

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Optimalizace pracoviště údržby forem
Optimizing of the Maintenance Workplace of
Molds

Student:

Bc. Jan Šváb

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Šváb**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Specializace: 20 Strojírenská technologie

Téma: **Optimalizace pracoviště údržby forem**
Optimizing of the Maintenance Workplace of Molds

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika pracoviště údržby forem
2. Analýza současného stavu provozu
3. Identifikace klíčových míst pracoviště údržby forem
4. Návrh řešení pracoviště, implementace
5. Technické a ekonomické vyhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, J.: *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-
NOVÁK, J.: *Organizace a řízení*. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007.
URL: <http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>
NOVÁK, J.: *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava, 2004. 266s.
HELEBRANT, F.: *Konstrukce velkstrojů a jejich spolehlivost. II. Díl. Provozní spolehlivost*. Montanex, 2004. 89s. ISBN 82-7225-149-X.

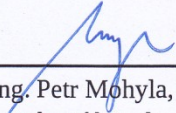
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015




doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě
6.5.2015

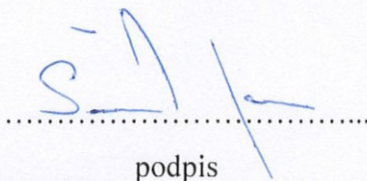
.....
Šváb
podpis studenta

Prohlášení studenta

Prohlašuji že,

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorských práv, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO,
- bylo ujednáno, že se VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užití své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své 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 předpisů, bez ohledu na výsledek jejich obhajoby,

V Ostravě: 6.5.2015


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jan Šváb

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Lidická 11

789 01 Zábřeh na Moravě

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ŠVÁB, JAN. *Optimalizace pracoviště údržby forem*: diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 74 s., 15 s. příloh. Vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Hrubý CSc.

V této diplomové práci se zabývá optimalizací pracoviště údržby forem tlakového lití AlSi. Cílem práce, je navržení takových vhodných opatření, jež povedou na straně jedné, k odstranění ztrátových časů, k optimalizaci a zvýšení produktivity práce na pracovišti a na straně druhé, k prodloužení životnosti používaných forem. Samotná práce je rozdělena do několika částí. V úvodní jsou popsány metody, kterých je v práci využito, poté harmonogram projektu a jeho strategie. V následující části je provedena analýza současného stavu. Dále vyhodnocení jednotlivých použitých analýz a identifikace zjištěných problémů. Navazující část je zaměřena na návrh opatření na odstranění zjištěných nedostatků a návrh nové technologie na čištění forem a jejich částí. Na závěr je provedeno ekonomické zhodnocení této technologie, a celkové zhodnocení práce.

ANOTATION OF THESIS

ŠVÁB, JAN. *Optimizing of the Maintenance Workplace of Molds*: Thesis. Ostrava: VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2015, 74 p. and 15 p. Attachments Thesis head: prof. Ing. Jiří Hrubý CSc.

This diploma thesis deals with optimization of AlSi die casting moulds maintenance workshop. The goal of this thesis is to propose proper arrangements which would lead to time reduction, optimization and increase in productivity and finally to moulds life-time extension. The diploma thesis is divided into several parts. The methods, the project schedule and the project strategy are described at the beginning. The analysis of current status follows together with analysis evaluation and description of identified problems. The next part of the thesis describes the proposals for removing of identified reserves and the proposal for new moulds cleaning technology. The proposed technology economic evaluation is stated at the end together with complete thesis evaluation.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	- 7 -
1. Úvod	- 9 -
2. Obecná charakteristika daného problému	- 11 -
2.1 Představení společnosti	- 11 -
2.1.1 Sortiment výroby podniku Siemens s.r.o. Mohelnice	- 14 -
2.2 Vymezení základních pojmů a definic	- 15 -
2.3 Použité nástroje při analýzu	- 15 -
2.3.1 Analýza současného stavu	- 15 -
2.3.2 Měření práce	- 16 -
2.3.3 Snímek operace	- 21 -
2.3.4 Analýza tras a četností	- 22 -
2.3.5 VSM mapování hodnotového toku	- 23 -
2.3.6 Plánování	- 23 -
3. Analýza současného stavu	- 24 -
3.1 Nastavení, strategie a harmonogram projektu	- 24 -
3.1.1 Členové projektového týmu	- 25 -
3.2 Popis pracoviště	- 26 -
3.3 Výběr reprezentantů forem	- 28 -
3.4 Analýzy a jejich výsledky	- 30 -
3.4.1 Snímek pracovního dne	- 30 -
3.4.1.3 Shrnutí snímků pracovního dne	- 32 -
3.4.2 Momentové pozorování	- 34 -
3.4.2.1 Shrnutí momentového pozorování	- 36 -
3.4.3 Analýza tras a četností	- 37 -
3.4.3.1 Shrnutí analýzy tras a četností	- 37 -
4. Vyhodnocení analýzy současného stavu a identifikace problémů	- 38 -
4.1 Vyhodnocení snímků pracovního dne	- 38 -

4.2	Vyhodnocení momentového pozorování	- 39 -
4.3	Vyhodnocení analýzy tras a četností.....	- 40 -
4.4	Identifikace problémů	- 41 -
5.	Návrh řešení na optimalizaci pracoviště a posouzení jednotlivých návrhů	- 42 -
5.1	Popis činnosti obsluhy licích strojů.....	- 42 -
5.1.1	Zhodnocení návrhu	- 43 -
5.2	Reorganizace práce na pracovišti.....	- 44 -
5.2.1	Zhodnocení návrhu	- 45 -
5.3	Zavedení sledování oprav forem v SAP.....	- 46 -
5.3.1	Zhodnocení návrhu	- 47 -
5.4	Standardizace pracoviště	- 47 -
5.5	Technologický předpis	- 48 -
6.	Návrh nové technologie na čištění forem.....	- 48 -
6.1	Zkoušky UZ čističky	- 52 -
7.	Ekonomické zhodnocení	- 53 -
7.1	Náklady spojené s UZ čističkou UC 3M 1570.....	- 54 -
7.2	Současné vynaložené náklady.....	- 55 -
7.2.1	Náklady na externí čištění	- 55 -
7.2.2	Náklady na režijní materiál	- 56 -
7.3	Kontrola opotřebení dílu formy	- 57 -
7.3.1	Hodnoty získané kontrolním měřením	- 59 -
7.3.2	Vyhodnocení provedené kontroly	- 60 -
7.4	Kapacitní výpočty pracoviště	- 60 -
7.4.1	Současný stav provádění čištění	- 60 -
7.4.2	Čištění za pomoci UZ čističky UC 3M 1570	- 62 -
7.5	Životnost forem.....	- 63 -
7.6	Návratnost investice	- 65 -

8. Závěr	- 67 -
Poděkování	- 69 -
Seznam použité literatury a zdrojů	- 70 -
Seznam obrázků, tabulek a grafů	- 72 -
Seznam příloh:	- 74 -

Seznam použitých zkratk a symbolů

<i>Značka</i>	<i>Popis</i>
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
AH	Osová výška – výška osy hřídele od patky motoru
kW	Kilowatt
n	Celkový počet momentů pozorování
p	Předpokládaný podíl základního druhu spotřeby času v celkovém čase
y	Poměrná chyba pozorování platná pro základní druh spotřeby času
χ_{ch}	Absolutní hodnoty
σ	Směrodatná odchylka
VSM	Value stream mapping – mapování procesů
BE	Business Excellence
IE	Industrial Engineering – průmyslové inženýrství
T_{A1}	Čas práce jednotkový
T_{B1}	Čas práce dávkový
T_{C1}	Čas práce směnový
T_1	Čas práce
T_2	Čas obecně nutných přestávek
T_D	Čas osobních ztrát pracovníka
T_E	Čas technicko-organizační ztráty
T	Celkový čas směny
UZ	Ultrazvuk
RTO	Rotor
E_{fp}	Efektivní časový fond pracoviště
D_V	Počet pracovních dní v roce 2015
D_D	Počet dní dovolené
D_A	Počet dní neplánované absence (nemoc, placené volno, atd.)
D_{ZD}	Počet dní celozávodní dovolené
H	Počet pracovních hodin za směnu
P	Počet pracovníků pracoviště

K_V	Kapacitní vytížení pracoviště
t_o	Čas operace
N	Náklady
$Ú$	Úspory
R_B	Roční bilance
N_I	Návratnost investice

1. Úvod

V současném, stále více se sjednocujícím světě a obchodním prostředí, kde si zákazníci mohou a také vybírají jen ty partnery pro svůj obchod, kteří splní všechny jeho požadavky nejlépe, a kde státní hranice a dokonce ani jazykové rozdíly nejsou již překážkou při jejich hledání, je velmi náročné se prosadit. Požadavky, pro vybrání si vhodného obchodního partnera jsou především kvalita dodávaného produktu, cena za jakou je dodán a v neposlední řadě termín dodání.

Proto, aby byly všechny společnosti schopny dosáhnout těchto náročných požadavků, na ně kladených za strany zákazníků, je nutné především maximálně možným způsobem využívat veškeré zdroje, které má k dispozici. Je-li toto zajištěno, je možné ze stejných zdrojů, navýšit počet výstupů. Úspory, které z tohoto plynou, je dále možné využít na investování do nových, kvalitnějších a modernějších technologií, navýšení produktivity, případně snížení ceny produktu.

Rozbor produktivity výroby ukáže nejen nedostatky v zacházení se vstupními i vlastními zdroji a samotnou spotřebou pracovního času, ale dále je také nápomocen vedení firmy při odstranění, nebo omezení těchto nedostatků.

