. Činnost opakuje dvakrát za směnu.

6.5 Analýza interních a externích činností

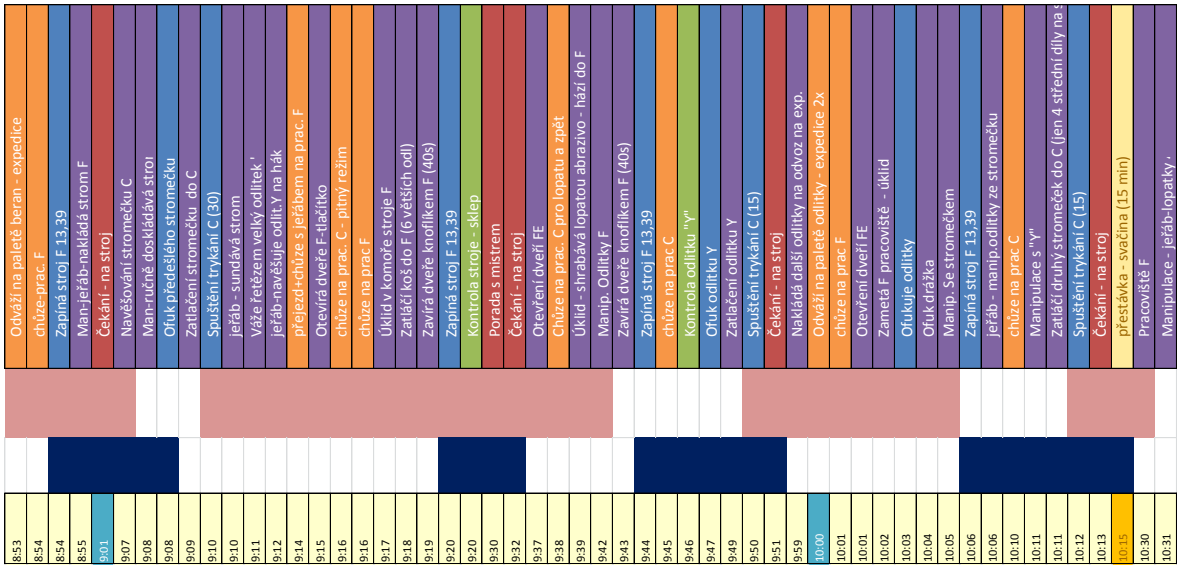
Pro správné analyzování nastalé situace je zapotřebí znát práci nejen pracovníka, ale také obou strojů Illingen C a Illingen F.

Pro přehlednost byl zhotoven vlastní graf, který vychází z pozorování na pracovišti. Je zde uveden popis vykonávané činnosti pracovníka s barevným rozlišením dle zařazení. Dalším řádkem jsou označeny doby tryskání stroje Illingen C (růžově). Následuje řádek vyznačují-

cí doby tryskání stroje Illingen F (modře). Na posledním řádku je časová osa, kde jsou zvýrazněny modře celé hodiny (např. 6:00, 7:00 atp.) sloužící pro lepší orientaci v grafu.

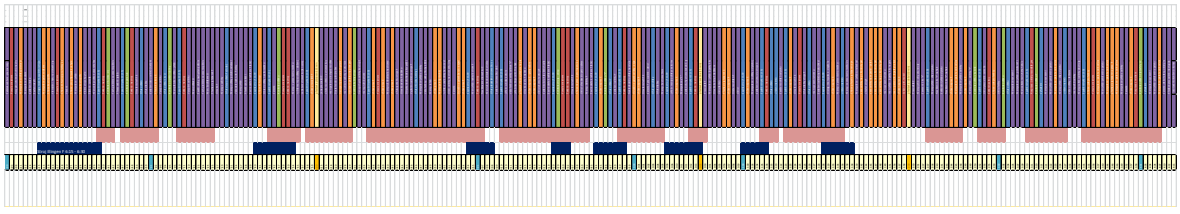
Z grafu tak je nejlépe patrné, kdy se strojní časy obou strojů překrývaly a stroje pracovaly současně. Zde je také možné rozpoznat červené políčko pracovníka, kdy čeká na stroj.

Obrázek znázorňuje výsek z uvedeného grafu, kdy lze vypozorovat provedené činnosti pracovníkem od 8:53 do 10:31. Stroj Illingen C pracuje, pracovník zapíná stroj Illingen F v 8:54. V 9:01 pracovník čeká na stroj z důvodu, že oba stroje pracují. Čekání trvá 6 minut do 9:07, kdy začal s manipulací s odlitky. Z výseku grafu je patrné, že čekání na stroj pracovníkem proběhlo třikrát, vždy v době chodu obou strojů. Celkovou dobu čekání lze odečíst a tvoří 13 minut.



Obr. 29 Výsek grafu - Práce pracovníka a strojů během jedné směny (vlastní zpracování)

Celkový náhled grafu je patrný z následujícího obrázku.



Obr. 30 Náhled na graf - Práce pracovníka a strojů během jedné směny (vlastní zpracování)

Z grafu vyplynulo, že dlouhé časy zařízení Illingen C umožňují neefektivní práci pracovníka. Stroj Illingen F je používán méně často a tryská v kratších intervalech. Situace odpovídá složení výroby, kdy hlavní výrobní program jsou nerezové odlitky, které jsou tryskány na stroji Illingen C.

6.6 Analýza využití strojů

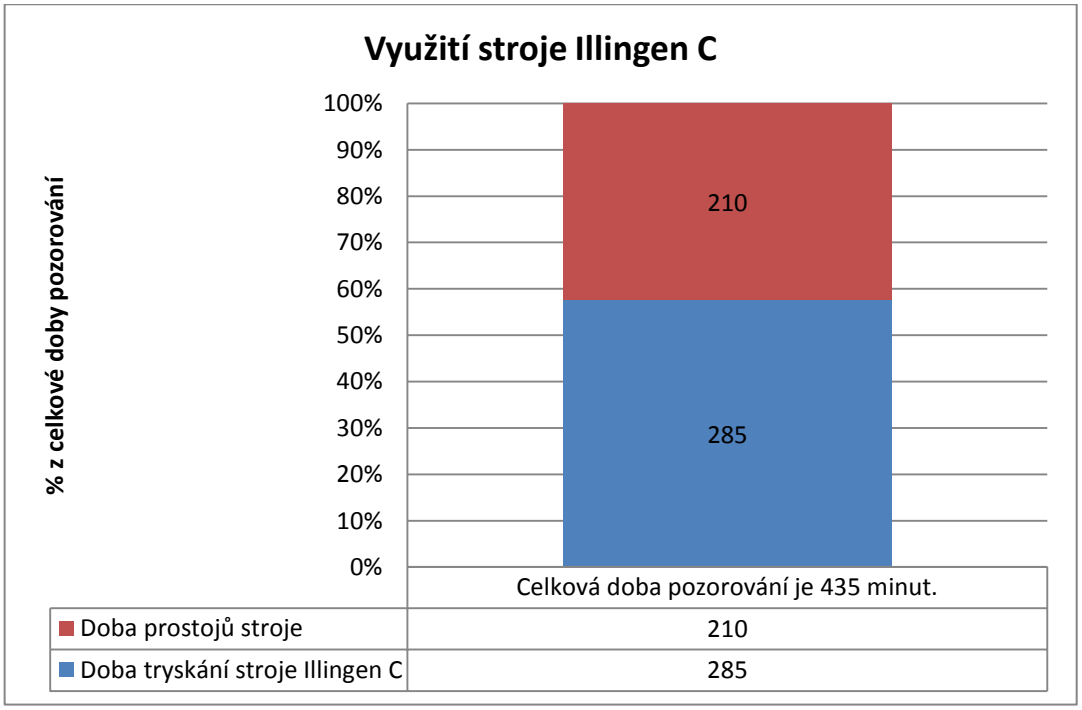
Z předchozí analýzy vyplynula skutečnost, že stroj Illingen C je poměrně dobře vytěžován a stroj Illingen F méně. Z tohoto důvodu je nutné zjistit, na kolik procent jsou oba stroje využity. Míru využití vypočteme:

Využití = (využitelný čas – prostoje)/využitelný čas

Využitelný čas udává celou dobu pozorování včetně přestávek, tj. 495 minut.

Doba tryskání je vypozorována u stoje Illingen C 285 min.

Pro toto hodnocení byl zpracován následující graf.



Obr. 31 Využití stroje Illingen C (vlastní zpracování)

Využití = (využitelný čas – prostoje)/využitelný čas

Využití stroje Illingen C = (495-150-60)/495 =57,58 %

Míra využití se zdá být na nižší úrovni. Nutno upozornit, že na výpočet velmi ovlivňují dvě přestávky po 15 minutách a obědová přestávka 30 min.

Příčinou hromadění odlitků na pracovišti tryskání může být požadavek pracoviště expedice na přetryskání dílů. Tyto díly se tryskají 40 min. V době pozorování tento požadavek od expedice nevzešel.

Při stejných podmínkách ostatních technologií na přestávky se stává z pracoviště tryskání nerezových odlitků úzké místo. Pro správné rozhodnutí o řešení problému je nutno vzít v potaz nutné činnosti vykonávané mezi ukončením tryskání stroje a jeho opětovným spuštěním.

Z tohoto důvodu byl naměřen a zaznamenán průběh činností a zpracován do podoby následující tabulky. Tabulka ukazuje časy prováděných činností stroje, produktu a pracovníka.

Tab. 3 Nutné manipulační časy stroje Illingen C (vlastní zpracování)

čas (h:m:s)		Popis činnosti		
stopky	**odpočet**	**Tryskací stroj**	**Výrobek**	**Pracovník**
0:00:00	0:00:20	Stroj dotryskal - čeká	Neofoukaný odlitek uvnitř stroje	Pracovník rozpozná ukončení tryskání - jde ke stroji
0:00:20	0:00:40	stojí	čeká	Zmáčne a drží tlačítko - otevírá dveře
0:01:00	0:00:05	otevřely se dveře	čeká	Bere ofukovou hadici a jde ke kabině (3m)
0:01:05	0:00:20	stojí - otevřené dveře	čeká	ofukuje drážku dveří - problematické místo stroje
0:01:25	0:00:50	stojí - otevřené dveře	je ofukován	ofukuje dutiny odlitku, odlitek
0:02:15	0:00:40	vyváží odlitek ze stroje	transport očištěnoho odlitku ze stroje	Zmáčne tlačítko na vyvezení odlitku, čeká
0:02:55	0:00:30	čeká	transport očištěnoho odlitku ze stroje	ručně po drážce odtlačí odlitek
0:03:25	0:00:30	čeká	transport znečištěného odlitku do stroje	Zatláčí ručně po drážce odlitek do stroje
0:03:55	0:00:40	zaváží odlitek	transport znečištěného odlitku do stroje	Zmáčkl tlačítko a čeká, až se odlitek zaveze do stroje
0:04:35	0:00:40	zavírá dveře	čeká	Drží tlačítko - dveře se zavírají
0:05:15		tryská - pracuje	je tryskán	externí čas - manipulace s vyvezenými odlitky

Barevně je odlišen čas prvního, již očištěného odlitku po otryskání (modře podbarveno) a druhého odlitku před tryskáním (červeně podbarveno).

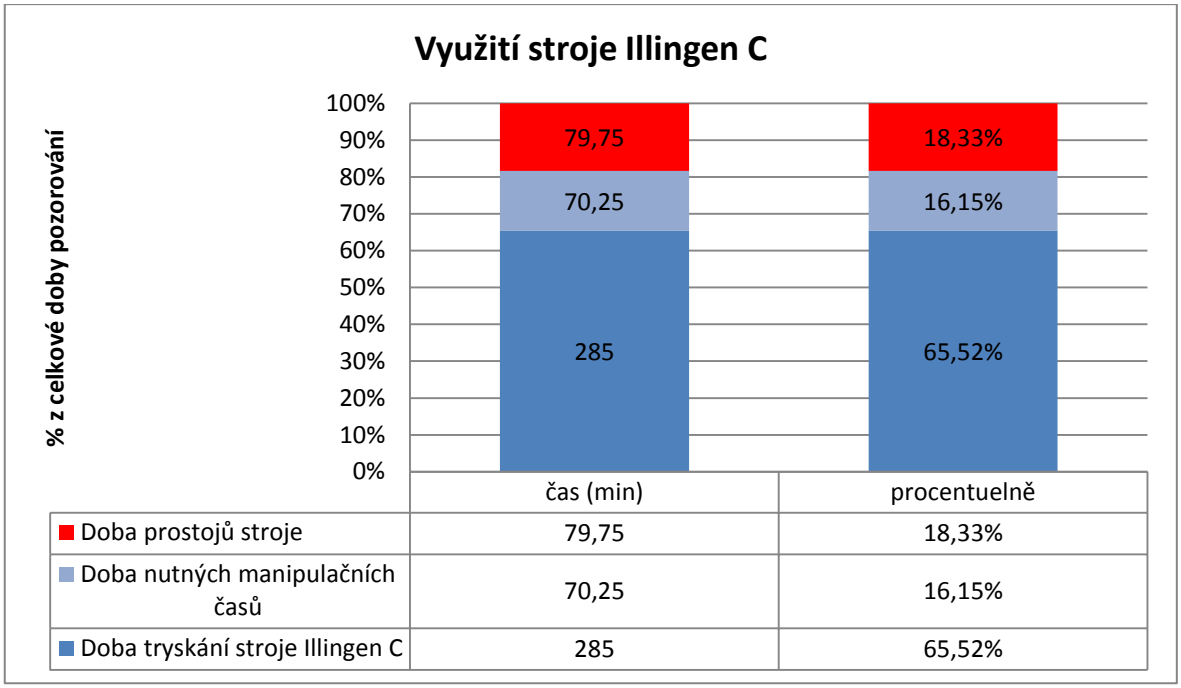
Z celkového využitelného času 435 minut bez přestávek stroj pracoval 285 minut. Během pozorování bylo uskutečněno 15 krát spuštění stroje Illingen C. Obslužné časy nutné pro spuštění byly:

První naplnění stroje	110 s
13 tryskacích cyklů	315 s * 13 = 3900 s
Poslední tryskání – konec	205 s
Čas nutný pro výměnu za směnu	4215 s = 70,25 min

Manipulace nutná pro tryskání, které zasahovaly do interních časů stroje (stroj nepracuje) zabrala 70,25 minut za směnu.

Pokud zohledníme tyto časy a připočteme je k časům práce stroje (nemůžeme je v současnosti odstranit), dostaneme:

Doba tryskání stoje Illingen C	285 min
Doba nutných manipulací	70,25 min
Doba nutná pro tryskání	355,25 min



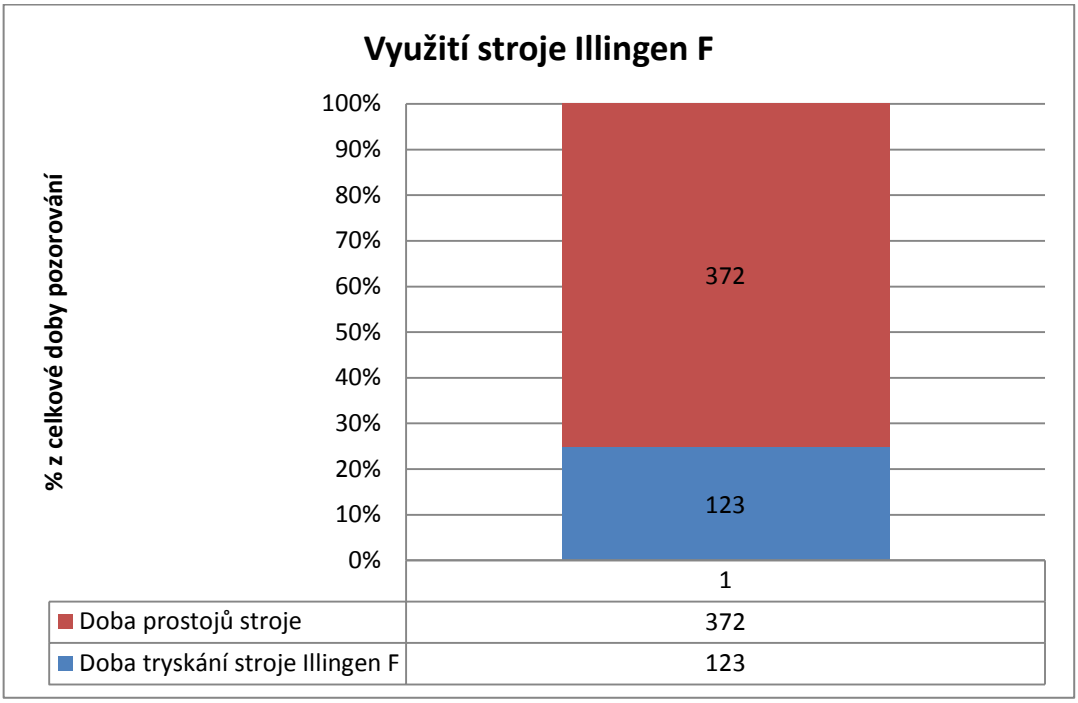
	čas (min)	procentuelně
Doba prostojů stroje	79,75	18,33%
Doba nutných manipulačních časů	70,25	16,15%
Doba tryskání stroje Illingen C	285	65,52%

Obr. 32 Míra využití stroje po zohlednění přestávek a nutných manipulačních časů (vlastní zpracování)

Míra využití po zohlednění přestávek (rozhodnutí managementu) a nutných manipulačních časů:

Využití stroje Illingen C = (435min -79,75min) / 435min = 81,67%

Toto poměrně vysoké skutečné využití stroje může mít při požadavku expedice na tryskání dílů zásadní vliv na hromadění odlitků na vstupním bufferu tryskacího stroje Illingen C.



Obr. 33 Využití stroje Illingen C (vlastní zpracování)

Využití stroje Illingen F = 123/495 = 24,84 %

Analýza využití stroje Illingen F poukazuje na jeho velmi nízké využití, které ale koresponduje s výrobním programem firmy. Tento stroj nemůže být používán pro tryskání nerezových odlitků z důvodu osazení ocelového abraziva jako náplně pro tryskání. Pokud by došlo k otryskání nerezových odlitků, mohlo by dojít k zanesení feritického prachu do povrchu odlitku a jeho následné korozi. Bylo tedy upuštěno od zkoumání stavu po započtení přestávek a nutných manipulací.

6.7 Analýza výkonu stroje Illingen C

Je nesnadné pro tryskací stroj dopočítat výkon z důvodu variability odlitků, způsobu navěšování, různých tryskacích časů dle operace tryskání na odlitku.

Produkce firmy S+C Alfanametal je 407 tun speciálních nerezových odlitků za rok. Na jednu směnu tak připadá 407/252=1,615 tun otryskaných odlitků.

Ve firmě se pracuje na dvě směny. Na směnu tak připadá 808 kg.

Každý odlitek se tryská 4x. Požadované časy na operaci tryskání jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 4 Časy operací tryskání (vlastní zpracování)

Popis tryskání	Stávající stav
	minuty
od písku	15
po pálení	15
po opravách	30
na expedici	40
Celkem	**100**

Hmotnosti jednotlivých odlitků jsou různé dle požadavku zákazníka a možností slévárny.

Průměrná hmotnost odlitku za rok 2014 byla dle interních materiálů 26,1 kg.

Při výpočtu výkonu nebudeme tedy vycházet z ideálního času na výrobu jednoho kusu, ale jednoho kilogramu odlitku.

Neexistuje evidence přetryskávání. Pokud tedy obsluha vyhodnotí odlitek (odlitky) jako nedostatečně otryskané, nastaví operatér další cyklus tryskání s nižším časem tryskání.

Nelze tedy jednoznačně určit, kolik kilogramů odlitků bylo skutečně otryskáno. Lze určit, že se za rok 2014 během dvousměnného provozu kvalitně otryskalo 407 tun.

Bez zohlednění přetryskávání je ideální čas vypočtený na jeden kilogram odlitku:

Ideální čas na výrobu 1 kg odtliku = 435 minut / 808 kg odlitků = 0,538 min.

Výkon = (počet vyrobených kilogramů * Ideální čas) / (využitelný čas – prostoje)

Za pozorovanou směnu bylo otryskáno 822 kg odlitků.

Výkon stroje Illingen za pozorovanou směnu = 822 * 0,538 / (495 – 79,75) = 106,5%

Problém s ukazatelem výkonu stroje spatřuji ve stanovení ideálního času na výrobu jednoho kilogramu odlitku.

Faktory ovlivňující ideální čas tryskání:

- Vstupní kvalita odlitku pro otryskání
  - množství písku na odlitku po operaci na vibračním roštu,
  - připečeniny,
  - teplota odlitku,

  - velikost povrchu odlitku,
  - velikost vtokových soustav a nálitků.
- Požadovaná výstupní kvalita odlitku,
  - každá operace vyžaduje specifickou kvalitu povrchu pro další operaci,
  - zhodnocení vizuální obsluhou stroje (chyba lidského faktoru).
- Abrazivo pro tryskání,
  - homogennost,
  - tvar abraziva,
  - tvrdost abraziva,
  - chemické složení,
  - stálost jakosti abraziva (zodpovídá dodavatel).
- Technický stav stroje,
  - rychlost vrhání abraziva metacími koly,
  - pracovní zatížení metacích zařízení,
  - směrování paprsků abraziva na tryskaný předmět,
  - otáčení a pojezd háku v kabině (prokluz dle technického stavu).
- Zavěšení odlitků ve stroji,
  - kvalita zavěšení – tryskací paprsky pokrývají zavěšené odlitky (lidský faktor).

6.8 Výpočet kvality otryskaných odlitků strojem Illingen C

Kvalita je posuzována u každého kusu zvlášť a neshodnost (nesprávné otryskání) je řešeno tzv. přetryskáním. Cyklus se opakuje – kus je znovu zavezen pro další otryskání do stroje a dojde ke zvýšení času potřebného na otryskání jednoho kusu. Tato činnost není zaznamenávána. Z důvodu neexistence informací o kvalitě při procesu tryskání nemůžeme spočítat tento parametr a nelze tak dopočíst parametr CEZ.

6.9 5S miniaudit pracoviště tryskání

Pro provedení miniauditu 5S byl vyhotoven formulář pro zaznamenání jednotlivých kroků.

Ve firmě prozatím není metoda 5S plně zavedena. Vybraná pracoviště jsou standardizována, pracoviště tryskání k nim však nepatří. I přes tuto skutečnost pracoviště má svůj řád a pracovník není zdržován od práce ani nemá významné překážky při práci. Na základě vy-

hodnocení analýzy byly doporučeny kroky a v roce 2015 dojde k zavedení 5S na pracoviště tryskání. V rámci diplomové práce vznikne standard pracoviště.

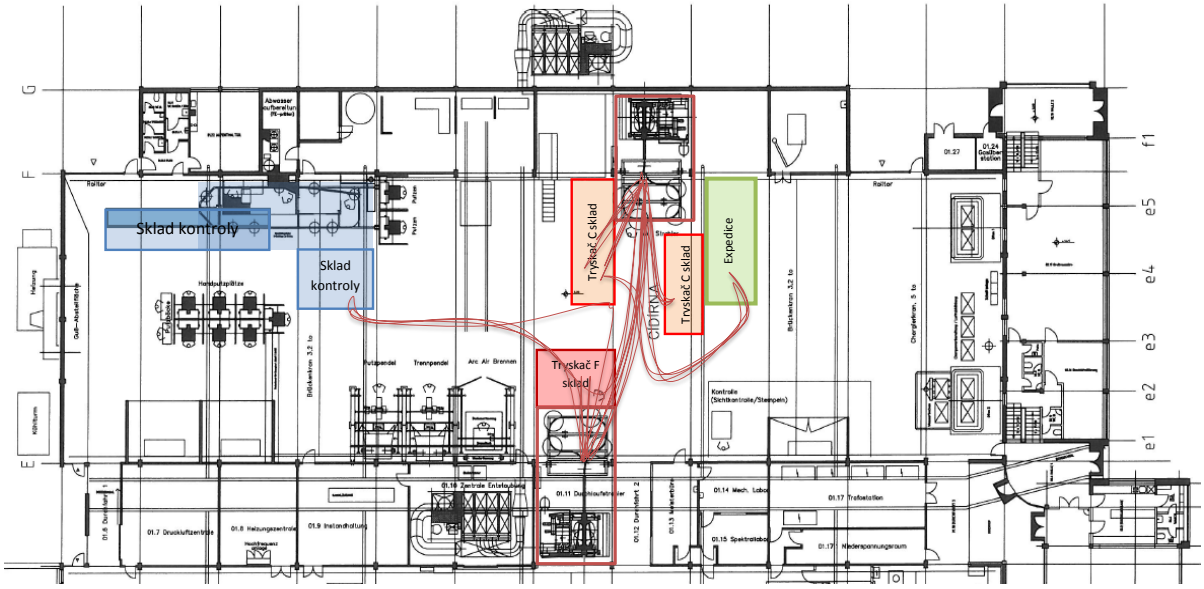
Tab. 5 Formulář pro zaznamenávání 5S (vlastní zpracování)

		Počet bodů		Zjištěné závady / výtky
		Uděleno	Maximum	
S1	Vytřiď			
	Žádné nepotřebné zařízení	8	10	Svěrák na pracovišti
	Žádné nepotřebné nástroje a přípravky	4	10	Rozbitý stromeček a lopata
	Žádný nepotřebný materiál	4	10	Nálitky, ocelové tyče, hadice za strojem
	Žádné nepotřebné/neaktuální údaje	6	10	
	Osobní věci řádně uloženy	6	10	
S2	Uspořádej			
	Označení zařízení, nástrojů a přípravků	2	10	Chybí popisy
	Materiál na stanovených plochách	3	10	Nejsou vyznačeny
	Odpad na stanovených plochách	3	10	Neoznačené místo
	Všechny nástroje a přípravky na stanoveném místě	3	10	Chybí popisy, označení, místo pro přípravky na zavěšování
	Měřidla řádně uloženy	Nejsou	0	
	Materiál pouze v potřebném množství	7	10	Chybí abrazivo u stroje
S3	Udržuj čistotu			
	Pracoviště udržováno v čistotě	8	10	Rošty nelze čistit, zavazí
	Zaměstnanci proškoleni na úklid	0	10	Nejsou – každý čistí jinak
	Materiál k úklidu a čištění k dispozici	5	10	Chybí výbava u stroje Illingen F (lopata, smeták)
	Stroje, zařízení a přípravky udržovány v čistotě	5	10	Stroj se nečistí celý
	Preventivní prohlídky strojů a zařízení (údržba)	2	10	Občasná kontrola údržbou a obsluhou.
S4	Standardizuj			
	Označení materiálu (zakázka, stav)	8	10	Číslo odlitku – nepřehlednost
	Měřidla kalibrována, určené správné zacházení	Nejsou	0	
	Pracovní pomůcky aktuální, určené správné zacházení	3	10	Chybí standard
	Platnost pracovních instrukcí	8	10	Pracovní návodka není vizualizována
	Stanovený 1. kus	Není	0	
	Dostupné záznamy o neshodě	Nepoužívají	0	Nejsou zavedeny
S5	Udržuj			
	Udržování provozuschopnosti strojů a zařízení	3	10	namátková kontrola, oprava po poruše
	BOZP (dodržování pravidel bezpečnosti, používání OOPP)	9	10	vyžadováno
	Seznam poučených osob s podpisy	10	10	
	Zapracování zaměstnanců	10	10	
	Týmové diskuze	8	10	
	Celkový počet dosažených bodů	123	230	

Tento formulář byl vyplněn za přítomnosti obsluhy a vedoucího pracovníka. Nebyl však nástrojem pro kárání pracovníka. Pracovník si sám měl navrhnout ohodnocení svého pracoviště a byl vybídnut k návrhům na zlepšení. Vyplněný formulář poslouží jako podklad pro zavedení 5S na pracoviště tryskání.

6.10 Spaghetti diagram

Obrázek zachycuje náhled na diagram, který posloužil ke kontrole přecházených vzdáleností.



Obr. 34 Spaghetti diagram (vlastní zpracování)

Po posouzení pohybů pracovníka po cídírně nebylo shledáno významné plýtvání. Bylo by možné eliminovat pohyby změnou uspořádání technologií. Vyvstaly by ovšem další rizika spojená se záměnou výrobního programu nerez za feritické odlitky a jejich otryskání v nesprávném stroji. Z tohoto důvodu bylo umístění tryskačů vedle sebe zamítnuto.

6.11 Analýza nákladů na tryskání

Náklady na výrobní proces jsou nutnou součástí úvahy o zlepšení procesu. Do procesu tryskání vstupuje pracovní síla pracovníka obsluhy tryskače, pracovní síla údržbáře, spotřební díly stroje, náhradní díly stroje, energie, abrazivní materiál a likvidace odpadu od tryskání.

Pro porovnání a rozhodnutí o správném dalším postupu musíme znát celkový náklad na operaci tryskání za období před změnami v roce 2014. Objem produkce byl v roce 2014 407 tun.

Jednotlivé náklady byly rozpočítány do položek na základě dat z informačního systému firmy. Firma S+C Alfanametal používá informační systém SAP.

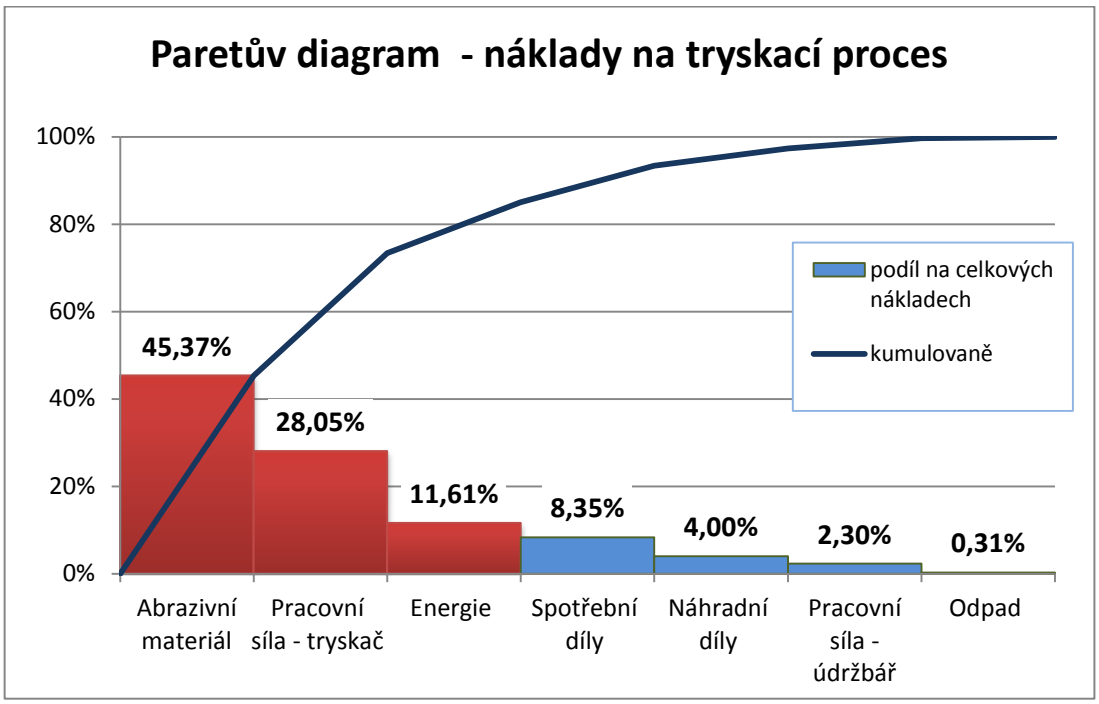
Tab. 6 Náklady na proces tryskání v roce 2014 (vlastní zpracování)

Náklady na proces tryskání v roce 2014

	sledovaný rok	**2014**			
č.	**Popis nákladové položky**	**Množství jdn.**	**Cena za jdn. (Kč/ks)**	**Náklad celkem (Kč)**	**Náklad tryskání na 1tunu výrobků Kč 2014**
1	Pracovní síla (hod.) - tryskač	2,00	403200	806400	1981
2	Pracovní síla (hod.) - údržbář	0,15	441600	66240	163
3	Spotřební díly (Kč)			240000	590
4	Náhradní díly (Kč)			115000	283
5	**Energie kW/h**	59,00	2,50	333645	820
6	**Abrazivní materiál**	13,50	96600	1304100	3204
7	**Odpad (t)**	15,00	0,60	9000	22
8	**Náklad celkem**			**2874385**	**7062**
9	**Počet vyrobených tun**	407,00			

Po analyzování nákladů na tryskací proces jsme získali poměrový ukazatel „náklad tryskání na jednu tunu výrobků za dané období“. Tento ukazatel bude sloužit pro srovnání s následujícím rokem. Pokud náklad na jednu tunu v roce 2015 klesne, dojde k úsporám. Celková výše úspor bude vypočtena vynásobením úspor za jednu tunu a celkové produkce v roce 2015.