Důvodem optimalizace jakéhokoliv výrobního či pracovního procesu, je tedy zejména zvyšování produktivity vykonávané činnosti a vylepšování systému výroby. Nutnost, neustále zvyšovat produktivitu a efektivněji využívat vlastní zdroje, je pro české, ale i pro zahraniční společnosti především zachování si, případně ještě vylepšení, své pozice na tvrdém konkurenčním trhu. Z tohoto hlediska je tedy možné chápat neustále navyšování produktivity, jako hlavní faktor pro přežití, jelikož toto jde ruku v ruce se zlepšováním ekonomických výsledků. Nemalou měrou také přispívá stále se zvyšující výrobní náklady, mzdy apod. a vstupní náklady, jako energie, materiál nové technologie atd.

Co je to vlastně produktivita?

V odborných literaturách existuje nemalé množství definic:

- Produktivitou se jednoduše řečeno rozumí míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. [1]

- Produktivita výrobních faktorů je hodnota výstupu vztažených k jednotce výrobního faktoru použitého jako vstup. [2]
- Produktivitu je činnost, která přibližuje podnik jeho cíli. Každá činnost, která přibližuje podnik k jeho cíli, je produktivní. Žádná činnost, která ho nepřivádí blíže k jeho cíli, není produktivní. [3]

Z těchto všech definic je patrné, že produktivita je charakterizována jako podíl hodnoty vstupů a hodnoty výstupů. Je zřejmé, že se zvětšujícím se množstvím výstupů, které je možné vytvořit z daného počtu vstupů, je podnik (výroba) produktivnější, a naopak. Neustálým pozorováním podílu těchto faktorů za předem daný časový úsek, jsme schopni zjistit, jaký je trend produktivity.

Na síle tedy stále více nabývají potřeby, metody a vhodné přístupy jak správně řídit a vhodně optimalizovat interní procesy. Racionalizace dosavadních systémů a navrhování stále nových komplexně řešených systémů řízení výrobních podniku je velmi významný a účinný nástroj k dosažení kvality, prosperity a vyšší technické úrovně celého výrobního systému i jeho základních prvků. [4]

„Optimalizaci je tedy možno chápat jako hledání a následně výběr nejlepší cesty, za všech nabízejících se alternativ.“

2. Obecná charakteristika daného problému

Při optimalizaci daného pracoviště bude kladen důraz především na nalezení a poté odstranění všech ztrátových časů během směny, identifikaci problémů s následným navržením vhodných opatření. Zeštíhlením budou procesy zbaveny veškerých zbytečných činností, které zvyšují samotné náklady výroby a také prodlužují daný pracovní proces.

2.1 Představení společnosti

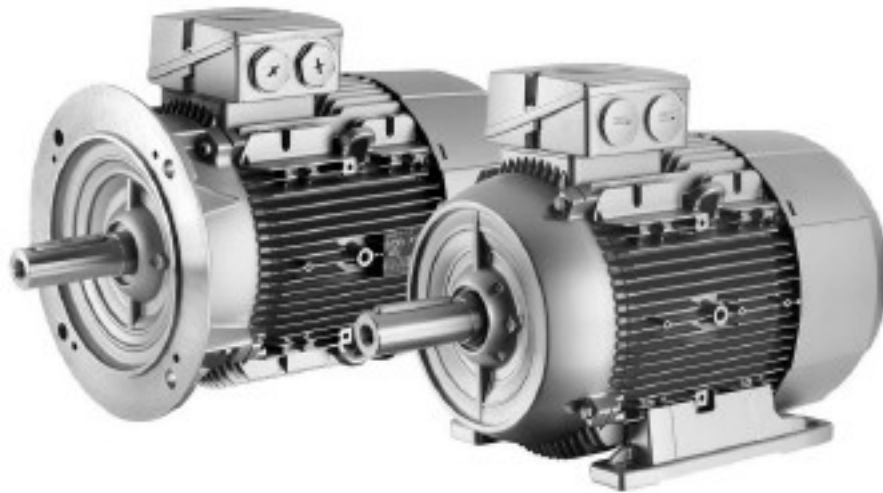
Zrod firmy Siemens AG se datuje do roku 1847, kdy vznikla firma Siemens und Halske, kterou založili Werner von Siemens a Johann Georg Halske jako "Telegrafní výrobní podnik".

Hlavní oblastí podnikání společnosti je průmysl (investiční celky a technicko-inženýrské služby, automatizační technika a technika pohonů, výrobní a logistické systémy), energetika (výroba energie, přenos a rozvod elektrické energie), doprava (dopravní technika, automobilová technika), informatika a komunikace (produkty – terminály, sítě), zdravotnictví (medicínská technika). Společnost Siemens s.r.o., je možné zařadit k největším a nejvýznamnějším světovým podnikům, jež se zabývají elektrotechnikou a elektronikou. V celé Evropě je dokonce na úplně prvním místě.

Od roku 1924 působí Siemens také v Mohelnici. Postupem času se začala firma specializovat na výrobu točících se strojů. Na konci let třicátých a počátkem let čtyřicátých se v této oblasti výroby podílela již z 25% na celkové výrobě v tehdejší Československu. V roce 1939 byla továrna začleněna do koncernu Siemens-Schuckertwerke AG a během následujících dvou let se zde výroba specializovala, zmodernizovala a také podstatnou měrou rozšířena.

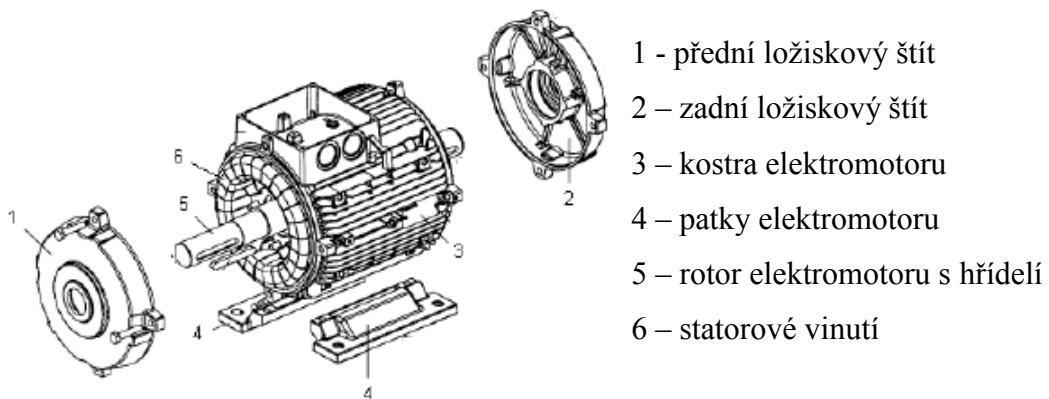
V roce 1945 se podnik dostal pod národní správu Siemens – Schuckertových závodů se sídlem v Praze. Vznikla značka MEZ. V roce 1990 byl založen samostatný národní podnik s názvem MEZ Mohelnice. 1. října 1994 do podniku vstupuje svým kapitálem koncern Siemens AG a dochází k založení společnosti Siemens Elektromotory s.r.o. V roce 2010 zanikla společnost Siemens Elektromotory s.r.o., a došlo k začlenění závodu Mohelnice jako odštěpného závodu do společnosti Siemens AG.

[5,6,7]



/

Obr 1: Třífázový asynchronní elektromotor rady ILE1 s přírubou a s patkami



Obr. 2: Konstrukce elektromotoru

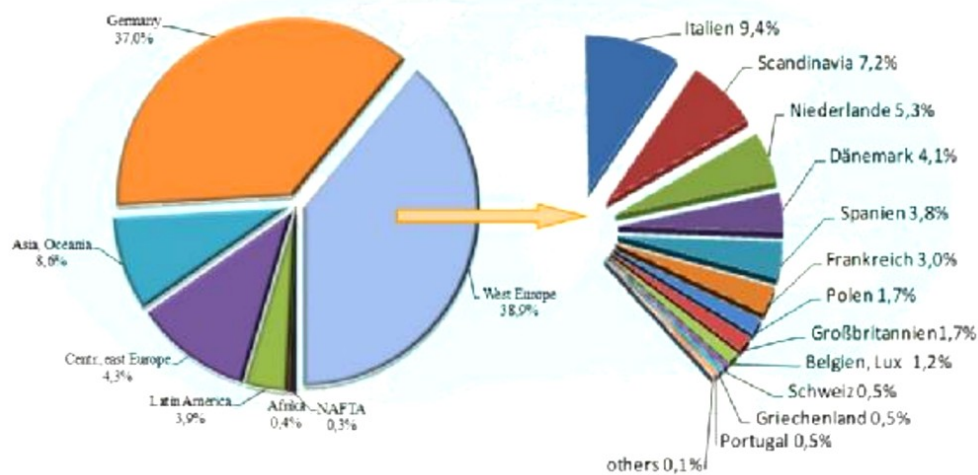
V současné době je Siemens s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice jeden z největších výrobců nízkonapěťových asynchronních elektromotorů s osovou výškou od AH 63 mm do AH 200 mm. Kromě závodu v Mohelnici je výroba elektromotorů realizována ještě ve dvou dalších závodech v České Republice a to ve Frenštátě pod Radhoštěm a v Drásově. Mezi hlavní zákazníky se řadí především výrobci čerpadel, převodovek, kompresoru a ventilátoru.

[7,8]

Společnost Siemens s.r.o. odštěpný závod Elektromotory Mohelnice zaměstnává téměř 2 100 pracovníků a svojí produkcí vytváří další stovky návazných pracovních míst u regionálních dodavatelů. Denně podnik vyrobí okolo 4 000 elektromotorů.

[6]

Většina vyrobených elektromotorů v současné době jde na export.