Zajímavým údajem z analýzy nákladů je podíl abraziva a pracovní síly operátora na celkových nákladech operace tryskání.



Obr. 35 Náklady na tryskací proces – Paretův diagram (vlastní zpracování)

Za pomocí Paretova diagramu (grafu) jsme zjistili nejdůležitější nákladové položky při procesu tryskání. Nejvíce se podílí na procesu tryskání abrazivo s podílem 45,37% z celkových nákladů, druhý nejvyšší podíl na celkových nákladech procesu tryskání patří mzdovým nákladům na pracovníka obsluhy tryskače. Poslední důležitou položkou jsou energie s 11,61% podílem na celkových nákladech na tryskání.

7 SHRNUTÍ VYHODNOCENÍ ANALÝZ

Pro navržení správného řešení bylo zapotřebí shrnout výsledky jednotlivých provedených analýz. Toto shrnutí bude podkladem pro projektovou část, kdy budou navrženy konkrétní kroky ke zlepšení vybraného procesu.

V analýze byly vyhodnoceny procesy v cídírně a v souladu se zadáním diplomové práce i zadáním z firmy S+C Alfanametal byl podrobněji analyzován proces tryskání na stroji Illingen C. Tento stroj se v době požadavku zákazníka na tryskání odlitků před expedicí stává úzkým místem výroby. Důsledkem tohoto faktu je hromadění se odlitků před tímto pracovištěm tryskání.

7.1 Procesní analýza

Dle zjištění plynoucí z procesní analýzy se potvrdilo, že tryskací proces je z pohledu výroby nezbytný a každý výrobek musí být touto technologií opracován minimálně čtyřikrát. Procesní analýza prokázala, že operace tryskání je ve srovnání s ostatními technologiemi cídírny poddimenzována.

1) Z uvedené analýzy toku jednoho kusu vyplývá, že z celkového počtu deseti prováděných operací na odlitku v cídírně připadají čtyři operace v celkovém čase 100 minut na tryskání a tři operace v celkovém čase 185 minut na čtyři pracoviště broušení.
2) Tryskání je nejvíce vytíženým pracovištěm cídírny.
3) Celkový čas všech provedených operací na odlitku je 345 minut, celkový čas tryskání je 100 minut. Čas tryskání odlitku se podílí na celkovém čase všech operací 100/345 = 29%.

Tryskání zabírá 29% času všech vykonaných operací.

Je proto důležité zaměřit se právě na tento proces a navrhnout řešení pro zlepšení.

7.2 Snímek pracovního dne

Analýzou snímku pracovního dne jsme dospěli k těmto závěrům:

1) Nejvíce opakovaná operace v rámci procesu tryskání je ruční manipulace s odlitky na pracovišti C. Pracovník ručně přeloží 1644 kg.

2) Bylo definováno plýtvání v činnosti čekání na stroj. Čekání zabralo pracovníkovi 67 minut a tvoří 20,69% z celkového času pozorování.
3) Byly vypozorovány nadbytečné činnosti pracovníka a další omezení:
    a. Ofuk drážky stroje po otevření dveří
    b. Manipulace s těžkými břemeny za pomocí mostového jeřábu, jejichž manipulace zabrala pracovníkovi 53 minut na pracovišti Illingen F a 31 minut na pracovišti Illingen C.
    c. Rošt před tryskacím strojem by měl zajistit bezpečný pohyb po pracovišti. V praxi spíše zavazí a pracovník o něj zakopává
    d. Lopatou a smetákem je vybaveno pouze pracoviště u stroje Illingen C a pracovník si pomůcky přenáší. Pomůcky nemají své pevné místo pro uložení.
    e. Paleta s abrazivem je uložena mimo prostor stroje, pracovník při doplňování abraziva do stroje musí překonat vzdálenost cca 10 metrů s pytlem abraziva, který váží 25 kg. Činnost opakuje dvakrát za směnu.

7.3 Analýza využití strojů

Doba tryskání stoje Illingen C	285 min
Doba nutných manipulací	70,25 min
Doba nutná pro tryskání	355,25 min

Míra využití po zohlednění přestávek a nutných manipulačních časů:

Využití stroje Illingen C = (435-79,75) / 435 = 81,67%

Toto poměrně vysoké skutečné využití stroje může mít při požadavku expedice na tryskání dílů zásadní vliv na hromadění odlitků na vstupním bufferu tryskacího stroje Illingen C.

7.4 Analýza interních a externích činností

Analýza pomohla rozkrýt několik situací, kdy nepracoval ani jeden stroj a ukázala na plýtvání, kdy pracovník tryskače čeká na dokončení operace tryskání. Analýza identifikovala časy nutné manipulace pro spuštění tryskání.

7.5 Vyhodnocení spaghetti diagramu

V současnosti není nezbytné měnit layout pracoviště.

8 PROJEKT ZLEPŠENÍ PROCESU TRYSKÁNÍ A MANIPULACE

V této části práce je popsán návrh řešení pro zlepšení procesu tryskání a vypracován projekt.

Postup vypracování projektu:

1) na základě provedených analýz definovat cíle projektu,
2) sestavení týmu,
3) workshop - Analýza současného stavu a vyhodnocení v týmu,
4) výběr oblasti implementace,
5) vznik katalogu opatření,
6) vyhotovení podrobného harmonogramu projektu,
7) rozhodnutí o realizaci,
8) realizace opatření,
9) vyhodnocení přínosů projektu.

Očekávané přínosy:

1) snížení doby tryskání,
2) snížení nákladů procesu tryskání o 10%,
3) zvýšení kvality povrchů odlitků (vizuálně),
4) zlepšení pracoviště tryskání (vizuálně).

8.1 Zadání a definování projektu

Název projektu: Projekt zlepšení procesu tryskání ve firmě S+C Alfanametal

Cíl projektu: Zvýšit efektivitu procesu tryskání nerezových odlitků

Tab. 7 Srovnání stávajícího času tryskání u jednotlivých činností s požadovaným časem (vlastní zpracování)

Čas tryskání	Stávající	Požadovaný čas
	min	min
od písku	15	12
po pálení	15	12
po opravách	30	25
na expedici	40	35
Celkem	100	84

Dílčí cíle projektu: Zlepšení pracovních podmínek na pracovišti tryskání

Uvolnit přeplněné buffery před strojem Illingen C

Snížení nákladů na otryskanou tunu nerezových odlitků

Projektový tým: Jednatel společnosti S+C Alfanametal

Vedoucí výroby

Diplomant - Průmyslový inženýr

Ekonom

Vedoucí údržby

Omezení projektu a východiska:

Vymezený rozpočet na projekt 500 000 Kč.

Požadovaná návratnost do 2 let.

Doba projektu do 12 měsíců včetně realizace.

Odstávka stroje ne delší jak 4 týdny.

Projekt nepočítá se změnami, které nejsou v projektu jednoznačně uvedeny.

Rizika projektu: **Chybějící odborník pro proces tryskání** – pokud by nebylo možné zajistit technika z WINOA Group, nebylo by možné posoudit stroj z hlediska obvyklého výkonu a návrhu technických úprav.

Nespolupráce ze strany operátorů – pracovníci mají obavy ze změn na pracovištích z důvodu navýšení práce, vyšší kontroly, narušení zvyklostí.

Rozpad projektového týmu – pří nízké zainteresovanosti členů týmu může dojít k jeho nefunkčnosti. Členové pozbydou nadšení pro projekt a ztratí zájem projekt dopracovat. Vznikne tak nezrealizovaný projekt = plýtvání.

Analýza rizik

Tab. 8 Analýza rizik (vlastní zpracování)

Druh rizika	Pravděpodobnost výskytu rizika	Závažnost rizika	Míra rizika	Návrhy na opatření
Nezájem managementu	2	5	**10**	Zapojení managementu do projektu, prezentace přínosů, propočet návratnosti pro správné rozhodnutí o realizaci projektu.
Rozpad projektového týmu	3	5	**15**	Sestavení projektového týmu musí být podpořeno managementem. Členové týmu budou stimulováni odměnou.
Překročení omezení projektu	3	4	**12**	Důkladné dodržování harmonogramu, překročení způsobená dodavatelem budou ošetřeny v rámci smlouvy o dílo.
Neuvolnění investice do technických úprav ze strany koncernu	2	4	**8**	Zaplánování do investičního plánu 2015 pro schválení koncernem S+C
Technické úpravy nepovedou ke snížení časů tryskání	2	4	**8**	Ověření v praxi jiné slévárny, vyžádat si reference od konstruktéra a dodavatele technického řešení.
Nespolupráce ze strany operátorů	4	4	**16**	Proškolení obsluhy – proces tryskání, pracovní směs, kontrola stroje, standard pracoviště
Nespolupráce ze strany údržby	4	3	**12**	Proškolení údržbářů – tryskací stroje, používané materiály, standard údržby
Nedodržování nastavených standardů na pracovišti	4	3	**12**	Pravidelná kontrola pracovníků a konzultace s vedoucím výroby
Nenalezení odborníka na oblast tryskání	4	4	**16**	Dohoda s WINOA Group – Kovobrasiv Mníšek s.r.o. na poskytnutí odborného technika WALUE v rámci dodávek abraziva STELUX.

Body	Pravděpodobnost výskytu rizika	Závažnost následků rizika
1	Téměř vyloučená	Nevýznamná
2	Spíše nepravděpodobná	Malá
3	Pravděpodobná	Střední
4	Velmi pravděpodobná	Velká
5	Téměř jistá	Kritická

Kategorie	Součin bodů	Druh rizika
I.	1 – 2	Banální
II.	3 – 6	Mírné
III.	8 - 10	Ohrožující
IV.	12 - 15	Závažné
V.	16 - 25	Zničující

Časový harmonogram projektu:

Tab. 9 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

DMAIC	%	Aktivita	2014								2015																	
			listopad				prosinec				leden				únor				březen				duben				květen			
		Týden	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	13.	14.	15.	16.
		Před-projektová fáze																												
D,M	0	Měření, pozorování, zjištění a definování problému																												
A	0	Analýza naměřených skutečností, sestavení týmu																												
		Projektová fáze																												
D,M, A	25	Workshop - definovat současný stav a problém, měřit současný stav, v týmu analyzovat problém																												
I	25	Realizace projektu																												
I	75	Zahájení běžný provozu																												
C	100	**vyhodnocení projektu**																							pozorování		výsledky			

Časová rezerva je zohledněna v poslední fázi vyhodnocení výsledků. Časová náročnost pro vyhotovení vyhodnocení je uvažována na dva pracovní dny a je vyčleněno 14 dnů.

8.2 Workshop

Pro rychlejší identifikaci možností zlepšení byla využita metoda workshopu. Workshop se uskutečnil v prosinci 2014 ve firmě S+C Alfanametal.

8.2.1 Příprava workshopu

Naplánování workshopu proběhlo 14 dní před workshopem samotným. Hlavním tématem workshopu bylo zlepšení procesu tryskání a uvolnění přeplněných bufferů před tryskacím strojem Illingen C v době požadavku expedice na přetryskání odlitků.

V rámci workshopu byly zapojeny tyto strany pro nalezení řešení:

1) Autor diplomové práce – moderátor workshopu a student PI
2) Zástupci firmy S+C Alfanametal
    a. Jednatel firmy
    b. Vedoucí výroby
    c. Vedoucí údržby
    d. Ekonom
3) Zástupce dodavatele abrazivních materiálů
    a. Odborný technik WALUE (specialista na tryskací zařízení) a tryskání
4) Zástupce spolupracující konstrukční firmy
    a. Konstruktér

Jednotliví účastníci byli obeslání emailem s pozvánkou na workshop a poté proběhla telefonická komunikace mezi moderátorem a pozvanými stranami. V pozvánce na workshop již byl popsán problém, který bude řešen.

8.2.2 Příprava účastníků k workshopu:

Dále byli účastníci požádáni o jejich vlastní přípravu k workshopu.

Vedoucí údržby – zajistí prohlídku cídírny s cílem seznámit účastníky workshopu se současným stavem řešeného problému a procesů v cídírně.

Vedoucí údržby – shromáždí informace o často se vyskytujících závadách u tryskacích strojů a připraví krátkou prezentaci.

Ekonom – shromáždí podklady pro výpočet tryskací operace.

Odborný technik WALUE – hodinové školení o tryskání, vlivech na dobu tryskání a údržby tryskačů.

Konstruktér – Příklady možného řešení závěsného tryskacího zařízení a manipulace s odlitky.

Jednatel – pomocí asistentky zajistí prostory pro setkání a občerstvení pro účastníky.

Moderátor – zajistí bloky a psací potřeby, projektor, PC a zpracuje prezentaci, která vychází z analýz provedených ve výrobě. Připraví prezentaci a představí vybrané průmyslové metody pro možné řešení.

8.2.3 Průběh workshopu

Workshop byl připraven dvoudenní a podstatou bylo vytvořit silný tým a využít synergického efektu pro nalezení nejlepšího řešení.

8.2.3.1 První den workshopu

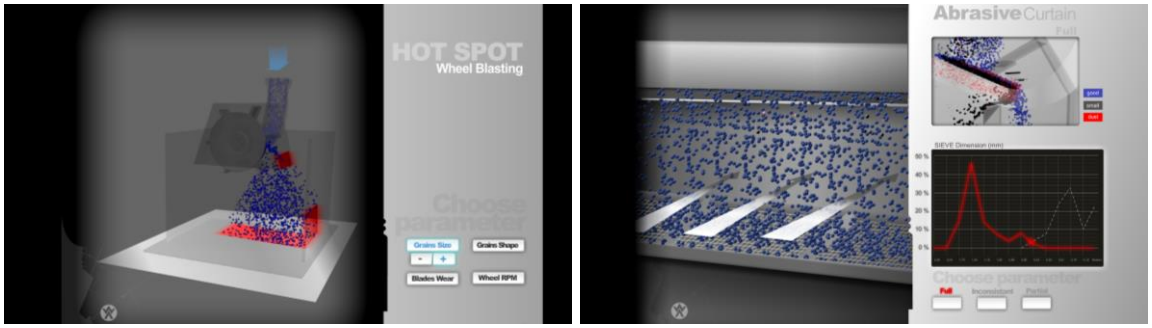
Workshop začal v 9:30 uvítáním týmu moderátorem a poděkováním za účast. Byli představeni jednotliví členové týmu a pan jednatel představil v krátkosti firmu pro všechny zúčastněné. V 10:30 bylo naplánováno seznámení účastníky s cídírnou. Vedoucí výroby celý tým pozval do cídírny a zorganizoval přibližně hodinovou prohlídku cídírny s vysvětlením probíhajících procesů.

Celý tým měl možnost pokládat otázky a vedoucí výroby na ně odpovídal. Všichni měli možnost zápisu poznámek do bloku.

V 11:30 přestávka na oběd

Po obědě v 12:30 pokračoval workshop prezentací odborného technika o průběhu tryskání, tryskacích zařízeních a údržbě tryskacího zařízení. Pro prezentaci byl využit projektor a plátno. Velmi zajímavé pak byly simulace, zachycující jednotlivé vlivy na tryskání. Například velikost použité frakce abraziva pro pokrytí tryskané plochy při tryskání a simulace potřebných časů, vliv funkce separátoru pro tvorbu odpovídající pracovní směsi abraziva ve stroji, vliv nastavení horké stopy na celkový čas tryskání.

Obr. 36 Otryskávání povrchů a závislost rychlosti tryskání na velikosti použité frakce abraziva (vlastní zpracování dle interních materiálů WINOA Group)



Obr. 37 Nastavení směru tryskání a třízení pracovní směsi v tryskacím stroji (vlastní zpracování dle simulací WINOA Group)

Prezentace odborného technika byla velmi přínosná pro tým. Její rozsah byl vyčerpávající. Po prezentaci následovala diskuse.