Obr 3: Graf vývozu vyrobených elektromotorů



Obr 4: Situační plán výrobního podniku Siemens Mohelnice

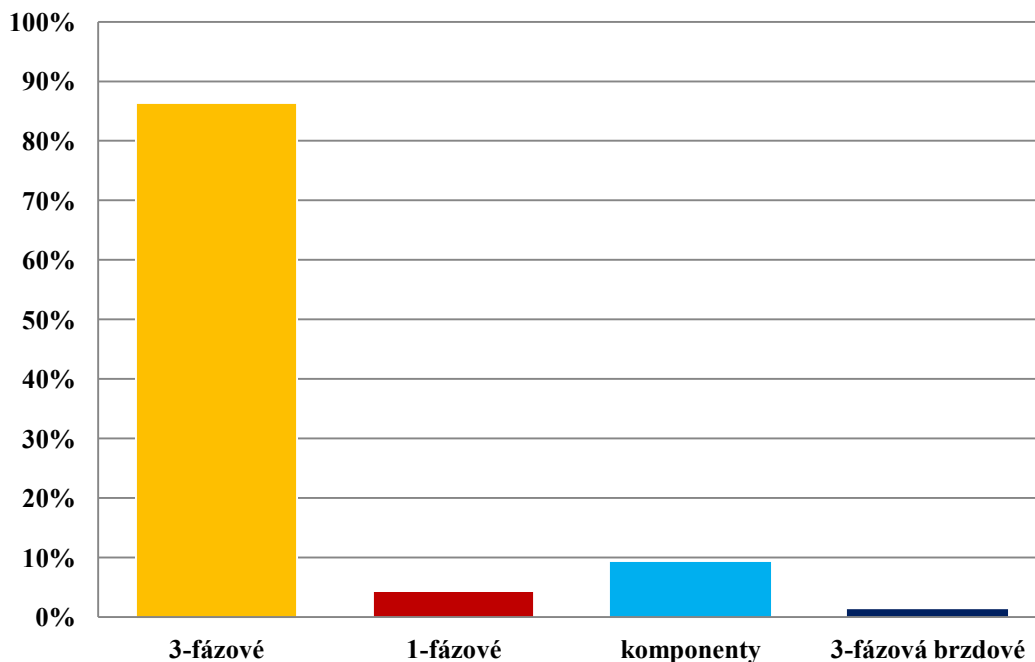
2.1.1 Sortiment výroby podniku Siemens s.r.o. Mohelnice

Jak již bylo řečeno v úvodu této práce společnost Siemens s.r.o. odštěpný závod Elektromotory Mohelnice je výrobcem a dodavatelem jednofázových, třífázových asynchronních elektromotorů a také brzdových asynchronních elektromotorů (graf 1). Tyto jsou dodávány na domácí ale i na zahraniční trh (obr. 3).

Jednofázové asynchronní elektromotory se vyrábí v rozpětí výkonu od 0,09 kW do 3 kW, trojfázové asynchronní elektromotory o výkonu od 0,04 kW do 18,5 kW a brzdové asynchronní elektromotory o výkonu od 0,12 kW do 10 kW.

Siemens Elektromotory vyrábí jedno- i třífázové asynchronní elektromotory typů 1LA7 a 1LF, ve výkonovém rozpětí 0,06 kW až 22,5 kW, třídy izolace F, krytí IP55, s počtem pólů 2, 4, 6, a 8. Ve výrobním sortimentu firmy jsou elektromotory s hliníkovými i litinovými kostrami, i v tzv. zajištěném provedení do výbušných prostředí (typ 1MA7).

[6]



Graf 1: Podíl jednotlivých druhů výrobků na celkové produkci společnosti

2.2 Vymezení základních pojmů a definic

Aby, mohla být každá optimalizace řízena, je důležité použít projektový přístup. To má za cíl neustále monitorovat stav analýz, práci týmu a výsledky zavedených opatření, hlavně z hlediska nákladů a času.

Na počátku každého nového řešeného projektu je nutné, aby byly správně vymezené pojmy, problémy a cíle. V této části dochází ke svolání první schůzky stanoveného projektového týmu a to i za účasti sponzora, jež slouží jako partner pro komunikaci, ale především je jeho úkolem dbát dodržování stanovených cílů. Během schůzky se stanoví organizace projektu, rozdělí se úkoly mezi jednotlivé členy a určí se odpovědnosti. Výsledky jsou následně zadokumentovány v projektové smlouvě a je vypracován harmonogram daného projektu. Je popsána současná situace, harmonogram, jmenný seznam stanoveného týmu a jejich úkoly, a také popis jakým způsobem bude problém řešen.

Správně rozplánovat daný projekt, má na jeho výsledek rozhodující vliv. Plánovat, se tedy začíná již od okamžiku založení projektu a trvá až po jeho ukončení.

2.3 Použité nástroje pro analýzu

2.3.1 Analýza současného stavu

Jako první bude při optimalizaci použita metoda analýzy současného stavu. Za pomoci vhodných nástrojů je pracoviště podrobně prozkoumáno, zjištěn současný stav a to především s ohledem na organizaci práce a na kompletní využití technologií. Provede se měření využití kapacity pracoviště s ohledem na produktivitu práce pracovníků, což následně bude využito jako podklad pro ukazatel plnění daných cílů.

Z takto zmapovaného dění na pracovišti se v další fázi projektu provede přezkoumání a vyhodnocení činností. Poté se navrhnou vhodná nápravná opatření, díky nimž se dosáhne splnění daných cílů. Jednotlivé použité nástroje analýz jsou níže popsány.

2.3.2 Měření práce

Čas jako takový je považován za základní jednotku, díky čemuž je možné změřit optimální využití dostupných lidských zdrojů v daném výrobním procesu. Měření práce a využití zmíněných lidských zdrojů je však možné pouze v případě, že získaná časová data se zakládají na pravdě a jsou zcela reálná.

Samotné měření spotřebovaného času na danou práci se provede tak, že nejprve je nutno stanovit (zjistit) opravdovou pracovní náplň pracovníků na daném pracovišti a následně také doba za jakou se vykonají jednotlivé složky práce. Po provedeném měření je zapotřebí určit takové pracovní činnosti, jež mají vysokou spotřebu času a navrhnout, jak by bylo možné tuto dobu vhodným způsobem snížit. Poté se stanoví vhodná spotřeba času a podmínky, za nichž bude možné proces realizovat a nakonec díky těmto všem zjištěným podkladům je navržena norma spotřeby času. Můžeme tedy s určitostí prohlásit, že měření spotřeby času pracovníků je podkladem pro stanovení norem pro každou konkrétní pracovní činnost a její jednotlivé složky.

Způsobů, jak provést měření spotřeby času je několik. Mezi nejpreferovanější patří stopky případně videokamera. První způsob, tedy stopky, se používá u jednodušších činností, kdy doba této činnosti nezabere více jak několik málo minut, a také je vhodnější pro svou rychlost. Druhého způsobu, videokamery, je užito tam, kde je zapotřebí sledovat činnosti s velmi krátkou periodou trvání (měření za pomoci stopek by bylo nemožné, či nepřesné), nebo naopak periodou dlouhodobou (mohou zabrat i několik dní).

Zjištěné hodnoty spotřeby práce na danou operaci případně činnost však bývají téměř pokaždé jiné. To je způsobeno pokaždé jiným pracovním výkonem, prostředím (rušivými elementy), chybami a nepřesnostmi pracovníka, ale také normovače atd. Hodnota tedy osciluje kolem své určité střední meze. Pro získání konkrétního časového údaje je použit průměrný čas z většího počtu měření, a proto také musí být počítáno s určitou relativní chybou.

Jedná se tedy o jeden z nástrojů průmyslového inženýrství, na snížení nákladů a především zvýšení produktivity práce.

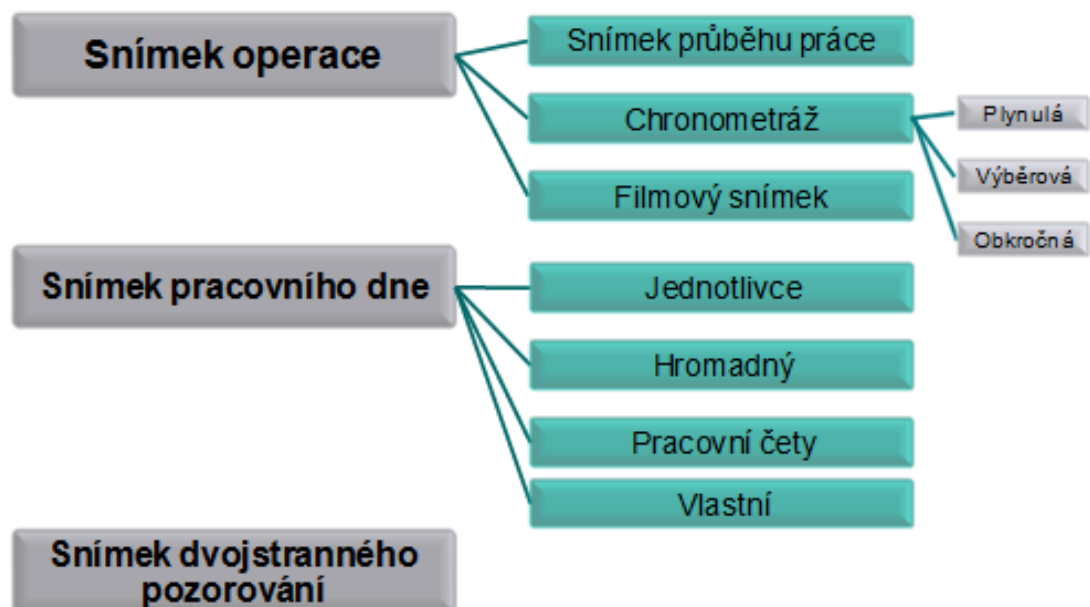
Důvody proč použít metody měření práce a následně jejich analýzy je několik:

- Je zvýšena produktivita práce a to i za poměrně malých investic.
- Je možné definovat normy času.
- Umožňují zvyšovat bezpečnost práce na pracovišti.
- Jsou poměrně jednoduché, i když časově náročné.
- Identifikují případnou neefektivnost.
- Úspory z použití metod jsou ihned vidět.
- Mohou být aplikovány na jakémkoliv pracovišti a v jakémkoliv pracovním prostředí.

Za metody přímého měření spotřeby času lze považovat:

- Metoda momentové pozorování.
- Snímek pracovního dne.
- Snímek operace.

[10]



Obr 5: Metody měření spotřeby času – rozdělení technik - Přímé měření

[10]

2.3.2.1 Metoda momentového pozorování

Metoda momentového pozorování spočívá v určení podílu různých druhů spotřeby pracovního času a to za pomoci náhodného pozorování bez časoměřicích přístrojů. Tato metoda se tedy zakládá na pravděpodobnosti a matematické statistice. Vychází ze zásady, že zvolený reprezentativní počet náhodných pozorování je dostatečně charakterizující o reálném využití pracovní doby zaměstnanci, jež jsou předmětem daného pozorování.

Při provádění náhodného pozorování se jednotlivé zjištěné druhy spotřeby času (pracovní činnosti), zaznamenávají do připraveného formuláře (tab1). Na základě poměru mezi počtem zaznamenaných výskytů jednotlivých druhů činností a stanoveným celkovým počtem momentů pozorování se určí velikost spotřeby času daných pracovních činností.

Tab. 1: Příklad pozorovacího listu

Pozorovací list		doba pozorování: od do	6:00:00	do	14:00:00		Datum	List č. 1							
	Čištění pomocí špacíle	Nanesení čístečního prostředku+utření	Odstavení nahřtí hliníka	Broušení	Smrkování	Manipulace	Opravy forem + komponentů	Práce na svařovně	Oprava nástrojů a přívěsků	Komunikace s kolegou či mistrům	Ostatní pomocné práce	Hledání	Ostatní činnost	Uklid pracoviště	Není na pracovišti
Pracovník údržby I															
Pracovník údržby II															
Pracovník údržby III															
Pracovník údržby IV															
Pracovník údržby V															
Pracovník přípravy															

Praxe však ukázala, že získané výsledky z momentů pozorování se poněkud odlišují od získaných výsledků nepřetržitým pozorováním a měření spotřeby pracovního času (snímek pracovního dne). Výsledná přesnost tohoto způsobu pozorování záleží hlavně na provedeném počtu pozorování. Z toho vyplývá, že s rostoucím počtem pozorování, roste také přesnost získaných výsledků. Ve skutečnosti je však požadována jen určitá přesnost, které překročení by bylo nehošpodárné. Počet pozorování závisí také na podílu určitých zkoumaných druhů spotřeby času na celkovém čase operací. Čím je daný podíl menší, tím víc se musí provést pozorování, a to z důvodu dosažení požadované přesnosti a naopak.

Mezi výhody momentového pozorování lze zařadit:

- Nižší náklady a to o jednu třetinu až jednu šestinu oproti použití metody nepřetržitého pozorování.
- Jednoduchost.
- Malá pracnost a zpracování získaných údajů.
- Možnost přerušení pozorování a to bez jakéhokoli následku na výslednou přesnost pozorování.
- Jeden pozorovatel může zkoumat celou skupinu pracovníků na pracovišti.
- Nastavení přesnosti, jež je požadována.
- Tento způsob pozorování je zaměstnanci přijímán příznivěji.

[11]

Pro získání přesného výsledku je nutné stanovit dostatečně velký počet pozorování. To se určí pomocí matematického vzorce:

$$n = \frac{4(1-p)}{y^2 \cdot p} \quad (2.1)$$

kde:

- n celkový počet momentů pozorování
 p předpokládaný podíl základního druhu spotřeby času v celkovém čase
 y poměrná chyba pozorování platná pro základní druh spotřeby času

Tento vzorec vychází z toho, že:

$$\chi_{ch} = 2\sigma \quad (2.2)$$

kde:

- χ_{ch} ...absolutní hodnota chyby ($\chi_{ch} = y \cdot p$)
 σ ... směrodatná odchylka

Momentového pozorování se využívá zejména, je-li zapotřebí znát spotřebu času u více pracovníků, nebo tam, kde se pracovní činnost vykonává na větším prostoru.

[11]

2.3.2.2 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne stejně jako snímek operace slouží k nepřetržitému sledování pracovní činnosti a s tím souvisejícím spotřebovaným časem. Za pomoci těchto metod je tedy možné zjistit skutečnou hodnotu spotřebovaného času, zjistit možné plýtvání časem apod.

Toto metodu lze použít pro více druhů snímků:

- snímek pracovního dne jednoho pracovníka,
- snímek pracovního dne celé skupiny pracovníků,
- vlastní snímek pracovního dne,

Před samotným spuštěním snímkování je nejprve nutné určit jasná pravidla. Poté je vybráno pracoviště a pracovník, jež bude sledován a určí se také počet snímků. Následně je pozorována činnost dělníka a to od začátku pracovní doby, až po její ukončení. Do předem připraveného formuláře (tab. 2) se zaznamenávají počátky a konce stejných druhů činností popřípadě nečinnosti. Získané časové hodnoty se zaokrouhlují na celé minuty.

Tab. 2: Příklad formuláře snímku pracovního dne

Údržba forem - Pracovník 1		Datum: 3.11.2014		Směna: Ranní		POZOROVACÍ LIST Pro snímek pracovního dne SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE		List č. 1 Pozorovat: Jan Šváb Pozorovaný: Kamler Miroslav		
Od do: 6:00 - 14:00:00		Kategorie: OC - ostatní činnost, M - manipulace, H - hledání, Č - čekání, OF - opravy forem a komponentů, O - okamžitá oprava na stroji								
Třídění spotřeby času: Tn - čas normativní, Tz - čas ztrátový, T - čas celkový, T1 - čas práce, TA1 - jednotkový čas práce, TB1 - dávkový čas práce, Tc1 - směnový čas práce, TA2 - čas obecně nutných přestávek-jednotkový, Te2 - čas obecně nutných přestávek-dávkový, Tc2 - čas obecně nutných přestávek-směnový, TA3 - čas podmíněčně nutných přestávek-jednotkový, Te3 - čas podmíněčně nutných přestávek-dávkový, Tf - čas ztráty vyšší moc Tc3 - čas podmíněčně nutných přestávek-směnový, TD1 - čas ztrátový osobní zaviněný, Toz - čas ztrátový osobní nezaviněný, Te1 - čas ztrátový technicko organizační vícepráce, Te2 - čas ztrátový technicko organizační čekání										
Ope race č.	Postupný čas	Výpočet času			Rozpad v čase	Třídění spotřeby času	Symbol	Kategorie	Popis činnosti	Poznámka
		od	do	čas						
1	0:00:00	0:00:00	0:03:00	0:03:00	0:00:00	TC1	OC	Ostatní činnost	Příprava pracoviště	
2	0:03:00	0:03:00	0:05:00	0:02:00	0:03:00	TC2	OC	Ostatní činnost	Komunikace s mistrem	
3	0:05:00	0:05:00	0:08:30	0:01:30	0:05:00	TA3	M	Manipulace	Manipulace s destou	Jízda pro formu
4	0:08:30	0:08:30	0:07:00	0:00:30	0:06:30	TA3	H	Hledání	Hledání formy	
5	0:07:00	0:07:00	0:09:00	0:02:00	0:07:00	TA3	M	Manipulace	Manipulace s destou	Přerovnání špinavých forem
6	0:10:00	0:09:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00	TC1	M	Manipulace	Manipulace s destou	Odvoz pevné části na pracoviště
7	0:10:00	0:10:00	0:11:00	0:11:00	0:11:00	TC1	M	Manipulace	Manipulace s destou	Jízda pro pohyblivou část
8	0:11:00	0:11:00	0:13:00	0:13:00	0:13:00	TC1	M	Manipulace	Manipulace s destou	Velká destička
9	0:13:00	0:13:00	0:14:00	0:14:00	0:14:00	TC1	M	Manipulace	Manipulace s destou	Odvoz pevné části na pracoviště
10	Postupný čas odečtený ze stopek vždy při změně činnosti operátora	Čas zahájení a ukončení činnosti	Vypočítaná doba trvání činnosti	Rozpad v čase pracovní směny	Třídění spotřeby času pracovníka ve směně	Manipulace	Čištění	Mech	Popis vykonávané pracovní činnosti pracovníka	Poznámka k vykonávané pracovní činnosti
11										
12										
13										
14	0:20:00	0:20:00	0:20:30	0:00:30	0:20:00	TA3	M	Manipulace	Manipulace s vozíčkem	Na uložení segmentů

V další etapě následuje vyhodnocení naměřených hodnot, kdy se z postupného času vypočítá jednotlivý čas a to z hlediska obsahu vykonávané činnosti, nebo nečinnosti. Stejnorodé činnosti se sečtou do skutečné spotřeby směnového času. Takto získaná hodnota vyjadřuje, kolik času v minutách a procentech připadá na jednotlivé činnosti za celou pracovní směnu.