Jako další přednesl vedoucí údržby prezentaci týkající se nejčastěji opakovaných oprav na tryskacím stroji Illingen C. Jednalo se o opravy po poruše:

- Ložisko kolečka vedení dveří v drážce – výměna
- Dveře – zkřížení z důvodu poruchy na vedení dveří
- Kartáče kryjící otočný hák stroje
- Gumy kryjící otočný hák stroje

Nejčastěji měněnou položkou byly lopatky metacího zařízení. Tyto podléhají denní kontrole, za kterou je odpovědná údržba stroje.

Ekonom dostal slovo v 14:30 a krátce účastníky seznámil s nákladovostí procesu tryskání. Mezi nejvyšší položky patřily:

- Abrazivní materiál
- Mzda – obsluha tryskače
- Energie
- Spotřební díly

Konstruktér v 15:00 představil několik technických řešení, které byly použity v praxi jiných firem. Jednalo se taktéž o technologii tryskání s metacími koly se závěsným systémem.

Obr. 38 Technické řešení stroje s metacími koly (vlastní zpracování)

Na rozdíl od stroje Illingen C bylo zdůrazněno jiné konstrukční řešení dveří a zatěsnění drážky.

Diplomant – průmyslový inženýr přebral slovo v 16:00 a představil účastníkům výsledky analýz provedené v cídírně. Krátce představil vybrané průmyslové metody, jako nástroj pro možné řešení problému s efektivitou stroje. Upozornil na nutnost řešit skutečné využití zařízení (započteny časy nutných manipulací) a skutečnou efektivitu zařízení. Upozornil na fakt, že neexistuje standard efektivity zařízení Illingen C.

Mezi představené metody průmyslového inženýrství moderátor zařadil:

- Skutečné využití stroje
- 5S pro operátory
- Vizualizace pracoviště
- Problematika externích a interních činností
- Problematika operací přidávajících hodnotu a nepřidávajících hodnotu výrobku

V 16:45 začala moderovaná diskuse o současném stavu tryskacího procesu, procesech v cídírně, jednotlivých operacích, vytížení pracovníka, možnosti zlepšení stroje Illingen či jeho nahrazení, optimalizace pracoviště, nutných indikátorech, které chceme sledovat. Moderátor se snažil nepředkládat návrhy a vyjadřovat se pouze k problematice průmyslového inženýrství. Snahou bylo nechat tým pracovat a podporovat živou diskusi. Diskuse pak byla ukončena v 17:30 zadáním jednoduchého úkolu pro zítřejší pokračování workshopu.

Každý z účastníků pojmenuje problém v cídírně, určí příčinu tohoto problému a navrhne ze své odbornosti konkrétní řešení. Míru zpracování problému přenechal moderátor na možnostech účastníků, jelikož každý člen týmu vidí problém z jiného úhlu. Tímto přístupem lze využít kreativity jedinců a dostat nejlepší možnou kombinaci návrhů řešení pro další den workshopu.

V 18:00 byl první den workshopu moderátorem ukončen.

8.2.3.2 Druhý den workshopu

Začátek workshopu byl stanoven na 8:00. Moderátor uvítal přítomné účastníky týmu a seznámil je s metodou vypracování akčního plánu.

Nejprve každý určí problém. Po definici problému byl navržen způsob měření problému, pokud již byl zkoumán, byla představena analýza daného problému. Jakmile bude problém definován a bude mu přiřazena hodnota pro porovnání (bude určen-změřen), je možné pro-

blém analyzovat za pomocí brainstormingu. Je bezpodmínečně nutné dodržovat pravidla brainstormingu, která byla účastníkům v rámci druhého dne workshopu představena. Z brainstormingu vyplynuly návrhy na zlepšení a cíl zlepšení (budoucí stav). Dále byly zváženy přínosy, náklady a časová náročnost návrhů zlepšení.

Jednotlivé návrhy byly potvrzeny nebo zamítnuty týmem. Pokud by vznikly dohady, rozhodovací pravomoc bude mít sponzor. Tedy jednatel společnosti.

Tým začal pracovat dle uvedených bodů v 9:00. Popis problémů, příčina a opatření:

Výsledky brainstormingu:

Během brainstormingu byly rozebrány problémy a pojmenovány případné rizika, která vyplývají z řešené situace.

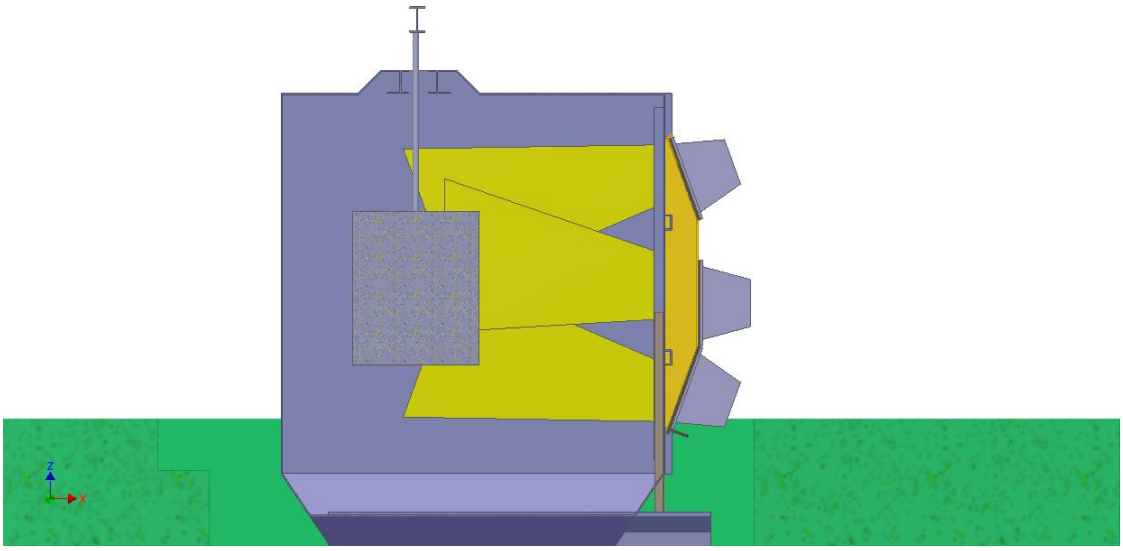
1) Zkrácení doby tryskání může vést k negativnímu vnímání ze strany operátora. Bude nucen k častější manipulaci – tedy bude mít více práce. Při zkracování časů tryskání hrozí záměrně špatné vyhodnocování povrchu odlitku ze strany operátora a vracení odlitku k dalšímu cyklu tryskání – tím by došlo ke zvýšení počtu operací na jeden odlitek a zvýšení nákladů na odlitek. Operátor by „vykazoval“ činnost a čekal na stroj. Tato činnost stroje spotřebovává energie, abrazivo, zbytečně opotřebovává stroj a nepřidává hodnotu výrobku (zákazníkovi) = plýtvání. Jako opatření bylo navrženo školení pro operátory, které bude zajištěno dodavatelem materiálu na tryskání dvakrát ročně. Pracovník bude také zatížen pravidelným úklidem, doplňováním abraziva do stroje a kontrolou opotřebitelných dílů stroje a funkčnosti (autonomní údržba). V úvaze je využití pracovníka pro manipulaci otryskaných odlitků do expedice. Tyto činnosti nahradí čekání na stroj.
2) Smyslem projektu je zlepšit proces tryskání a manipulace, snížit časy tryskání, standardizovat proces tryskání, kontroly, údržby. Zkrácením doby tryskání dojde k poklesu nákladů na proces. Bude docházet k vyšším prostojům stroje (snížení ukazatele využitelnosti stroje).
3) Zkrácení časů tryskání na tryskacím stroji Illingen C o 15%. Tím dojde k vyřešení problému s nedostatečnou kapacitou stroje v době, kdy je zapotřebí tryskat odlitky pro expedici. Dojde k odstranění úzkého místa na pracovišti tryskání.
4) Je zapotřebí znát skutečný stav stroje Illingen C. Technik WALUE je schopen vypracovat odborný technický report a doporučit úpravy, které by zvýšily skutečnou efektivitu zařízení. V návaznosti na doporučení v reportu bude vypracován návrh

konstruktérem. Tento návrh poslouží jako zadávací dokumentace pro výběr firmy k realizaci technických úprav na stroji. Pokud by technik shledal stroj ve velmi špatném stavu či zjistil jiné nedostatky, musel by být projekt revidován a bylo by nutné přistoupit k pořízení nového stroje s odpovídajícími parametry skutečné efektivity.

4) Úlet abraziva ze stroje zapříčiňuje vyšší spotřebu abraziva. Příčinou je chybná konstrukce dveří tryskacího stroje a špatné řešení krytí drážky pro otočný závěs (hák). Pokud technik při prohlídce shledá a doporučí opravu, údržba provede navrženou opravu zatěsnění.
5) Častější poruchy dveří – špatná konstrukce dveří s pojezdem křídla dveří po kolejnici. Kolečko vedení je nadměrně zatěžováno a ložisko není přizpůsobeno pro boční tlak. Při dorazu dveří pak dochází k jeho poškozování. Při opravě je nutné demontovat celé dveře. Oprava je časově náročná (4 hodiny). Jako řešení bylo navrženo vyměnit celé dveře za dvoukřídlé na pantech s automatickým zavíráním. Tím by došlo ke zkrácení času otevírání / zavírání a úplnému zrušení místa poruchy. Na obrázku je šipkou zaznačeno problémové místo (kolečko). Pracovník na obrázku níže právě ofukuje drážku stroje (plýtvání), aby vedení dveří nebylo ještě více namáháno napadaným abrazivem. V pravém dolním rohu obrázku je zvětšená část obrázku s problematickým místem – kolečkem vedení dveří.

Obr. 39 Ofukování drážky dveří a problémové místo dveří (vlastní zpracování)

6) Manipulace je v současnosti řešena ručně a velké odlitky překládány za pomocí jeřábu a řetězového úvazku. Při převěšování či natáčení odlitku jsou tyto časy manipulace dlouhé. Jako řešení bylo navrženo osazení vhodného manipulátoru. Samotné řešení manipulátoru však bude posunuto a řešeno zvlášť v roce 2015. K mírnému snížení časů manipulace dojde osazením nových dveří a úpravy konstrukce zavážení. Tím se předpokládá zkrácení časů nutné manipulace o přibližně 30 sekund na cyklus. Tento čas bude ověřitelný až v praxi. Z tohoto důvodu nebude započítán do návratnosti a bude propočtena pesimističtější varianta bez zkrácení časů manipulace.
7) Technik WALUE týmu upozornil na neobvyklé usazení metacích zařízení na stroji. Toto technické řešení neumožňuje správné směrování tryskacích paprsků ve stroji (tzv. horké stopy). Bude nutné za pomocí termokamery zjistit, kam stroj v kabině tryská. Pokud se potvrdí podezření technika, bude nezbytné dovybavit stroj o „blok pro metací kola“. Tím dojde ze zvýšení výkonu stroje.



Obr. 40 Směr paprsků abraziva při tryskání (vlastní zpracování)

Obrázek zachycuje správné uložení třech tryskacích zařízení na stroji montované na „bloku pro metací kola“ (vyznačeno tmavě žlutě). Proudy abraziva při tryskání na zavěšený předmět jsou zaznačeny žlutou barvou.

8) Pro porovnání úspor projektu byl zvolen ukazatel „náklad na otryskanou tunu“, který je ve společnosti sledován. Jednotkou je Kč/t. Před realizací opatření byl náklad na otryskanou tunu 7063 Kč/t.

Výsledky brainstormingu byly zpracovány do tabulky:

Tab. 10 Výsledky brainstormingu (vlastní zpracování)

Popis problému	Současný stav	Požadovaný budoucí stav	Příčina	Opatření	Přínos pro firmu / přínos pro zákazníka
Manipulace s odlitky – ruční i jeřábem je zdlouhavá a namáhavá	Pracovník ručně manipuluje s menšími odlitky do cca 25 kg. K manipulaci s většími odlitky používá jeřáb. Nešikovné.	Menší fyzická zátěž, rychlejší manipulace	Neexistence manipulátoru u pracoviště tryskání	Bude řešeno zvlášť v rámci navazujícího projektu - manipulátor	Snížit fyzickou náročnost manipulace s odlitky, zkrácení časů
Hromadí se odlitky před tryskačem	Zabraná plocha bufferu před tryskačem	Uvolněné plochy pro manipulaci	Zařízení nestíhá otryskat požadované množství odlitků	Zkrácení časů tryskání	Uvolněná plocha k manipulaci / snížení nákladů = snížení ceny výrobku
Na pracovišti se nacházejí nepoužívané předměty, pomůcky nemají své místo. Hledání, přenášení.	Pracovník nemá definované místa pro uložení pomůcek. Nemá úklidové prostředky na obou pracovištích	Definovaná místa a uložené prostředky dle standardu pracoviště	Není standart pracoviště Technické problémy stroje Plýtvání – zbytné činnosti, hledání	standardizace pracoviště, zavedení 5S na pracoviště – standardizace pracoviště bude řešena v rámci projektu	Zlepšení prostředí, zamezení plýtvání, snížení nákladů / snížení ceny výrobků
Dlouhé časy tryskání (pro otryskání jsou nastavovány dlouhé časy na stroji)	Nízká skutečná efektivita tryskacího stroje	Navýšená skutečná efektivita tryskacího stroje o 15%	Horší stav tryskače, špatně řešené umístění metacích zařízení, špatně řešené dveře tryskače	Odborná prohlídka a zkouška tryskacího stroje, vyhodnocení – technický report s návrhy na změnu	Nižší náklady spojené s procesem tryskání / zamezení plýtvání = snížení nákladů = snížení ceny výrobku
Dlouhé čekání pracovníka na stroj	Pracovník pracuje na dvou pracovištích tryskání (2 stroje). Pokud oba pracují, pracovník čeká na stroj.	Vyšší vytíženost pracovníka	Dlouhé časy tryskání, Existence pouze návodky práce. Neexistuje časová norma z důvodu různorodého sortimentu	Zvýšením skutečné efektivity tryskání dojde ke zkrácení tryskacích časů. To povede k eliminaci čekání pracovníka na stroj.	Nižší náklady spojené s procesem tryskání / Snížení ceny výrobku
Vyšší náklady na proces tryskání	Celkové náklady jsou 7064 Kč na tunu odlitků	Snížení nákladů o 15% na 6005 Kč na tunu odlitků	Dlouhé časy tryskání prodražují proces	Zkrátit úpravami časy tryskání	Nižší náklady spojené s procesem tryskání / Snížení ceny výrobku
Abrazivo vylétává ze stroje	Při tryskání dochází k výletu abraziva ze stroje – ztráta abrazivního materiálu a nebezpečí úrazu	Při zavřeném stroji je výlet abraziva minimální (žádný)	Špatné řešení drážky a zatěsnění dveří	Konstrukční změna na stroji	Zlepšení pracovního prostředí, Nižší náklady spojené s procesem tryskání / Snížení ceny výrobku
Zavírání a otevírání dveří zabírá 90s z interního času stroje	Pracovník drží tlačítko a čeká na zavření dveří	Zkrácení doby zavážení / vyvážení odlitků ze stroje o 10s	Chybná konstrukce zavírání dveří a zavážení dílů	Změna konstrukce dveří a ovládání	Urychlení operace / snížení nákladů = snížení ceny produktu

Časté poruchy dveří na tryskači	Jednou za měsíc porucha kolečka – vedení dveří	Odstranění problematického místa	Chybná konstrukce dveří	Změna konstrukce dveří – jiný typ uchycení	Snížení poruchovosti stroji – zvýšení využitelnosti (dostupnosti) zařízení

V 11:00 byl v rámci workshopu vypracován katalog opatření. Došlo k upřesnění úkolů, přiřazení termínů, dokdy je nutné opatření zpracovat.