[10,11]

Hlavní cíle získané analýzou:

- vytvořit snímek pracovního dne,
- zjistit a následně vyhodnotit veškeré ztrátové časy,
- sledovat výkon pracoviště s ohledem na celý čas a jednotku času,
- zjistit vlastní organizaci pracoviště,

Vedlejší cíle získané analýzou:

- spotřeba času na jednotku taktu,
- rezervy daného procesu,
- mapa procesu,
- způsob organizace práce,
- příčiny vznikajících vad, [10,11]

Při provádění analýzy je zapotřebí myslet na to, kde se měří a jaké pracovní činnosti. Prostudováním zmíněných faktorů následně napomůže při stanovení návrhu na optimalizace. Z toho bude parné, které činnosti jsou nepotřebné, které je možné sloučit, nebo zjednodušit. [10,11]

2.3.3 Snímek operace

Touto metodou je zkoumána skutečná hodnota spotřebovaného času na jednotlivých opakujících se operacích, nebo na částech operace a to na pracovišti jednotlivce, nebo na více stejných pracovištích.

Snímky operace se dělí:

- plynulá chronometráž - jedná se o metodu nepřetržitého pozorování spotřebovaného času pro všechny úkony zkoumané operace,
- výběrová chronometráž – tento druh chronometráže se nevyužívá pro pozorování celé provádění činnosti při operaci, nýbrž jen pro předem stanovené jak opakující tak i neopakující se úkony dané operace. Zaznamenává se jen počátek a konec zvoleného úkonu,
- obkročná chronometráž – používá se pro stanovení doby trvání jen velice krátké části operace, [10,11]

2.3.5 VSM mapování hodnotového toku

VSM – mapování toku hodnot je metoda, jež se řadí do základních metod využívaných při budování štíhlého podniku. Za pomoci této metody je možné vhodně a efektivně využít optimalizaci hodnotového toku jakéhokoli produktu a to jak ve výrobě, tak v administrativě. Výsledkem mapování nemá být zpracování mapy, ale vylepšení VAindexu. Toto slouží k získání poměru času výroby produktu k celkovému času, o němž můžeme zodpovědně říci, že danému produktu přidávají hodnotu. Je tedy také možné pozorovat, zda daný proces je štíhlý, protože vývoj přidané hodnoty a minimalizace zbytečné práce jsou základní cíle jak dosáhnout kýženého štíhlého podniku. VSM metoda nám napomáhá sledovat jen ty oblasti, které vedou ke zlepšování.

[12]

2.3.6 Plánování

Plánování je proces, který zahrnuje určení námi stanovených organizačních cílů a dále také vhodný výběr prostředků a způsobu jak daného cíle dosáhnout (tedy co, s čím, jak – máme v plánu dosáhnout). Jde tedy o proces, kde si určíme cíle a současně i určíme postup pro realizaci.

Význam plánování spočívá:

- zvýšení efektivity,
- snížení rizika,
- úspěšné organizační změny,
- vývoj standardů kvality,

Cílem je dosáhnout takového konečného stavu, ke kterým by měl podnik směřovat a také ke kterým by se měly směřovat veškeré jeho aktivity. Postup jak daného cíle dosáhnout je nalézt více alternativ a následně zvolit pro nás tu nejlepší.

3. Analýza současného stavu

Z důvodu chybějícího přehledu o přesných činnostech pracovníků na pracovišti údržby forem tlakového lití AISi a také nemožnosti kontroly efektivity vykonávané práce, neznámé kapacity daného pracoviště z důvodu plánování, bylo na poradě za účasti vedoucího výroby lití, vedoucí čtyř pracoviště údržby forem (team leader) a zástupců oddělení BE rozhodnuto o nutnosti provedení analýzy a optimalizace.

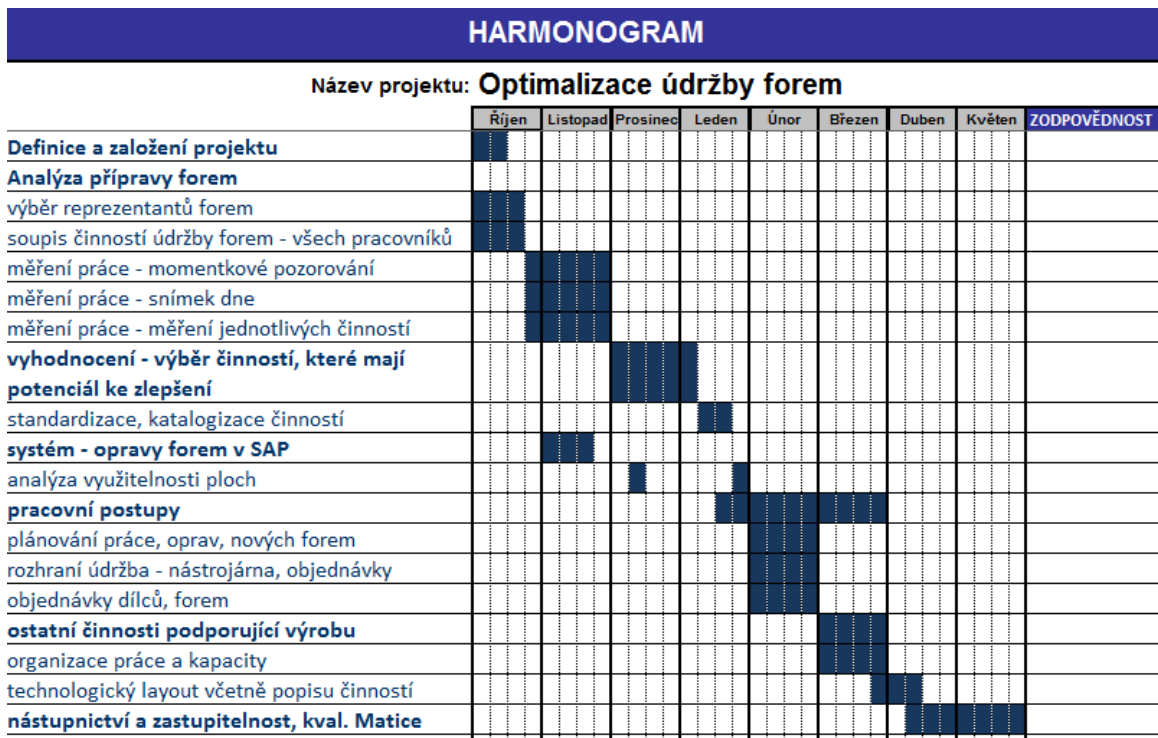
3.1 Nastavení, strategie a harmonogram projektu

Na předběžné schůzce byla sestavena strategie projektu, jež je v podstatě mapa zamýšlených postupových kroků, která se skládá ze získání vstupních a v konečné fázi výstupních dat pro řešení. V neposlední řadě je touto mapou znázorněna prvotní vizualizace postupu práce.



Obr 7: Myšlenková mapa projektu

Po vytvoření první verze mapy strategie je zvolen termín zahajující schůzky, při níž dojde k setkání celého projektového týmu. Tito jsou následně seznámeni s celkovou vizí projektu a jednotlivým členům je představena jejich role a úkoly. Dále byla prezentována myšlenková mapa projektu (obr. 7), ze které se následně vytvořil harmonogram (obr. 8). Každému jednotlivému úkolu je stanovena doba pro jeho realizaci a také člen týmu, jež je zodpovědný za jeho splnění a dodržení.



Obr 8: Harmonogram projektu

3.1.1 Členové projektového týmu

Členy projektového jsou:

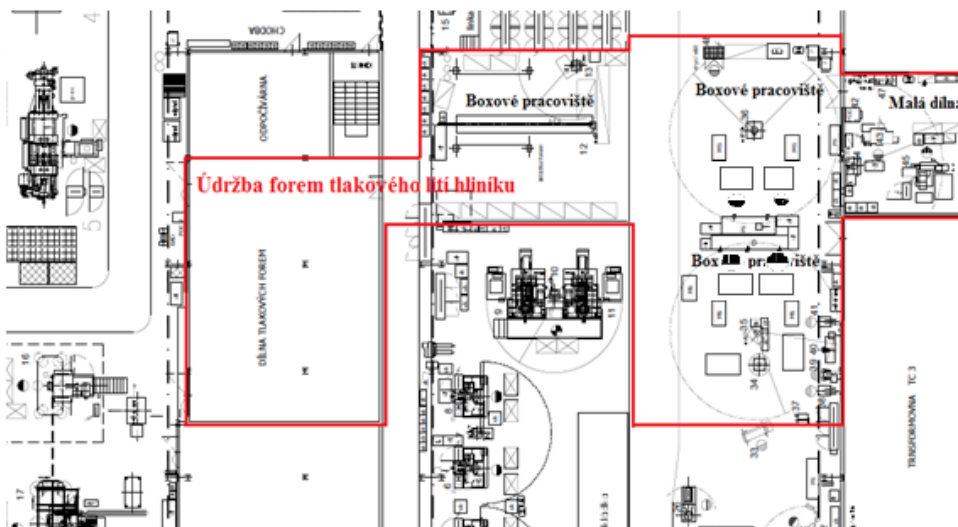
vedoucí týmu: - projekt manažer oddělení BE
 - vedoucí výroby slévárna

členové týmu: - vedoucí čtyř pracoviště údržby forem (team leader)
 - pracovník údržby forem
 - technolog tlakového lití AISi
 - směnový mistr pracoviště tlakového lití AISi
 - projekt manažer oddělení BE
 - zpracovatel diplomové práce

V případě potřeby, jsou vedoucí projektového týmu opevněny přizvat na schůzku i další pracovníky a to jestliže je nutné podat potřebné informace, či z důvodu nutnosti zpracování určitého úkolu daným pracovníkem (např. pracovník obchodního oddělení, nákupčí, právní oddělení, atd.).

3.2 Popis pracoviště

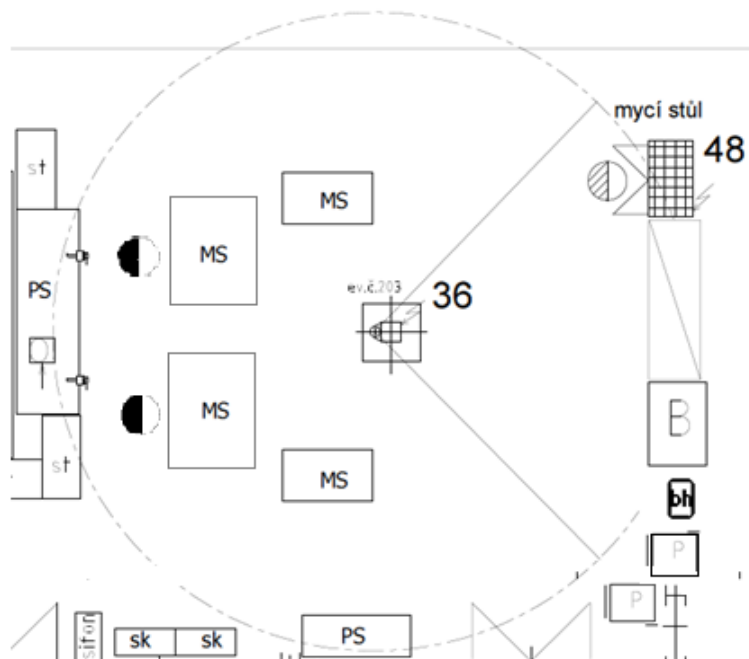
Projekt optimalizace bude realizován na pracovišti údržby forem, které se nachází ve výrobní hale tlakového lití hliníku (obr. 9). Zde, po demontáži formy ze stroje, dochází k jejímu rozebrání na jednotlivé komponenty, které se následně čistí od separátoru, nalepeného hliníku a karbonu. Po rozborce formy a vyčistění je provedena kontrola přiloženého posledního odlevu lití, kontrola zápisu o provozu a závadách v sešitu formy, kontrola jednotlivých částí a v případě nutnosti jsou vzniklé vady opraveny. Jestliže se jedná o náročnou opravu, kterou není možné provést vlastními prostředky, je tato zajištěna u předem domluveného dodavatele.



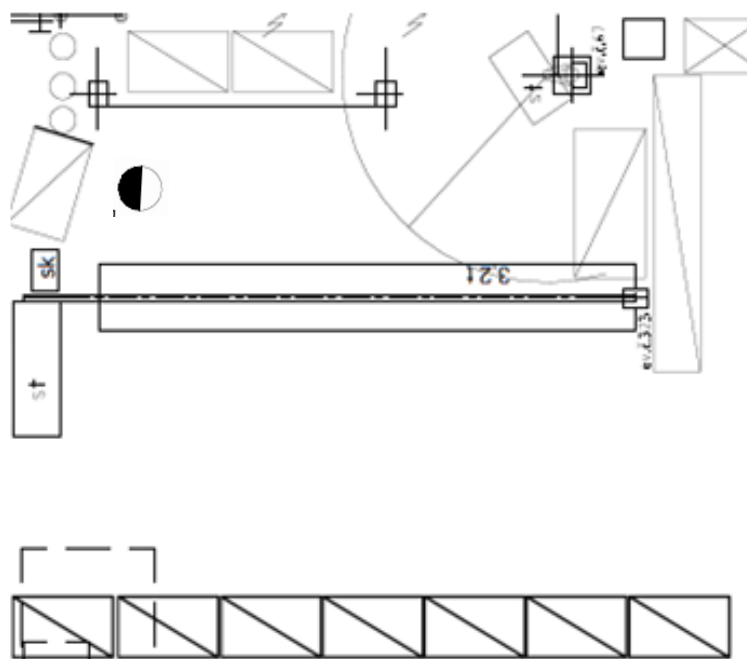
Obr 9: Layout pracoviště údržby forem

Celé pracoviště se skládá z jednotlivých boxových pracovišť pro jednotlivé pracovníky (obr. 10, 11), které jsou vybaveny veškerým potřebným nářadím. Každá dvojice je opatřena sloupovým jeřábem o nosnosti do 250 kg pro manipulaci s těžkými břemeny. Součástí je také malá dílna vybavena soustruhem, bruskou na kulato i na plocho a svařovacím agregátem pro navařování. K návozu forem je vyžito plynového vysokozdvížený vozík Jungheinrich 4 tun.

Na zvětšených detailech je znázorněno jedno ze dvou pracovišť údržby forem (obr. 10) pro dvojici pracovníků a pracoviště směnových pacovníků přípravy forem (obr. 11).



Obr. 10: Detail pracoviště údržby forem



Obr. 11: Detail pracoviště přípravy forem

3.3 Výběr reprezentantů forem

Aby se vůbec mohlo začít s realizací projektu, tedy provádět samotné náměry a následně vytvořit katalog činností, bylo nutné nejdříve veliký počet forem (asi 350), roztrždit do několika skupin podle určitých charakteristických znaků. Těmito znaky jsou např. velikost formy (střední, malé), druh odlitku (kostra, štít), formy jednoduché, případně dvojnásobné, tahačové, atd.. Výsledkem bylo konečných sedm skupin A až G:

Skupina A

- kostrové – Double



Obr. 12: Dvojnásobná forma (053.7009/L 20537009000999)

Skupina B

- kostrové – Tahačové



Obr. 13: Tahačová forma (053.81600.00/A 50538160000000)

Skupina C

- formy – COLL. 1200/C



Obr. 14: COLL/C (31.8160.63/A)

Skupina D

- střední



Obr. 15: střední forma (084.816.0.0.02)

Skupina E

- malé, rám



Obr. 16: malé formy, rámy (129.15820 523.15 880)

Skupina F

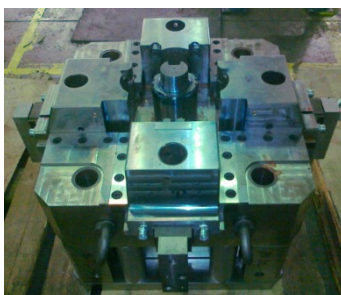
- změna provedení



Obr. 17: změna provedení formy (532.11.201)

Skupina G

- kostrové – malé



Obr. 18: malé kostrové formy (053.80900.22)

3.4 Analýzy a jejich výsledky

V další části práce jsou popsány jednotlivé provedené analýzy na pracovišti s jejich následným vyhodnocením.

3.4.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne byl proveden celkem u šesti pracovníků, z toho čtyř na úseku údržba a dvou na úseku přípravy forem (směnový pracovník). Snímkování se provedlo během jednoho týdne, tedy nepřetržitě v pěti po sobě následujících pracovních dnech, celou pracovní dobu od 6.00 hodin po 14.00 hodin, z důvodu zajištění dostatečné průkaznosti a správnosti snímkování. Zajištěno bylo celkem 747 záznamů o jednotlivých činnostech.

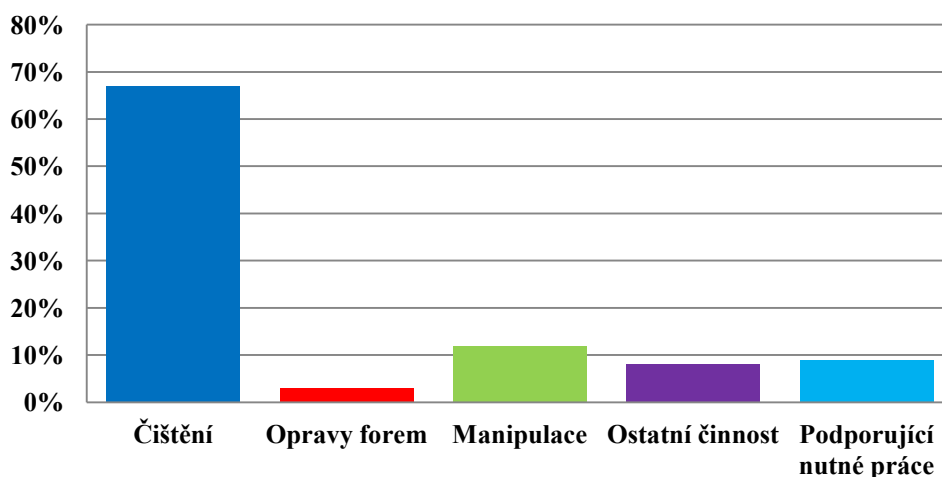
V níže uvedených tabulkách a grafech je podrobně zaznamenán průběh činností po celou směnu, celkové shrnutí a také rozřídění spotřeby času ve směně. Výsledky měření jsou z důvodu přehlednosti a srozumitelnosti rozděleny do několika kategorií a to podle charakteru vykonávané práce. Následně jsou tyto také rozděleny na operace, které přidávají hodnotu a ty, jež hodnotu naopak nepřidávají, respektive ty, které mají potenciál ke zlepšení. Spotřebovaný pracovní čas je také rozčleněn na čas práce, čas přestávek a čas ztrátový.