Tab. 11 Katalog opatření (vlastní zpracování)

Kdo?	Co?	Za jakým účelem?	Termín	Výstup-plán	Podoba
Technik WALUE	Odborný posudek stavu stroje a pracovní směsi	Zkrátit časy tryskání	50. týden 2014	Technický report	Sešité listy A4
Konstruktér a průmyslový inženýr a vedoucí výroby	Návrh úpravy stroje – dveře kabiny	Zamezit úletu abraziva	2. týden 2015	Výkresová dokumentace – dveře kabiny	Výkres A3
Konstruktér	Návrh úpravy stroje – usazení metacích zařízení	Zkrátit dobu tryskání z 15 na12 minut	2. týden 2015	Výkresová dokumentace – blok metacích jednotek	Výkres A3
Průmyslový inženýr a Ekonom	Propočet úspor po konstrukčních změnách stroje	Rozhodnutí o investici	2. týden 2015	Propočet nákladů, úspor a návratnosti investice	A4 – předloženo jednateli
Průmyslový inženýr	Zajistit možnost praktického testu	Odzkoušet v praxi jiné firmy zařízení, kde jsou úpravy implementovány	50. týden 2014	Test na stroji s úpravami	Technická zpráva a měření časů tryskání
Průmyslový inženýr	Vybrat vhodné dodavatele a poptat dle zadání konstrukčních úprav stroje	Výběr dodavatele technologie pro realizaci	7. týden 2015	Zpracované nabídky	Tabulka vytištěná na A4
Jednatel	Uzavření SoD s dodavatelem na úpravu tryskacího stroje	Realizace díla	7. týden 2015	Platná SoD (smlouva o dílo)	Výtisk A4
Vedoucí výroby a průmyslový inženýr + dodavatel	Realizace úprav stroje – nutno naplánovat odstávku stroje	Zvýšení efektivity stroje / eliminace dopadů odstávky stroje	11. týden 2015	Upravený stroj	Předané dílo
Vedoucí výroby a průmyslový inženýr a vedoucí údržby	Standardizace pracoviště tryskání a údržby	Nastavení Standardu	12. týden 2015	Návrh standardu pracoviště	Výtisk A4 – zalaminováno
Vedoucí údržby a průmyslový inženýr	Školení operátorů	Zvýšení znalostí, odvádění vyšších výkonů	12. týden 2015	Provedené školení	Prezenční listina s podpisy

Na základě katalogu opatření zpracovaného v rámci workshopu byl upřesněn harmonogram projektu.

8.3 Doplněný harmonogram projektu

Harmonogram zachycuje jednotlivé fáze projektu a časovou náročnost. Jednotlivé aktivity jsou přiřazeny dle metody DMAIC. Harmonogram byl pro přehlednost doplněn o symboly vypovídající o naplnění projektu v procentech.

DMAIC	%	Aktivita	2014								2015																			
			listopad				prosinec				leden				únor				březen				duben				květen			
		Týden	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	13.	14.	15.	16.
		Před-projektová fáze																												
D,M	0	Měření, pozorování, zjištění a definování problému																												
A	0	Analýza naměřených skutečností, sestavení týmu																												
		Projektová fáze																												
D,M, A	25	Workshop - definovat současný stav a problém, měřit současný stav, v týmu analyzovat problém																												
D,M	25	Vypracování technického reportu o stavu stroje - technické řešení																												
M	25	Zajištění testu v jiné firmě - ověření řešení																												
A	50	Návrh konstrukčních úprav stroje							Vánoce																					
A	50	Poptávkové řízení																												
A	50	Výběr dodavatele																												
I	75	Smlouva o dílo																												
I	75	Realizace úprav stroje																												
I	75	Zkušební provoz																												
I	75	Školení operátorů																												
I	75	Standard pracoviště a standard údržby stroje																												
I	75	Zahájení běžný provozu																												
C	100	**vyhodnocení projektu**																							pozorování			výsledky		

Obr. 41 Doplněný harmonogram projektu (vlastní zpracování)

8.4 Jednotlivé fáze projektu a jejich náklady

V následující části jsou popsány jednotlivé fáze projektu. Jsou určeny dílčí cíle jednotlivých fází a popsán postup, kterým budou cíle dosaženy. K jednotlivým fázím projektu jsou vyčísleny náklady nezbytné pro realizaci. Termíny jsou přehledně uvedeny v harmonogramu. Z tohoto důvodu nejsou opakovány u jednotlivých fází.

8.4.1 Workshop - definovat současný stav a problém, měřit současný stav, v týmu analyzovat problém

Cíl fáze: Definovat problémy, navrhnout opatření a další postup

Náklady fáze: 8000 Kč

Popis nákladu: Ubytování pro účastníky, pohoštění

Workshop proběhl v prosinci 2014. Výstupem workshopu byl katalog opatření a vypracovaný harmonogram projektu.

8.4.2 Vypracování technického reportu o stavu stroje - technické řešení

Cíl fáze: Technický report – skutečný stav – podklad pro technickou úpravu

Náklady fáze: 7 000 Kč (náklady hradí dodavatel materiálu pro tryskání, firma Kovobrasiv Mníšek spol. s r.o.).

Popis nákladu: Přeprava technika autem 480 km, mzda technika, diety technika, opotřebení používaných nástrojů (sítový rozbor, el.váha, termokamera, speciální sada WALUE)

V návaznosti na workshop byla dohodnuta prohlídka stroje se zaměřením na skutečný stav tryskacího stroje (externí expertiza). Tato prohlídka byla vyjednána jako technická podpora (služba) v rámci dodávek materiálu pro tryskání (STELUX) přímo s výrobcem tohoto materiálu, firmou Kovobrasiv Mníšek spol. s r.o.

Výstupem této prohlídky je technický report.

Prohlídka byla dohodnuta v 50. týdnu roku 2014. Trvala jeden den a během prohlídky nedošlo k odstavení stroje. Zjištění tryskacích obrazců proběhlo během obědové pauzy. Byla provedena sítová analýza pro zjištění stavu pracovní směsi tryskacího stroje (portfolio velikostí kuliček, kterými se tryská na odlitek), kontrola proudění vzduchu v separátoru, kon-

trola celistvosti clony v separátoru, kontrola kabiny, kontrola krycích prvků jeřábové dráž-ky stroje, vyhodnocení stavu a problémových míst dveří stroje, kontrola zatížení metacích zařízení (přeměření ampérů při tryskání a kontrola shodnosti se stavem ampérmetrů na stroji), kontrola metacích zařízení (pouze 4 lopatky – nižší výkon zařízení, nižší průtok abraziva).

Na základě prohlídky stroje byla technikem Walue vyhotovena zpráva o stavu tryskače (technický report) s uvedením doporučení ke zlepšení technického stavu stroje.

Z technického reportu vyplynuly tyto body ke zlepšení:

1) Nahrazení stávajících dveří dveřmi dvoukřídlými s pneumatickým otevíráním
2) Vsazení bloku pro osazení metacích zařízení, aby metací kola správně vrhala materiál na tryskaný odlitek,
3) Osazení výkonnějšími tryskacími zařízeními s šesti lopatkami
4) Oprava separátoru tak, aby došlo k celistvé cloně abraziva a tím dobrému třízení materiálu pro tryskání

První dva body budou řešeny v rámci projektu, třetí bod bude řešen v navazujícím projektu, oprava separátoru bude vykonána v rámci údržby.

8.4.3 Zajištění testu v jiné firmě - ověření řešení

Cíl fáze: Odzkoušení navrhovaného řešení technických úprav stroje v praxi jiné firmy s podobným tryskacím strojem.

Náklady fáze: 3500 Kč

Popis nákladu: Přeprava Studenta PI a vedoucího výroby 220 km, mzda vedoucího výroby

Průmyslový inženýr – student – zajistil možnost otryskání vybraného odlitku ve firmě s podobným strojem v lepší kondici. Došlo ke zjištění, že odlitek lze otryskat v jiných podmínkách za 10 minut oproti 15 minutách ve firmě S+C Alfanametal.

Došlo k potvrzení správnosti navržených řešení.

8.4.4 Návrh konstrukčních úprav stroje

Cíl fáze: Vypracování výkresové dokumentace pro zhotovení nových dveří a bloku pro osazení metacích zařízení

Náklady fáze: 28000 Kč

Popis nákladu: 2x cesta konstruktéra 50 km, odměna konstruktéra

Bude vypracována výkresová dokumentace řešící nové dveře tryskacího zařízení Illingen C a osazení bloku pro osazení metacích zařízení.

Řešení zohlednění možnosti napojení na stávající rozvody elektrické energie a stlačeného vzduchu pro otevírání dveří.

Řešení bude odpovídat požadavkům platné legislativy vč. bezpečnostních prvků a ovládání.

8.4.5 Poptávkové řízení

Cíl fáze: Oslovení dodavatelů pro realizaci úprav na stroji

Náklady fáze: 2000 Kč

Popis nákladu: přeprava studenta PI 300km ke dvěma předvybraným firmám.

Byly osloveny 4 firmy pro dodávku v rozsahu dle výrobní dokumentace.

O zakázku projevily zájem dvě firmy. Firmy byly navštíveny studentem PI.

Byla vypracována metodika vyhodnocení nabídek, kdy jednotlivým kritériím byla přiřazena váha dle jejich důležitostí.

Tab. 12 Metodiky vyhodnocení nabídek pro realizaci úprav na stroji (vlastní zpracování)

Č. nabídky	Splněny požadavky dle projektové dokumentace	Termín dodání	Cena (vč. dopravy a montáže) bez DPH	Platební podmínky
1	ANO	3 týdny od objednání	342 000 Kč	40% při objednání 60% po předání díla
2	ANO	4 týdny od objednání	373 000 Kč	20% při objednání 50% při vydodání 30% doplatek do 14 dnů od předání díla

8.4.6 Výběr dodavatele

Cíl fáze: Vybrat z obdržených nabídek vhodnou alternativu

Náklady fáze: 1000 Kč

Popis nákladu: Mzdové náklady týmu – cca 2 hodiny.

Projektový tým se sešel na krátkém jednání. Studentem PI byly předloženy dvě nabídky.

Kritériem pro výběr byla cena s váhou 60%, termín dodání s váhou 20% a platební podmínky s přidělenou váhou 20%. Jednotlivá kritéria budou ohodnocena v rámci bodové škály 1 až deset. Deset udává maximální počet bodů.

Tab. 13 Vyhodnocení nabídek pro realizaci úprav na stroji (vlastní zpracování)

Č. Nabídky	**Kritérium**	**Body**	**Váha kritéria**	**Bodové ohodnocení**
1	Cena	10	60%	6
	Termín dodání	10	20%	2
	Platební podmínky	6	20%	1,2
	Celkem bodů návrhu č. 1			**9,2**
2	Cena	8	60%	4,8
	Termín dodání	7	20%	1,4
	Platební podmínky	10	20%	2
	Celkem bodů návrhu č. 2			**8,2**

Jako výhodnější byla vyhodnocena nabídka č. 1 od firmy Invenkov s.r.o. s celkovým počtem bodů 9,2 na rozdíl od druhé firmy s bodovým ohodnocením 8,2.

8.4.7 Smlouva o dílo

Cíl fáze: Zpracovat a uzavřít smlouvu o dílo s vybraným dodavatelem

Náklady fáze: 1000 Kč

Popis nákladu: Vypracování smlouvy o dílo externím právníkem

Smlouva o zhotovení díla byla vypracována, odsouhlasena a potvrzena jednateli obou firem.

8.4.8 Realizace úprav stroje

Cíl fáze: Realizace úprav stroje Illingen C

Náklady fáze: 342 000 Kč + 22 000 Kč

Dodatečné náklady na tryskání v kooperaci 22000 Kč

Popis nákladu: Úhrada faktury přijaté za realizaci díla a úhrada faktury za tryskání v kooperaci

Po předání díla na základě předávacího protokolu bude uhrazena faktura za realizaci díla. Stroj dle smlouvy bude odzkoušen a seřízen. Při zkoušce bude dbáno na funkčnost dveří a jejich těsnost. U bloku s umístěním metacích zařízení pak na možnost směrování paprsku abraziva u jednotlivých metacích zařízení. Seřízení provede zhotovitel díla ve spolupráci s údržbou firmy S+C Alfanametal.

Rozdíl nákladů na tryskání odlitků byl na základě poptávky na outsourcing tryskání vyčíslen na 22000 Kč (převoz odlitků + platba za službu tryskání - nezrealizované náklady na vlastní tryskání).

8.4.9 Zkušební provoz

Cíl fáze: Odzkoušení tryskání za nových technických podmínek a nastavení časů tryskání – jejich snížení

Náklady fáze: předpoklad do 10000 Kč

Popis nákladu: Možné náklady s poruchou či nedostupností stroje z důvodu úprav, seřizování a kontroly jakosti otryskání

8.4.10 Školení operátorů

Cíl fáze: Zlepšení znalostí operátorů v oblasti tryskacích strojů a tryskacího procesu

Náklady fáze: 1600 Kč (+5000 Kč)

Popis nákladu: Školení provede v rámci dodavatelských vztahů firma Kovobrasiv Mníšek specializovaným technikem WALUE. Školení proběhne ve školící místnosti firmy S+C Alfanametal. Náklady spojené s technikem nese firma Kovobrasiv. Náklady ve výši

1600 Kč zahrnují mzdové náklady čtyř operatérů po dobu dvou hodin, které stráví na školení.

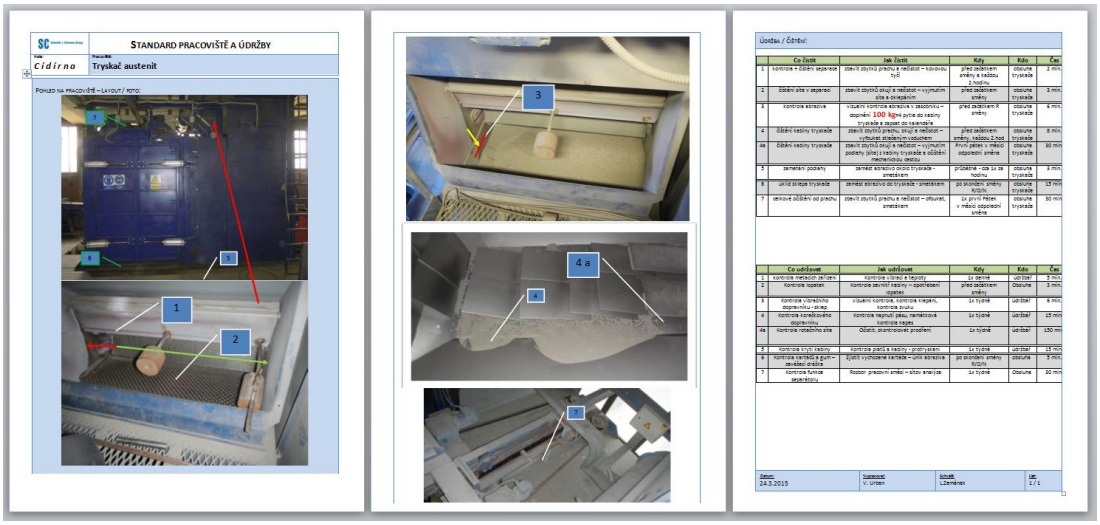
8.4.11 Standard pracoviště a standard údržby stroje

Cíl fáze: Vypracování standartu pracoviště a údržby stroje

Náklady fáze: 500 Kč

Popis nákladu: Vyhotovení, vytištění a laminace

Student PI vyhotoví po konzultaci s vedoucím výroby standart pracoviště. Standart bude zpracován ve vizuální podobě tak, aby byl přehledný a pochopitelný. Na níže uvedeném obrázku je náhled standardu pracoviště tryskání a údržby.



Obr. 42 Standard pracoviště tryskání a údržby (vlastní zpracování na základě interních materiálů)

Navrženo bylo sjednocení pro údržbu a obsluhu s cílem vzájemné kontroly vykonaných činností.

8.4.12 Zahájení běžný provozu

Cíl fáze: Zkrácení časů tryskání v běžném provozu

Náklady fáze: náklady běžného provozu, realizace úspor ze zkrácení doby tryskání

V této fázi jsou sledovány náklady tryskání, kvalita otryskaných povrchů a činnost pracovníků na pracovišti tryskání. Dbá se na dodržování nastavených časů a hlídá se riziko přetryskávání či zbytečné prodlužování časů obsluhou.

8.4.13 vyhodnocení projektu

Cíl fáze: Zjištění stavu za měsíc běžného provozu po změnách, potvrzení návratnosti vynaložených nákladů do procesu

Náklady fáze: pokrývá student PI

Popis nákladu: přeprava studenta PI 100 km.

Po zahájení běžného provozu budou sbírána data z provozu. Po prvním měsíci běžného provozu dojde k vyhodnocení projektu a jeho návratnosti.

8.5 Ekonomické zhodnocení projektu

Je nezbytné znát ekonomický přínos pro firmu plynoucí z realizace projektu. Pro vyhodnocení byl zhotoven propočet nákladů za minulé období 2014 a byl stanoven předpoklad po implementaci opatření.

8.5.1 Porovnání nákladů na tryskání 2014 s predikcí 2015

Výpočet nákladů za období 2014 byl vyhotoven v analytické části práce. V této kapitole je rozšířen o předpoklad nákladů v roce 2015 za podmínky zachování stejné produkce. Pokud by došlo ke změně produkce firmy, musí být přepočítán scénář úspor. S nárůstem objemu produkce se doba návratnosti investice do úprav tryskacího stroje zkracuje.

Tab. 14 Náklady na tryskání v roce 2014 (vlastní zpracování)

Náklady na proces tryskání v roce 2014					
	sledovaný rok	**2014**			
č.	**Popis nákladové položky**	**Množství jdn.**	**Cena za jdn. (Kč/ks)**	**Náklad celkem (Kč)**	**Náklad tryskání na 1tunu výrobků Kč 2014**
1	Pracovní síla (hod.) - tryskač	2,00	403200	806400	1981
2	Pracovní síla (hod.) - údržbář	0,15	441600	66240	163
3	Spotřební díly (Kč)			240000	590
4	Náhradní díly (Kč)			115000	283
5	**Energie kW/h**	59,00	2,50	333645	820
6	**Abrazivní materiál**	13,50	96600	1304100	3204
7	**Odpad (t)**	15,00	0,60	9000	22
8	**Náklad celkem**			**2874385**	**7062**
9	**Počet vyrobených tun**	407,00			

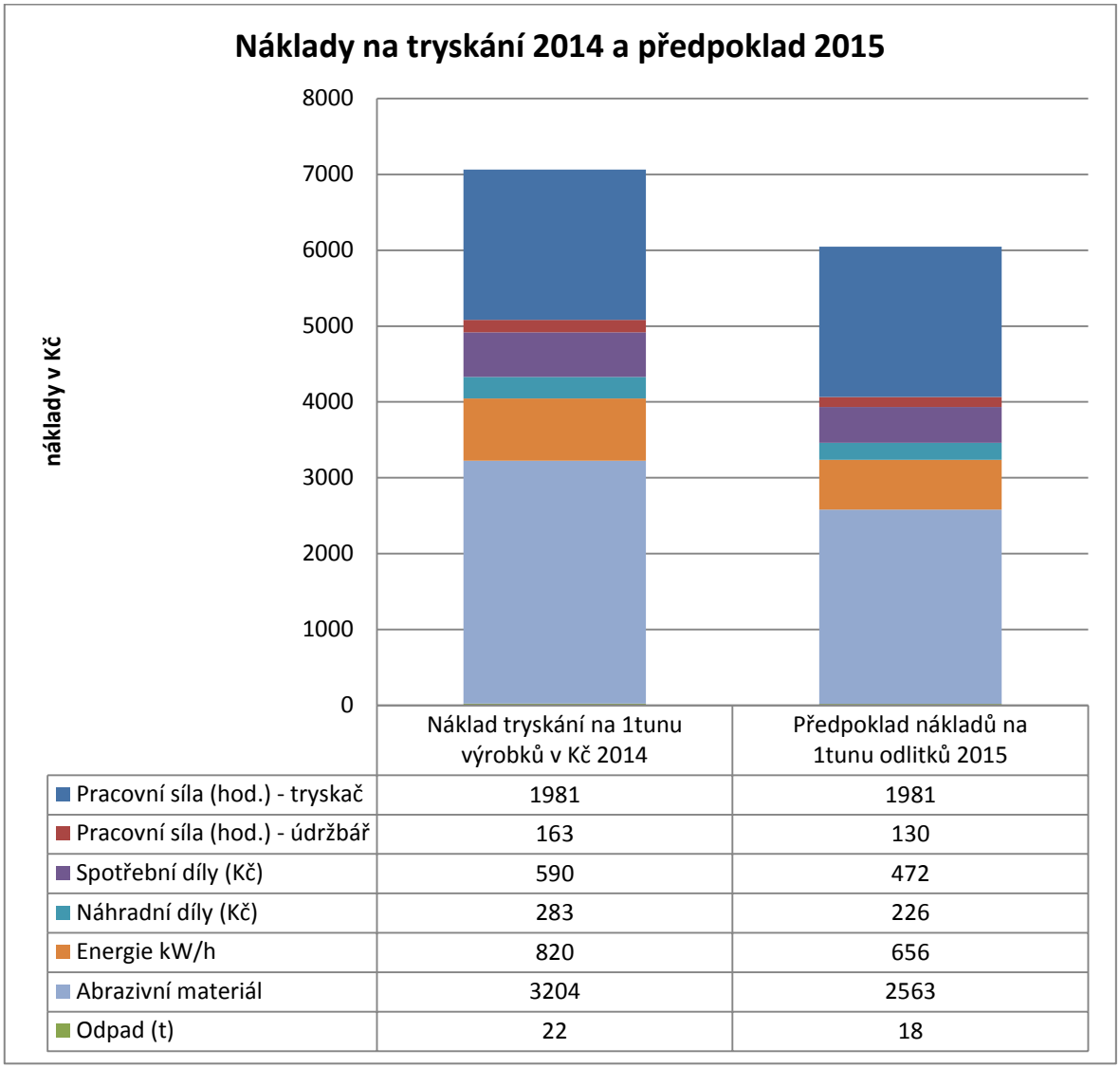
Tab. 15 Předpokládané náklady na tryskání v roce 2015 (vlastní zpracování)

Předpoklad - Náklady na proces tryskání v roce 2015						
	sledovaný rok	**předpoklad 2015**				
č.	**Popis nákladové položky**	**Množství**	**Cena**	**Úspora na čase trys-kání 20%**	**Náklad celkem (Kč)**	**Předpoklad nákladů na 1tunu od-litků 2015**
1	Pracovní síla (hod.) - tryskač	2,00	403200		806400	1981
2	Pracovní síla (hod.) - údržbář	0,12	441600	13248	52992	130
3	Spotřební díly (Kč)		0	48000	192000	472
4	Náhradní díly (Kč)		0	23000	92000	226
5	**Energie kW/h**	59,00	2,50	66729	266916	656
6	**Abrazivní materiál**	10,80	96600	260820	1043280	2563
7	**Odpad (t)**	10,40	0,60	1800	7200	18
8	**Náklad celkem**				**2460788**	**6046**
9	**Počet vyrobených tun**	407,00				

Z uvedených tabulek vyplývá, že k celkové předpokládané úspoře dojde ponížením času tryskání a tím snížení nákladových položek, které se od času tryskání odvíjí. Jedná se o položky přímo související se spotřebou (opotřebením) při tryskání. Jedná se zejména o opotřebení abraziva, spotřebních a náhradních dílů, energie, vzniku odpadu a čas potřebný pro údržbu.

Položka, která nebude ovlivněna je pracovní síla – obsluha tryskacího stroje. To z důvodu zachování produkce. Pokud by došlo k navýšení produkce, úspory vzniknou i na položce obsluhy tryskacího stroje.

Pro prezentaci výsledků úspor byl vypracován následující graf, který srovnává náklady v jednotlivých letech 2014 a předpokladu 2015 na proces tryskání.



	Náklad tryskání na 1tunu výrobků v Kč 2014	Předpoklad nákladů na 1tunu odlitků 2015
Pracovní síla (hod.) - tryskač	1981	1981
Pracovní síla (hod.) - údržbář	163	130
Spotřební díly (Kč)	590	472
Náhradní díly (Kč)	283	226
Energie kW/h	820	656
Abrazivní materiál	3204	2563
Odpad (t)	22	18

Obr. 43 Porovnání současných nákladů na tryskání s předpokládanými náklady pro příští rok (vlastní zpracování)

Celkové očekávané úspory při pesimistickém scénáři zachování stejné produkce jsou ve výši 413597 Kč. Tyto úspory činí po zaokrouhlení 1016 Kč na každou vyrobenou tunu.

8.5.2 Propočet návratnosti projektu

Pro vyhodnocení projektu je nutné zohlednit všechny náklady na projekt a vypočítat jeho návratnost.

Tab. 16 Propočet návratnosti projektu (vlastní zpracování)

č.	Položka	náklad v Kč
8.4.1	Workshop - definovat současný stav a problém, měřit současný stav, v týmu analyzovat problém	8000
8.4.2	Vypracování technického reportu o stavu stroje - technické řešení (7000 Kč - hradí Kovobrasiv)	0
8.4.3	Zajištění testu v jiné firmě - ověření řešení	3500
8.4.4	Návrh konstrukčních úprav stroje	28000
8.4.5	Poptávkové řízení	2000
8.4.6	Výběr dodavatele	1000
8.4.7	Smlouva o dílo	1000
8.4.8	Realizace úprav stroje +náklady na externí tryskání	342000 22000
8.4.9	Zkušební provoz	10000
8.4.10	Školení operátorů	1600
8.4.11	Standard pracoviště a standard údržby stroje	500
8.4.12	Zahájení běžný provozu	0
Náklady celkem		**419600**

Náklady na projekt: 419 600 Kč

Úspora na každé tuně: 1 016 Kč/t

Návratnost investice dle bodu zvratu se vypočítá jako počet vyrobených tun * úspora na tuně = nákladům na projekt.

Z výpočtu vyplývá, že vyrobením 413 tun bude investice navrácena.

Při negativním scénáři o zachování produkce na úrovni 407 tun, tedy stejné jako v roce 2014, se investice navrátí za rok. Podmínka návratnosti do dvou let tedy bude splněna.

8.5.3 Predikce nového stavu procesů

Po výpočtu návratnosti byla přepracována procesní analýza a byly zohledněny nové časy tryskání.

č.	Popis činnosti	Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Operace [min]	Čas [min]	Vzdálenost [m]
1	Navezení odlitku ze Slévárny do cídírny k tryskači (vozík)							4	60
2	Skladování u tryskače - vstupní buffer							240	15
3	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							8	15
4	**Tryskání I - od písku (15 min.)**						12	12	
5	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	6
6	Skladování u tryskače - výstupní buffer							8	
7	Přemístění odlitku na pracoviště pálení							2	20
8	**Pálení nálitků**						20	20	10
9	Přemístění odlitku na pracoviště broušení							2	10
10	**Broušení odlitku**						150	150	10
11	Přemístění odlitku na pracoviště tryskání - vstupní buffer							2	20
12	Skladování u tryskače - vstupní buffer							240	
13	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							8	15
14	**Tryskání II - po pálení a broušení (15 min.)**						12	12	
15	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	6
16	Skladování u tryskače - výstupní buffer							120	0
17	Přemístění odlitku na pracoviště kontroly - vstupní buffer							2	20
18	Skladování odlitku - vstupní buffer kontroly							240	
19	Přemístění ze vstupního bufferu kontroly do zařízení							4	60
20	**Kontrola odlitku - kapilární zkouška oplach od barvy)**							45	0
21	přemístění na výstupní buffer kontroly							2	0
22	skladování výstupní buffer kontroly							10	0
23	Přemístění k operaci broušení (oprava)							2	20
24	**Broušení odlitku**						25	25	0
25	Přemístění k pracovišti svařování (oprava)							2	20
26	**Zavaření odlitku (oprava)**						30	30	10
27	Přemístění k operaci broušení (oprava)							2	20
28	**Zabroušení opraveného místa (oprava)**						10	10	0
29	Přemístění odlitku na pracoviště tryskání - vstupní buffer							2	20
30	Skladování u tryskače - vstupní buffer							240	
31	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							8	15
32	**Tryskání III - po opravách (30 min.)**						25	25	
33	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	6
34	Skladování u tryskače - výstupní buffer							120	0
35	Přemístění odlitku na pracoviště kontroly - vstupní buffer							2	20
36	Skladování odlitku - vstupní buffer kontroly							240	
37	Přemístění ze vstupního bufferu kontroly do zařízení							4	60
38	**Kontrola odlitku - kapilární zkouška (oplach od barvy)**							45	0
39	přemístění na výstupní buffer kontroly							2	0
40	skladování výstupní buffer kontroly							10	0
41	Přemístění odlitku na pracoviště tryskání - vstupní buffer							4	60
42	Skladování u tryskače - vstupní buffer							120	
43	Přemístění ze vstupního bufferu tryskače do stroje							2	6
44	**Tryskání IV - na expedici (40 min.)**						35	35	0
45	Přemístění na výstupní buffer tryskače							2	20
46	Skladování u tryskače - výstupní buffer							120	
47	Přemístění odlitku k expedici							2	20
48	**Kontrola a expedice**						10	10	
49	Přemístění na sklad pro expedici zákazníkovi							10	10
50	Sklad hotových výrobků pro zákazníka							3840	
51	Přemístění na auto k zákazníkovi (odvoz z firmy)							5	60
Četnost celkem		10	26	2	0	13			
Čas operací celkem							329	6056	634
Z toho broušení (4 pracoviště)		3					185		
Z toho tryskání (1 pracoviště Illingen C)		4					84		

Obr. 44 Procesní analýza s novými časy tryskání (vlastní zpracování)

Zlepšením procesu tryskání dojde ke zkrácení doby všech operací na 329 minut. U stroje Illingen C se zlepšení projeví zkrácením času tryskání z původních 100 minut na 84 minut.

8.6 Shrnutí projektové části

Projekt vznikl z požadavku firmy S+C Alfanametal na vyřešení problému s hromaděním odlitků před tryskacím strojem Illingen C. Byl řešen metodou DMAIC, kdy nejprve byl rozhovorem zjištěn stav problému. Student byl následně seznámen s procesy probíhajícími ve výrobě a podrobně byl seznámen s procesem tryskání, kterého se problém přímo týká.

Po definování problému student měřil a analyzoval současný stav. Výsledky analýz byly podkladem pro vznik projektu. Projekt byl definován v kooperaci s vedením firmy. Byl stanoven hlavní cíl projektu a to zlepšit procesy tryskání a manipulace s cílem uspokojit zákazníka při požadavku na přetryskání odlitků před expedicí. Právě tento požadavek zákazníka byl příčinou vzniku úzkého místa výroby.

Pro analyzování stavu a nalezení nejvhodnějšího řešení byl zvolen workshop. Omezily se rizika spojená s realizací zapojením kompetentních členů do týmu. V rámci workshopu byla použita metoda brainstormingu pro získání vhodného řešení. Výstupem workshopu byl katalog opatření.

Na základě katalogu opatření byl zpřesněn harmonogram projektu, propočteny předpokládané úspory, plynoucí z realizace projektu a byla zahájena implementační fáze. Byla vypracována jednotlivá opatření dle harmonogramu.

Byla zpracována nová procesní analýza, zohledňující předpokládané zkrácení doby tryskání. Předpokládá se zkrácení celkové doby operací z původních 345 minut na 329 minut.

Předpokládaný čas tryskání jednoho odlitku v procesu výroby je 84 minut oproti stávajícím 100 minutám. Na operaci tryskání tedy předpokládáme zkrácení času tryskání o 16 minut, což je zlepšení o 16%.

Návratnost projektu vychází z negativního scénáře o nenavýšení produkce a realizace pouze úspor ze zkrácení časů tryskání. Další úspory pak budou vyplývat z nižšího úniku abraziva ze stroje z důvodu osazení nových dveří. Dále se projeví v dlouhodobém horizontu úspory díky lepšímu pracovnímu prostředí.

Celkové náklady na projekt:	419 600 Kč
Návratnost projektu:	jeden rok při zachování produkce
Odstávka stroje:	maximálně 4 týdny

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala zlepšením procesů tryskání a manipulace, které je ve slévárnách velmi aktuální. Provedené analýzy a následný brainstorming potvrdily, že tryskání spadá mezi podceňované procesy ve výrobě. Ke zlepšení bylo zapotřebí pochopit funkci jednotlivých částí tryskacího stroje, tok odlitku a znát práci obsluhy stroje tryskání.

Diplomová práce vedla k vyřešení problému úzkého místa ve výrobě tím, že prokázala nutnost investice do zařízení na jeho úpravy, pojmenovala možnosti úspor a upozornila na problém nutných obslužných časů stroje pro naložení a vyložení odlitků.

Přínosem pro mne bylo zejména zjištění, že ve slévárenství existují speciální výrobní procesy, které nemají potřebnou pozornost a tím poskytují slévárnám nemalý prostor ke zlepšování. Lze tedy přispět ke zlepšení ekonomické situace ve slévárnách.

Druhým významným zjištěním bylo, že není jednoduché získat odborníky na problematiku tryskání. Bez znalosti obvyklého výkonu tryskacího stroje by nebylo možné navrhnout technické úpravy a zkrátit časy tryskání. Řešení projektu by zřejmě vedlo k pořízení druhého tryskacího stroje. To by znamenalo navýšení kapitálu firmy, navýšení nákladů a snížení finanční výkonnosti podniku.