Údržba forem

Tab. 3: Rozbor činností podle kategorií - pracovník údržby forem

Základní kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Čištění	5:04:00	67,56%
Opravy forem	0:12:00	2,67%
Manipulace	0:53:30	11,89%
Ostatní činnost	0:38:00	8,44%
Podporující nutné práce	0:42:30	9,44%
Celková pracovní doba	7:30:00	100,00%

Rozbor činnosti



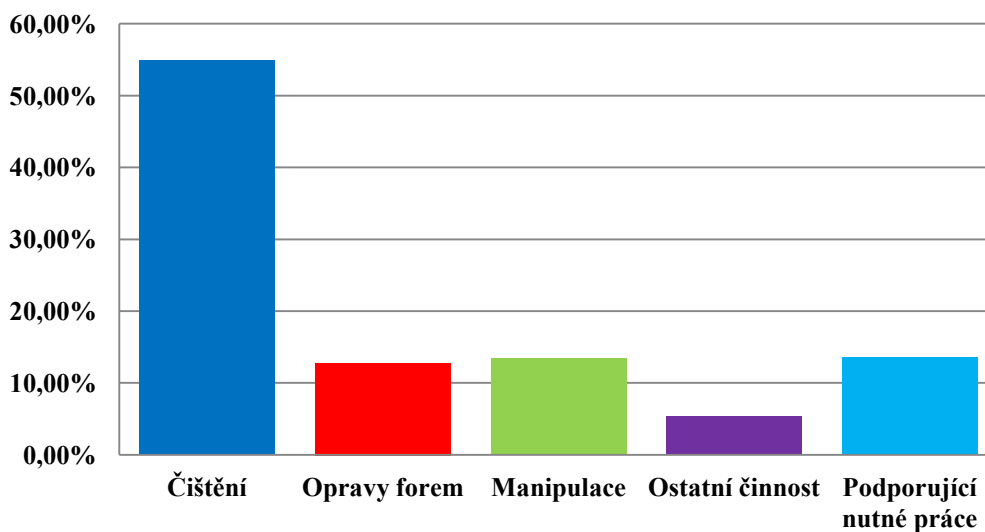
Graf 2: Rozbor činností – pracovník údržby forem

Příprava forem

Tab. 4: Rozbor činností podle kategorií - pracovník přípravy forem

Základní kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Čištění	4:07:00	54,89%
Opravy forem	0:57:30	12,78%
Manipulace	1:00:30	13,44%
Ostatní činnost	0:24:00	5,33%
Podporující nutné práce	1:01:00	13,56%
Celková pracovní doba	7:30:00	100,00%

Rozbor činností



Graf 3: Rozbor činností – pracovník přípravy forem

3.4.1.3 Shrnutí snímků pracovního dne

Pozorování bylo provedeno celkem u čtyř pracovníků údržby a dvou pracovníků přípravy forem.

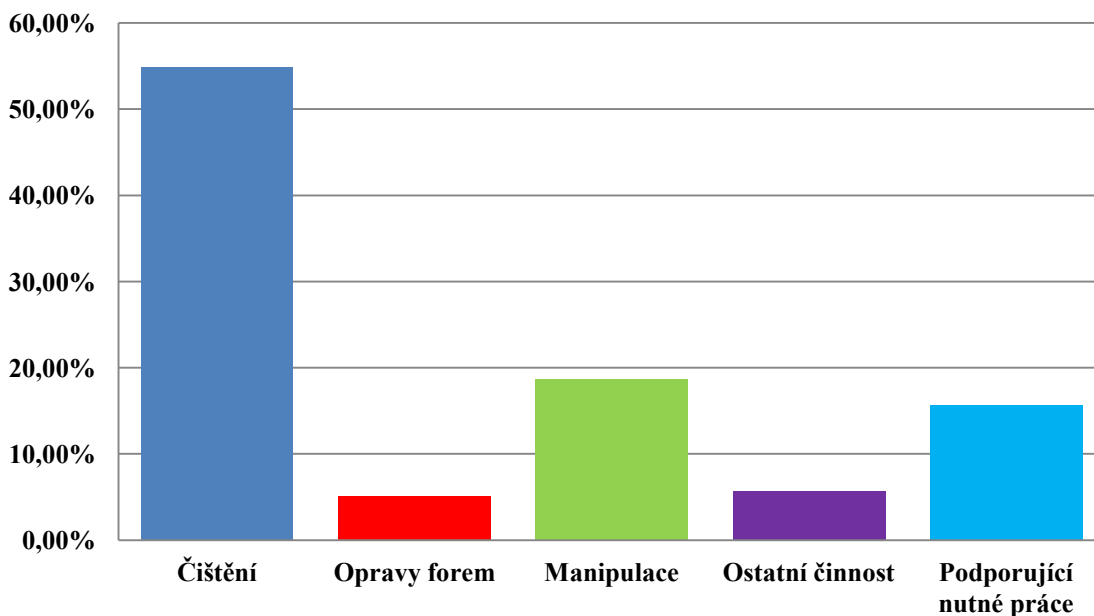
Souhrn činnosti podle kategorií

Tab. 5: Rozbor činností podle kategorií všech snímků

Základní kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Čištění	4:06:45	54,83%
Opravy forem	0:22:53	5,09%
Manipulace	1:24:15	18,72%
Ostatní činnost	0:25:47	5,73%
Podporující nutné práce	1:10:00	15,63%
Celková pracovní doba	7:30:00	100,00%

Po provedeném měření snímků pracovního dne bylo následně zjištěno, že největší část pracovní doby zaměstnanci stráví mechanickým čištěním forem od separátoru, nalepeného hliníku a karbonu. Další nezanedbatelnou dobu je prováděna manipulace s díly a to za pomoci vysokozdvizného vozíku, jeřábu či manipulátoru.

Rozbor činností



Graf 4: Rozbor činností všech snímků

Třídění spotřeby času pracovníků ve směně

Tab. 6: Pozorované časy

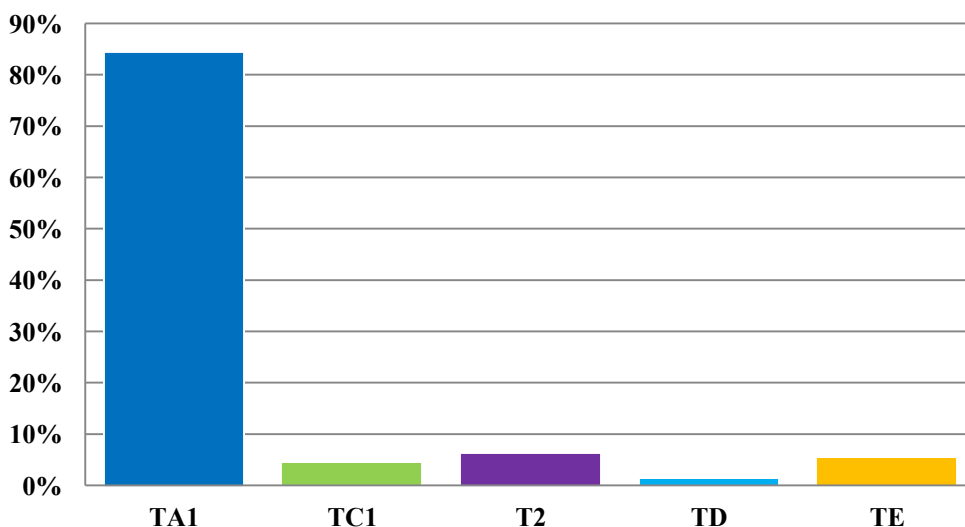
Rozbor času směny	Symbol času	Popis pracovní činnosti
Čas práce jednotkové	T_{A1}	Čas práce jednotkový
Čas práce dávkové	T_{B1}	Čas práce dávkové
Čas práce směnové	T_{C1}	Směnový čas (úklid pracoviště, čištění stroje a zařízení)
Celková čas práce	T_1	Celkový čas práce
Čas obecně nutných přestávek	T_2	Přestávky podle zákona
Osobní ztráty	T_D	Postávání pracovníka
Technicko-organizační ztráty	T_E	Technicko-organizační ztráty, poruchy zařízení
Celková čas směny	T	Celkový čas směny

Po ukončení pozorování byly také výsledky přeneseny do tabulky spotřeby času (tab. 7). V této tabulce jsou zaznamenány průměrné časy práce všech pracovníků a k nim je přiřazena procentuální hodnota, ze které se dá stanovit, kolik jednotlivé druhy časů zaujímají z pracovní směny.

Tab. 7: Rozbor spotřeby času

Rozbor času směny	Symbol času	Délka trvání	Procenta doby
Čas práce jednotkové	T_{A1}	6:42:00	83,75%
Čas práce dávkové	T_{B1}	0:00:00	0,00%
Čas práce směnové	T_{C1}	0:19:15	4,01%
Celková čas práce	T_1	7:01:15	87,76%
Čas obecně nutných přestávek	T_2	0:30:00	6,25%
Osobní ztráty	T_D	0:06:38	1,38%
Technicko-organizační ztráty	T_E	0:22:07	4,61%
Celková čas směny	T	8:00:00	100,00%

Rozbor času směny



Graf 5: Rozbor spotřeby času

3.4.2 Momentové pozorování

Pro ověření získaných dat a výsledků byla následně metoda snímků pracovního dne rozšířena o další metodu a to o momentové pozorování. Bylo provedeno 120 náhodných pozorování (tab. 8). Toto je rovnoměrně rozděleno do celé směny a do tří po sobě následujících pracovních směn. Požadovaná úroveň pravděpodobnosti byla početně stanovena na 95% a maximální chyba ± 10 .

Tab. 8: Hodnoty momentového pozorování

Pracovní činnost	Údržba forem I	Údržba forem II	Údržba forem III	Údržba forem IV	Příprava forem
Nanesení čistícího prostředku	9	10	8	7	9
Čištění pomocí špachtle	18	23	15	16	20
Broušení	10	13	7	12	9
Smirkování	19	25	21	14	23
Odstranění nálitků hliníku	6	10	8	7	6
Manipulace	19	18	22	20	13
Opravy forem a komponentů	5	0	4	14	6
Navařování	1	0	5	0	0

Pokračování ze strany 34.