Diplomová práce také poukázala na obtížnost stanovení výkonu stroje tryskání a na možnost nesprávného používání ukazatelů u procesu tryskání. Při zbytečně dlouhých časech tryskání a při nezohlednění nutných manipulačních časů dojde ke zkreslení parametru „využití“ a při nesprávném nastavení „ideálního času na výrobu“ je ovlivněn parametr „výkon“. V práci byly popsány faktory, ovlivňující čas tryskání. Vzhledem k nesledování údajů o přetryskávání ve firmě nelze vyhodnotit ukazatel kvality pro výpočet celkové efektivity zařízení.

Cíl diplomové práce byl splněn a projekt uvedený v diplomové práci byl managementem schválen a realizován dle harmonogramu. V 15. týdnu roku 2015 byl spuštěn běžný provoz a zaznamenávání výsledků. V 16. týdnu budou známy výsledky projektu a upřesněna návratnost v závislosti na zvýšení objemu produkce.

Tato práce může být použita jako příklad pro slévárenský průmysl, jakým způsobem zefektivnit proces tryskání. Pokračováním diplomové práce může být vypracování metodiky zlepšení procesu tryskání ve slévárnách. K vypracování této metodiky je zapotřebí pro-

zkoumat stav sléváren v ČR a SR. Daná problematika je aplikovatelná také na kovárny, strojírny, automobilový a energetický průmysl, kde je proces tryskání používán.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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

BOBÁK, Roman, Pavlína PIVODOVÁ a Veronika POLÁKOVÁ, 2011. *Výrobní a logistická výkonnost českých a slovenských podniků.* In. Logistika v teorii a praxi, sborník odborné konference. Uherské Hradiště: UTB ve Zlíně, FLKŘ, 12. května. ISBN 978-80-7454-021-9.

CIENCIALA, Jiří, 2011. *Procesně řízená organizace: tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů*. Vyd. 1. Praha: Professional Publishing, 204 s. ISBN 978-80-7431-044-7.

FIŠER, Roman, 2014. *Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*. 1. vyd. Praha: Grada, 173 s. ISBN 978-80-247-5038-5.

GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a David ŘEHÁK, 2010. Analýza v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení. Vyd. 1. Brno: Computer-Press, 325 s. ISBN 978-80-251-2621-9.

GAIL, Erwin, 2008. Lean accounting can untangle spaghetti chart processes. *US business review*. Roč. 9, č. 5., s. 1-14. ISIN 1552-6313.

GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK, 2008. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 266 s. ISBN 978-80-251-1987-7.

HANZELKOVÁ, Alena, 2013. *Business strategie: krok za krokem*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 159 s. ISBN 978-80-7400-455-1.

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

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 2. V Praze: C.H. Beck, 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.

KOŠTURIAK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

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

LIKER, Jeffrey K, 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 104 s. ISBN 80-7357-095-5.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 8090223508.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *TPM: management a praktické zavádění*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 246 s. ISBN 8090223559.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 8090353312.

ŌNO, Taiichi, 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland, Oregon: Productivity Press, 143 s. ISBN 0915299143.

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK, 2013. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencieschopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 120 s. ISBN 978-80-8154-051-6.

ŘEPA, Václav, 2012. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada, 301 s. ISBN 978-80-247-4128-4.

ŘEPA, Václav a Jana ZÁMEČNÍKOVÁ, 2005. Procesní řízení - jak si stojí firmy v ČR? *Systémová integrace*. Roč. 3, s. 7-14. ISSN 1210-9479.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika*. Praha: Grada, 471 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

ŠMÍDA, Filip, 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada, 293 s. ISBN 978-80-247-1679-4.

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

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

TUČEK, David a Roman ZÁMEČNÍK, 2007. *Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi*. Vyd. 1. Vo Zvolene: Technická univerzita vo Zvolene, 173 s. ISBN 978-80-228-1796-7.

UDDIN Mostafa, Ajay GUPTA, Kurt MALY, Tamer NADEEM, Sandip GODAMBE, a Arno ZARITSKY, 2014. Smart Spaghetti: Accurate and Robust Tracking of Human's Location. In *Proceedings of IEEM-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics Valencia, Spain: IEEE, 1-4. June. ISBN 978-14-7992-132-4.*

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

WESKE, Mathias, 2007. *Business process management: concepts, languages, architectures*. Berlin: Springer, 368 s. ISBN 978-3-540-73521-2.

5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. 2009. Brno: SC&C Partner, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.

Internetové zdroje:

DEBNÁR, Peter, 2009. Průmyslový inženýr a jeho cesta. *API: Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-01-08]. Dostupné z: http://e-api.cz/article/69247.prumyslovy-inzenyr-a-jeho-cesta/.

DEBNÁR, Peter, 2011. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. *API: Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-02-2]. Dostupné z: http://e-api.cz/article/70373.nove-trendy-v-oblasti-prumysloveho-inzenyrstvi/.

DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA, 2011. Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku. *API: Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: http://e-api.cz/article/70543.prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku/.

PAVELKA, Marcel, 2009. Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství. *API: Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CEZ Celková efektivita zařízení.

DMAIC Nástroj Six Sigma – metoda průmyslového inženýrství řízení projektů

SMED Singel Minute exchange of Die – metoda průmyslového inženýrství.

SoD Smlouva o dílo.

5S Metoda průmyslového inženýrství.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Celková efektivita zařízení – CEZ (vlastní zpracování podle Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84) 18
Obr. 2 Základní členění procesu (Grasseová, 2008, s. 14) 22
Obr. 3 Postup při analýze snímku pracovního dne (vlastní zpracování podle 28
Obr. 4 Kroky pro SMED (Tuček a Bobák, 2006, s. 121) 30
Obr. 5Pět pilířů konceptu 5S (vlastní zpracování) 32
Obr. 6 PAV metoda a Deset kroků workshopu (vlastní zpracování dle Vytlačil a Mašín, 1999, s. 44 a interních materiálů WINOA Group) 34
Obr. 7 Výrobní areál S+C Alfanametal (vlastní zpracování dle interních 39
Obr. 8 Organizační struktura firmy (vlastní zpracování dle interních materiálů) 40
Obr. 9 Odlitky pro petrochemický průmysl (vlastní zpracování dle interních 41
Obr. 10 Odlitky ocelové (vlastní zpracování dle interních materiálů) 41
Obr. 11 Odlitky z nerezových slitin (vlastní zpracování dle interních materiálů) 41
Obr. 12 Odlitky nerezové ostatní (vlastní zpracování dle interních materiálů) 42
Obr. 13 Systém pro přesné navážení surovin (vlastní zpracování) 42
Obr. 14 Slévárenská pec (vlastní zpracování) 43
Obr. 15 Výroba formy (vlastní zpracování) 43
Obr. 16 Cídírna (vlastní zpracování) 44
Obr. 17 Odlitky po pálení a řezání (vlastní zpracování) 44
Obr. 18 Kontrola odlitků a oprava (vlastní zpracování) 45
Obr. 19 Sklad odlitků před tryskacím strojem (vlastní zpracování) 46
Obr. 20 Odlitek po kontrole (vlastní zpracování dle interních materiálů) 47
Obr. 21 Analýza toku jednoho kusu výrobku (vlastní zpracování) 51
Obr. 22 Závěsný typ tryskacího stroje s bočním umístěním metacích kol (vlastní zpracování dle interních materiálů WINOA Group) 53
Obr. 23 Tryskací stroj Illingen (vlastní zpracování) 54
Obr. 24 Pozorovatel a pracoviště tryskání (vlastní zpracování) 56
Obr. 25 Pracovní snímek dne (vlastní zpracování) 58
Obr. 26 Činnosti dle snímku pracovního dne (vlastní zpracování) 59
Obr. 27 Časová náročnost činností obsluhy tryskacího stroje (vlastní zpracování) 60
Obr. 28 Rošt před tryskacím strojem (vlastní zpracování) 61

Obr. 29 Výsek grafu - Práce pracovníka a strojů během jedné směny (vlastní zpracování) 62
Obr. 30 Náhled na graf - Práce pracovníka a strojů během jedné směny (vlastní zpracování) 62
Obr. 31 Využití stroje Illingen C (vlastní zpracování) 63
Obr. 32 Míra využití stroje po zohlednění přestávek a nutných manipulačních časů (vlastní zpracování) 65
Obr. 33 Využití stroje Illingen C (vlastní zpracování) 66
Obr. 34 Spaghetti diagram (vlastní zpracování) 70
Obr. 35 Náklady na tryskací proces – Paretův diagram (vlastní zpracování) 72
Obr. 36 Otryskávání povrchů a závislost rychlosti tryskání na velikosti použité frakce abraziva (vlastní zpracování dle interních materiálů WINOA Group) 80
Obr. 37 Nastavení směru tryskání a třízení pracovní směsi v tryskacím stroji (vlastní zpracování dle simulací WINOA Group) 80
Obr. 38 Technické řešení stroje s metacími koly (vlastní zpracování) 81
Obr. 39 Ofukování drážky dveří a problémové místo dveří (vlastní zpracování) 84
Obr. 40 Směr paprsků abraziva při tryskání (vlastní zpracování) 85
Obr. 41 Doplněný harmonogram projektu (vlastní zpracování) 88
Obr. 42 Standard pracoviště tryskání a údržby (vlastní zpracování na základě interních materiálů) 94
Obr. 43 Porovnání současných nákladů na tryskání s předpokládanými náklady pro příští rok (vlastní zpracování) 97
Obr. 44 Procesní analýza s novými časy tryskání (vlastní zpracování) 99

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Cíle jednotlivých kroků DMAIC (Svozilová, 2011, s. 90) 25
Tab. 2 Základní údaje o společnosti (vlastní zpracování dle interních materiálů) 39
Tab. 3 Nutné manipulační časy stroje Illingen C (vlastní zpracování) 64
Tab. 4 Časy operací tryskání (vlastní zpracování) 67
Tab. 5 Formulář pro zaznamenávání 5S (vlastní zpracování) 69
Tab. 6 Náklady na proces tryskání v roce 2014 (vlastní zpracování) 71
Tab. 7 Srovnání stávajícího času tryskání u jednotlivých činností s požadovaným časem (vlastní zpracování) 75
Tab. 8 Analýza rizik (vlastní zpracování) 77
Tab. 9 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování) 78
Tab. 10 Výsledky brainstormingu (vlastní zpracování) 86
Tab. 11 Katalog opatření (vlastní zpracování) 87
Tab. 12 Metodiky vyhodnocení nabídek pro realizaci úprav na stroji (vlastní 91
Tab. 13 Vyhodnocení nabídek pro realizaci úprav na stroji (vlastní zpracování) 92
Tab. 14 Náklady na tryskání v roce 2014 (vlastní zpracování) 95
Tab. 15 Předpokládané náklady na tryskání v roce 2015 (vlastní zpracování) 96
Tab. 16 Propočet návratnosti projektu (vlastní zpracování) 98

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I Technická zpráva o stavu tryskacího stroje Illingen C

PŘÍLOHA P I: TECHNICKÁ ZPRÁVA O STAVU STROJE ILLINGEN C

winoa
steel with you

W Abrasives

TECHNICKÁ ZPRÁVA

S+C Alfanametal

Datum návštěvy 12.12.2014

Přítomni

p. Urban, p.Hýža

Příjemci

Ing. Libor Zemánek
Ing. Pavel Prázdný
p. Urban, p.Hýža, p.Cmíral

Obchodní zástupce Jan Hýža

Technický poradce František Cmíral, Jan Hýža

Illingen C

Název tryskače závěsný

Typ stroje Závěsný

Tryskací materiál stelux CN 150

Balení 25 kg sáčky

Cíl návštěvy

Kontrola tryskače a tryskacího procesu

Vyhodnocení návštěvy

Tryskací stroj Illingen C- závěsný

Stav stroje

Problematickým místem je vedení dveří (s kolečkem) a nevhodně použitým ložiskem - boční tlak. Dveře špatně těsní - únik abraziva.
Doporučujeme konstrukční změnu zavírání dveří.
Stroj vykazuje vysoký úlet abrasiva přes kartáče a gumy (drážka). Problematická drážka stroje - krytí není dostatečné a dochází k velkému úniku broků na kabinu tryskače a do okolí tryskače. Dochází ke zvýšené spotřebě abraziva! Vzduchová separace je plně funkční (clona je celistvá). Odlučuje malé částice z pracovní směsi. Separace je nyní nastavena na odsávání jemných částic - viz Op.Mix
Odsávání do filtru:
ÚNIK ABRASIVA - NADSPOTŘEBA: Odsáté abrasivo z komory bylo odloučeno cyklonem u filtru (venku). Odebraný vzorek obsahoval až 50% použitelného abrasiva.
Abrasivo bude vráceno zpět do stroje!

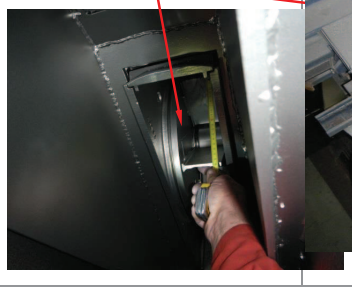
Operation Mix:
Pracovní směs vypovídá o jednorázovém doplnění nového abrasiva (23 pytlů). Násypka je plná do cca 4/5
Je nutné pravidelně - DENNĚ - doplňovat abrasivo. (např. 2 pytle za den - nutno vypozorovat denní spotřebu)
Navrhujeme školení vaší obsluhy a údržby za přítomnosti našeho Walue technika.
Byla opravena clona. Ze separace jsou odlučovány částice pod 0,3 mm což je vyhovující.
Jedna z klapek odsávání kabiny byla otevřena (rychlost proudění přes 25 km/h - princip vysavače - odsávalo zdravé abrasivo) a druhá klapka byla téměř uzavřena.
Byla provedena úprava na odpovídající odsávání kabiny - nutno zkontrolovat, zda již nedochází k odsávání zdravého abrasiva do cyklonu.

Wheels:
Zatížení motorů bylo sjednocena na úroveň cca 18A. **Stav je velmi dobrý.**
Směr tryskání není plně vyhovující - doporučujeme úpravu uložení metacích zařízení.
Budeme konzultovat využívání všech tří metacích kol při tryskání nižší vsázky.
Směr paprsků není správný.
Z důvodu instalace metacích jednotek pod sebe v rovině nedochází ke směrování paprsků na tryskaný předmět, ale do horní a spodní části stroje. To má za následek nadměrné opotřebení kartáčů a gum a spodních krycích plechů.
Také dochází k prodlužování časů tryskání.
- zvážit možnost instalace tzv. "rakve" pro osazení metacích jednotek.
- Po osazení tohoto bloku lze nasměrovat paprsek tryskání na zavěšené odlitky a tím zkrátit dobu tryskání

TECHNICKÁ ZPRÁVA

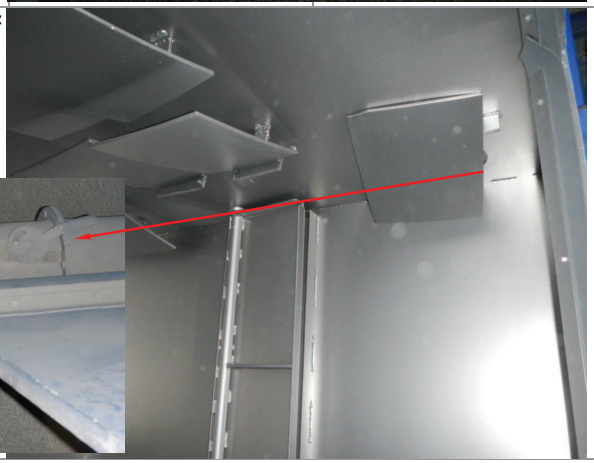
W Abrasives

ZJIŠTĚNÍ

	Zjištěný problém	Podstata věci	Plán k nápravě
1	**Stav stroje** **Stroj vykazuje vysoký úlet abrasiva přes kartáče a gumy (drážka).** **Problematickým místem je drážka dveří s vedením (kolečkem) a nevhodně použitým ložiskem - boční tlak.** **Doporučujeme konstrukční změnu zavírání dveří.**		
2	**Problematická drážka stroje - krytí není dostatečné a dochází k velkému úniku broků na kabinu tryskače a do okolí tryskače. Dochází ke zvýšené spotřebě abraziva!**		

W Abrasives

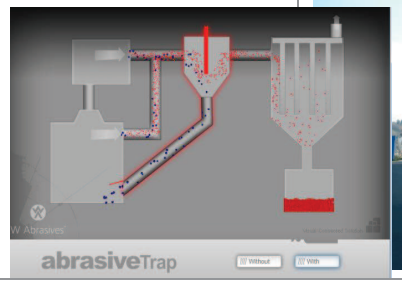
ZJIŠTĚNÍ

	Zjištěný problém	Podstata věci	Plán k nápravě
3	Vzduchová separace je plně funkční (clona je celistvá). Odlučuje malé částice z pracovní směsi. Separace je nyní nastavena na odsávání jemných částic - viz Op.Mix		
4	Byla provedena kontrola odsávání z kabiny tryskače. Bylo zjištěno, že pravý nasávací otvor nasává rychlostí přes 25 km/hod. Vysává tedy abrasivo, které se dostane do jeho blízkosti. Klapky byly nastaveny správně za asistence pracovníka údržby.		

TECHNICKÁ ZPRÁVA

W Abrasives

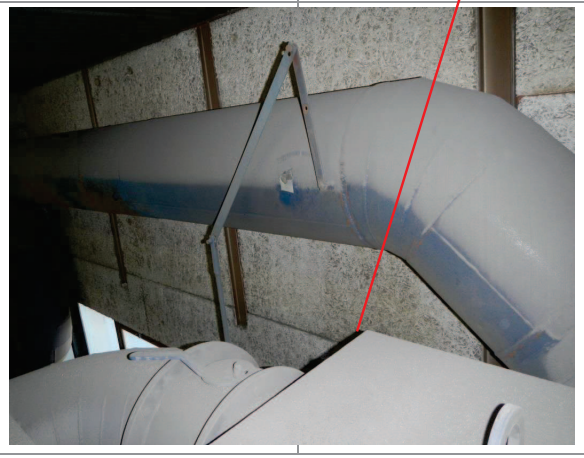
ZJIŠTĚNÍ

	Zjištěný problém	Před úpravou	Po úpravě
5	Odsáté abrasivo z komory bylo odloučeno cyklonem u filtru (venku). Odebraný vzorek obsahoval až 50% použitelného abrasiva. Abrasivo bude vráceno zpět do stroje!		
6	Odsávání z komory tryskače bylo seřízeno - nutno zkontrolovat, zda se nadále nedostává použitelné abrasivo do cyklonu. Doporučuji zkontrolovat funkci "tíhové bedny", která je vřazena mezi cyklon a odsávání z kabiny. 		

TECHNICKÁ ZPRÁVA

W Abrasives

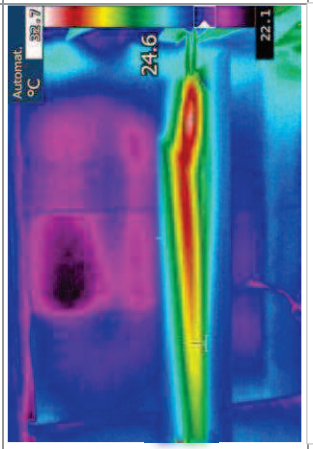
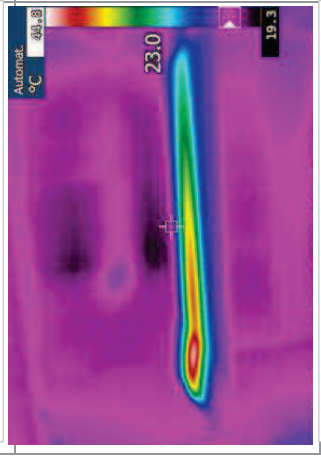
ZJIŠTĚNÍ

	Zjištěný problém	Před úpravou	Po úpravě
7	**na vývodu separátoru byla instalována gumová klapka, která výrazně eliminovala přisávání stlačeného vzduchu.** **VELMI JEDNODUCHÉ, LEVNÉ A CHYTRÉ ŘEŠENÍ !!** **(došlo k předřazení ohebné bílé gumy)**		
8	**Odsávání celého tryskacího stroje je regulováno klapkou. Tato klapka je bez aretace a je možno ji i nechtěně (za pomocí táhla) změnit. Navrhuji správně nastavit (odladit) odsvávání a poté znemožnit nahodilé upravování odsávání. (Jedná se o klapky v celém systému - vč. odsávání brusek, na které je tryskací stroj napojen!) Pracoviště broušení, které je spjaté s tryskacím strojem, doporučuji nechat odsávané po celou dobu - brusiči nám neušetří, pokud zavřou své klapky od odsávání - pouze NARUŠÍ systém proudění vzduchu v tryskači (z toho plyne špatné třízení, odsávání atp.)**		

TECHNICKÁ ZPRÁVA

W Abrasives

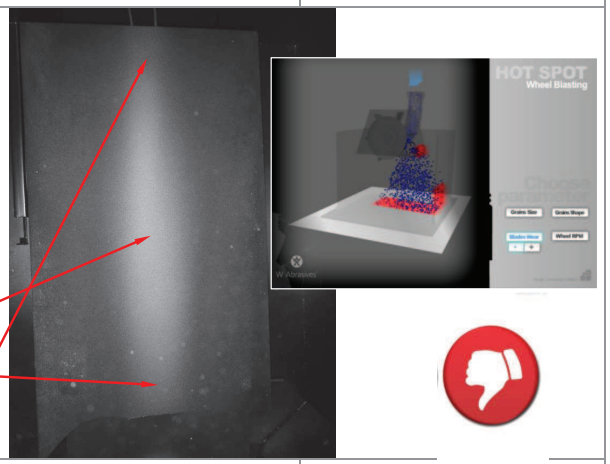
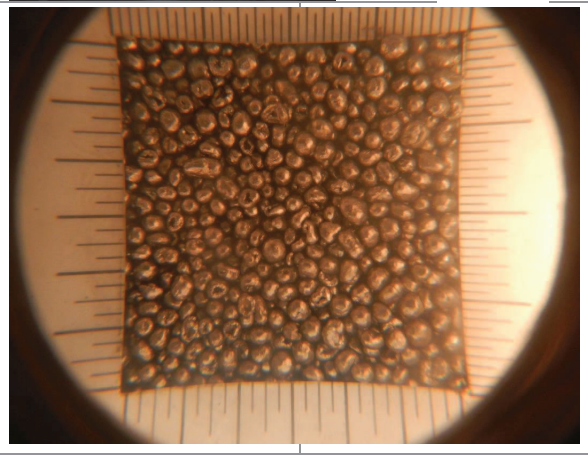
ZJIŠTĚNÍ

	Zjištěný problém	Podstata věci	Plán k nápravě
9	**Směr paprsků není správný. Z důvodu instalace metacích jednotek pod sebe v rovině nedochází ke směrování paprsků na tryskaný předmět, ale do horní a spodní části stroje. To má za následek nadměrné opotřebení kartáčů a gum a spodních krycích plechů. Také dochází k prodlužování časů tryskání.**		- zvážit možnost instalace tzv. "rakve" pro osazení metacích jednotek. - Po osazení tohoto bloku lze nasměrovat paprsek tryskání na zavěšené odlitky a tím zkrátit dobu tryskání
10	**Spodní kolo také tryská převážně do spodních pancířů a podlahy tryskače. Dochází k nadměrnému opotřebení stroje, spotřebě abraziva a prodlužování časů.**		- osadit blok - správně nastavit tryskací jednotky - znovu zkontrolovat stav tryskání

TECHNICKÁ ZPRÁVA

W Abrasives

ZJIŠTĚNÍ

	Zjištěný problém	Před úpravou	Po úpravě
11	**Umístění metacích kol** **Stroj má nevhodně umístěny metací kola - jsou v rovině pod sebou. Dochází tak k narážení vrhaného abraziva navzájem (opotřebení - nadspotřeba) a neefektivnímu tryskání (proud abraziva nelze směrovat tak, aby došlo k dobrému pokrytí tryskaného předmětu.** **Doporučujeme řešit osazení metacích turbín do tzv. "rakve", která umožní lepší nasměrování tryskacích paprsků.** **Výsledek nastavování metacích turbín - horké stopy. Horní a spodní část je hůře otryskaná (nelze nasměrovat paprsky horní a spodní turbíny.) Dochází tak i k poškozování vyložení turbíny - pancířů.**		
12	**Mírně zakulacené abrasivo - foto pracovní směsi, která nyní obsahuje 23 pytlů nového abrasiva!! (Abrasivo, které nám čistí odlitky).** **Pro vaši plnou jistotu v kvalitu a plnou spokojenost Vám bude dodáván ATEST.**		

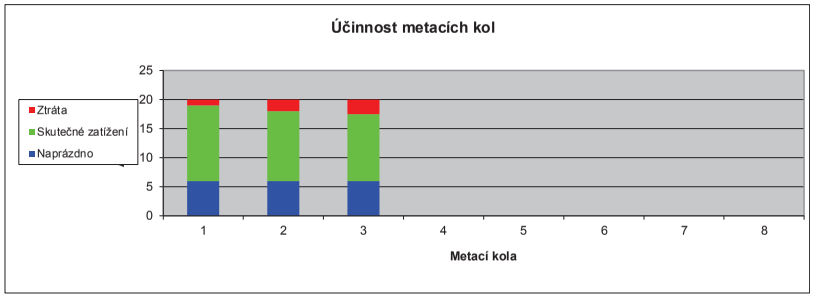
TECHNICKA ZPRAVA

W Abrasives

Parametry stroje

Met. Kola	1	2	3	4	5	6	7	8
Výkon (kW)	11	11	11					
Napětí (V)	400	400	400					
Vnější průměr kola (mm)	300	300	300					
Vnitřní průměr kola (mm)	125	125	125					
Lopatky (S: Rovné - C: Zahnuté)	S	S	S					
Počet lopatek	4	4	4					
Otáčky kola (rpm)	2900	2900	2900					
Rychlost abrasiva (m/s)	**59**	**59**	**59**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Maximální zatížení (A)	**20**	**20**	**20**					
Zatížení naprázdno (A)	**6**	**6**	**6**					
Skutečné zatížení (A)	**19**	**18**	**17,5**					
Účinnost	**92%**	**85%**	**81%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**
Množství abrasiva (kg/min)	**269**	**247**	**236**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**



Počítadlo hodin

Celkové provozní hodiny (hrs)

- Tryskací hodiny -

Předešlá návštěva (hod)								
Nový stav (hod)								
Tryskací čas (hod)	0	0	0	0	0	0	0	0

Převod : Direct

Tryskač v lince/ Mimo linku: Off line

Otáčky měřeny otáčkoměrem: No

Frekvenční měnič otáček : No

Pokud nebyly měřeny otáčkoměrem:

Průměr řemenice motoru: mm

Průměr řemenice met. kola: mm

Otáčky motoru: rpm

Komentář

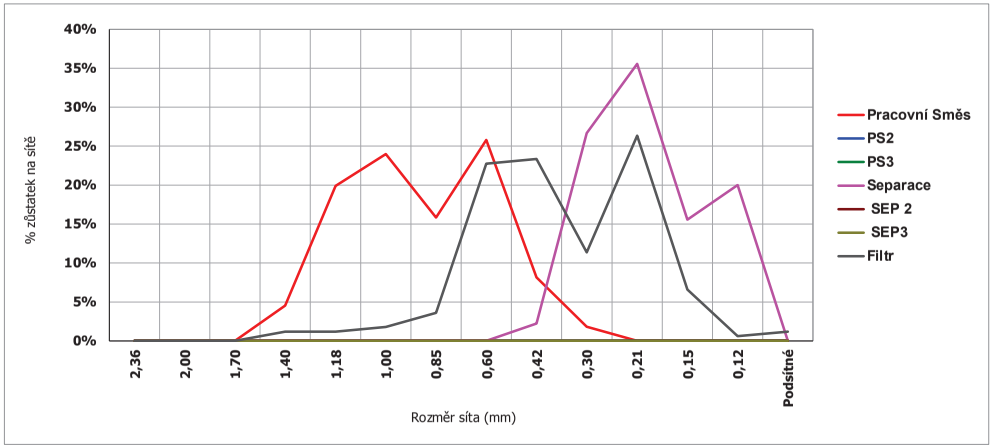
Zatížení motorů bylo sjednocena na úroveň cca 18A. **Stav je velmi dobrý.**
Směr tryskání **není** vyhovující - doporučujeme úpravu uložení metacích zařízení.
Budeme konzultovat využívání všech tří metacích kol při tryskání nižší vsázky.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

W Abrasives

Sítový rozbor

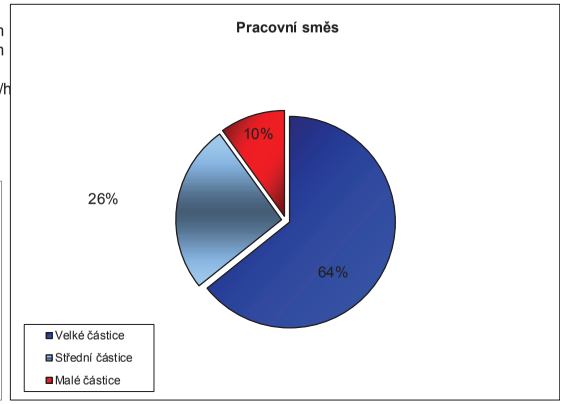
Síto	Pracovní Směs		PS2		PS3		Separace		SEP 2		SEP3		Filtr	
(mm)	Množství	%	Množství	%	Množství	%	Množství	%	Množství	%	Množství	%	Množství	%
2,36														
2,00														
1,70														
1,40	10	4,5%											2	1%
1,18	44	19,9%											2	1%
1,00	53	24,0%											3	2%
0,85	35	15,8%											6	4%
0,60	57	25,8%											38	23%
0,42	18	8,1%					1	2%					39	23%
0,30	4	1,8%					12	27%					19	11%
0,21							16	36%					44	26%
0,15							7	16%					11	7%
0,12							9	20%					1	1%
Podsítné													2	1%
Celkem	**221**	**100%**					**45**	**100%**					**167**	**100%**



Eliminovaná velikost

teoretická 0,35 mm
skutečná 0,5 mm

Rychlost vzduchu v separátoru 15,1 km/h



Komentář

Pracovní směs vypovídá o jednorázovém doplnění nového abrasiva.
Násypka je plná do cca 4/5

Je nutné pravidelně - DENNĚ - doplňovat abrasivo.
Navrhujeme školení vaší obsluhy za přítomnosti našeho Walue technika.
Byla opravena clona.
Ze separace jsou odlučovány částice pod 0,3 mm což je vyhovující.
Jedna z klapek odsávání kabiny byla otevřena (rychlost proudění přes 25 km/h - princip vysavače - odsávalo zdravé abrasivo) a druhá klapka byla téměř uzavřena.
Byla provedena úprava na odpovídající odsávání kabiny.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

W Abrasives

Výsledky a výkony

Aplikace tryskání

- [X] Od písku
- [ ] Od okují
- [ ] Odjehlování
- [ ] Úprava povrchu
- [ ] Shot Peening

Díly

Typ: Odlitky
Materiál: austenit
Tvrdost:

Stav tryskače

Bez ztrát [ ]
Mírné ztráty [X]
Vysoké ztráty [ ]

Tryskaný povrch	**Zjištěný**	**Specifikace**
Čistota povrchu	2 (Sa)	(Sa)

Drsnost (cut-off 2.5 mm)

- [ ] microns
- [ ] mils

Název nebo místo						**Specifikace**
					Ra	Ra
					Rz	Rz
					Rmax	Rmax
					Pc	Pc

Účinnost	**Zjištěná**	**Rozmezí**
Rychlost linky nebo		
Tryskací čas cyklu nebo	dle kusu	
Produkce za jednotku času		

Měření		**Zjištěné**	**Almen** N	A	C	**Specifikace**
Výška zakřivení	1. Vzorek					
[ ] 1/100 mm	2. Vzorek					
[ ] 1/10 mils	3. Vzorek					

		Zjištěné		**Specifikace**
Pokrytí povrchu	1. Vzorek		%	%
	2. Vzorek		%	
	3. Vzorek		%	

Komentář nebo foto dílu

Odlitky jsou dobře otryskány. Časy tryskání jsou nastaveny dle každé výrobní dávky (kusu - typu).