Pracovní činnost	Údržba forem I	Údržba forem II	Údržba forem III	Údržba forem IV	Příprava forem
Oprava nástrojů a přípravků	2	1	0	0	3
Komunikace s kolegou, mistrem	4	5	5	7	6
Pomocné práce	10	3	8	6	7
Hledání	3	2	4	2	2
Ostatní činnost	3	4	7	8	6
Úklid pracoviště	4	3	4	3	5
Není na pracovišti	7	3	2	4	5

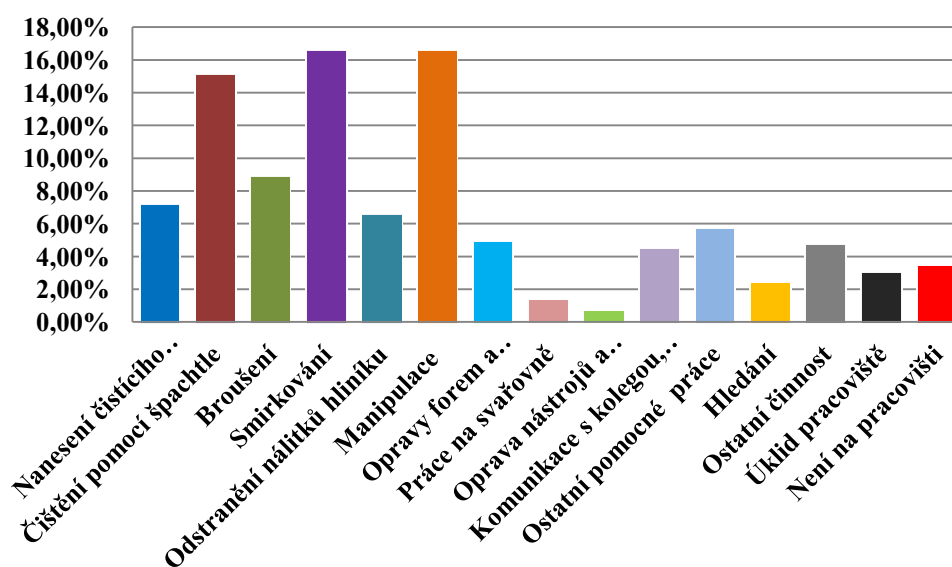
Tab. 9: Procentuální výsledky momentového pozorování

Pracovní činnost	Údržba forem I	Údržba forem II	Údržba forem III	Údržba forem IV	Příprava forem
Nanesení čistícího prostředku	7,50%	8,33%	6,67%	5,83%	7,50%
Čištění pomocí špachtle	15,00%	19,17%	12,50%	13,33%	16,67%
Broušení	8,33%	10,83%	5,83%	10,00%	7,50%
Smirkování	15,83%	20,83%	17,50%	11,67%	19,17%
Odstranění nálitků hliníku	5,00%	8,33%	6,67%	5,83%	5,00%
Manipulace	15,83%	15,00%	18,33%	16,67%	10,83%
Opravy forem a komponentů	4,17%	0,00%	3,33%	11,67%	5,00%
Navařování	0,83%	0,00%	4,17%	0,00%	0,00%
Oprava nástrojů a přípravků	1,67%	0,83%	0,00%	0,00%	2,50%
Komunikace s kolegou, mistrem	3,33%	4,17%	4,17%	5,83%	5,00%
Pomocné práce	8,33%	2,50%	6,67%	5,00%	5,83%
Hledání	2,50%	1,67%	3,33%	1,67%	1,67%
Ostatní činnost	2,50%	3,33%	5,83%	6,67%	5,00%
Úklid pracoviště	3,33%	2,50%	3,33%	2,50%	4,17%
Není na pracovišti	5,83%	2,50%	1,67%	3,33%	4,17%

3.4.2.1 Shrnutí momentového pozorování

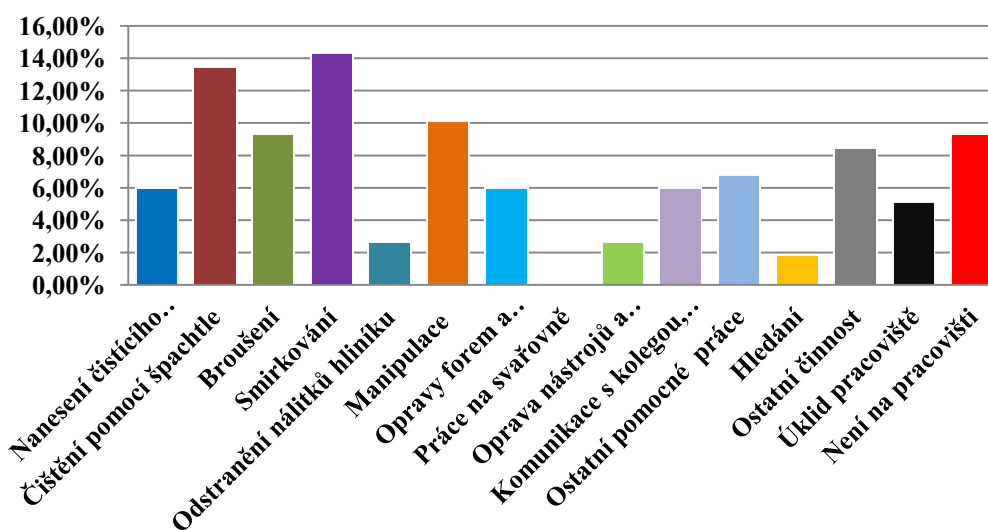
Po přenesení zjištěných pozorování do výsledné tabulky pracovních činností (tab. 9), a provedeném výpočtu procentuálního podílu pro každého pracovníka je patrné, že zjištěná data v podstatě odpovídají hodnotám ze snímku pracovního dne. Drobné odchylky od ostatních hodnot (zvýrazněny červeně) jsou způsobeny právě prováděnou prací. Např. pracovník údržby forem II má nulovou hodnotu u činnosti opravy forem a komponentů z toho důvodu, že je na pozici teprve krátkou dobu, a není na zmíněnou operaci zaškolen. Výjimku však tvoří procento nepřítomnosti na pracovišti, které je poměrně vysoké.

Rozbor činností-údržba forem



Graf. 6: Rozbor činností momentového pozorování – údržba forem

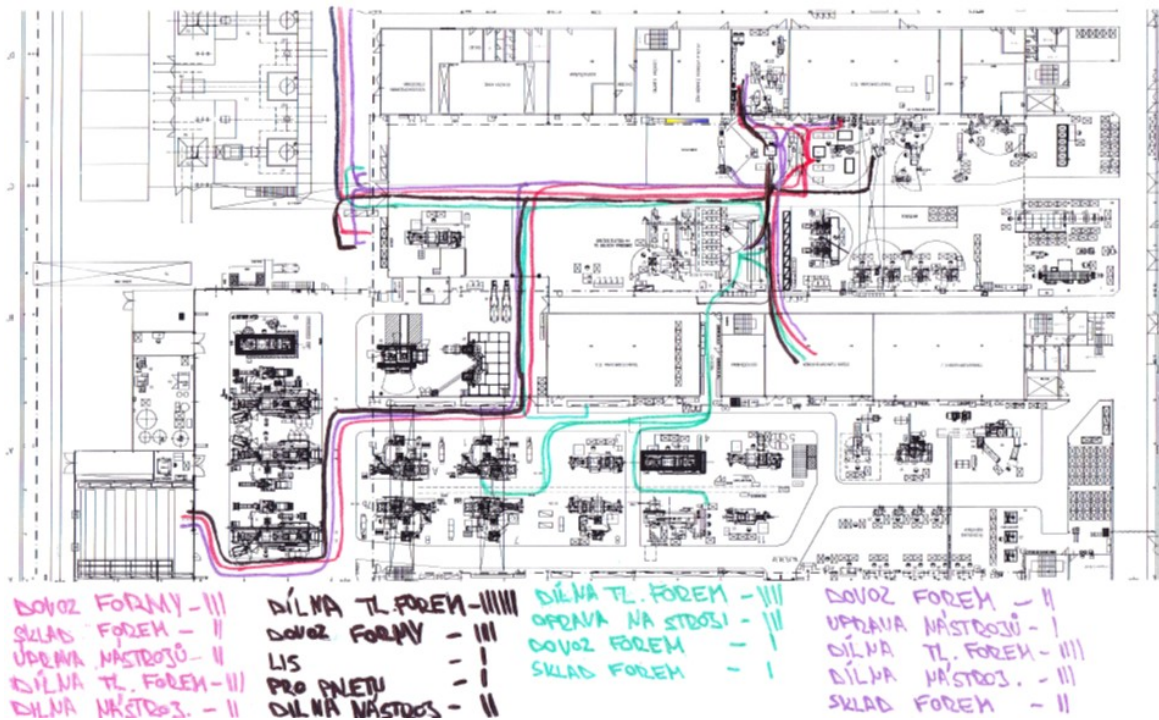
Rozbor činností-příprava forem



Graf. 7: Rozbor činností momentového pozorování – příprava forem

3.4.3 Analýza tras a četností

Analýza tras a činností byla provedena souběžně s monitorováním snímků pracovní dne. Tato metoda byla zařazena do analýzy současného stavu z důvodu zmapování pohybu pracovníků po pracovišti a celé výrobní hale, dostupnosti a rozmístění nářadí a přípravků a v neposlední řadě také uspořádání celého pracoviště.



Obr. 19: Spaghetti diagram pohybu pracovníků

3.4.3.1 Shrnutí analýzy tras a četností

Při analýze tras a četností byly identifikovány následující cesty, které pracovníci vykonávají během pracovní doby:

- dovoz formy na očištění z místa pro skladování použitých forem,
- odvoz očištěné a opravené formy do skladu nebo regálu pro nasazení na stroj,
- pohyb mimo pracoviště – nástrojárna, svařovna,
- chůze na dílnu tlakového lití forem,
- práce v malé nástrojařské dílně,
- hledání, úpravu či opravu nářadí,

4. Vyhodnocení analýzy současného stavu a identifikace problémů

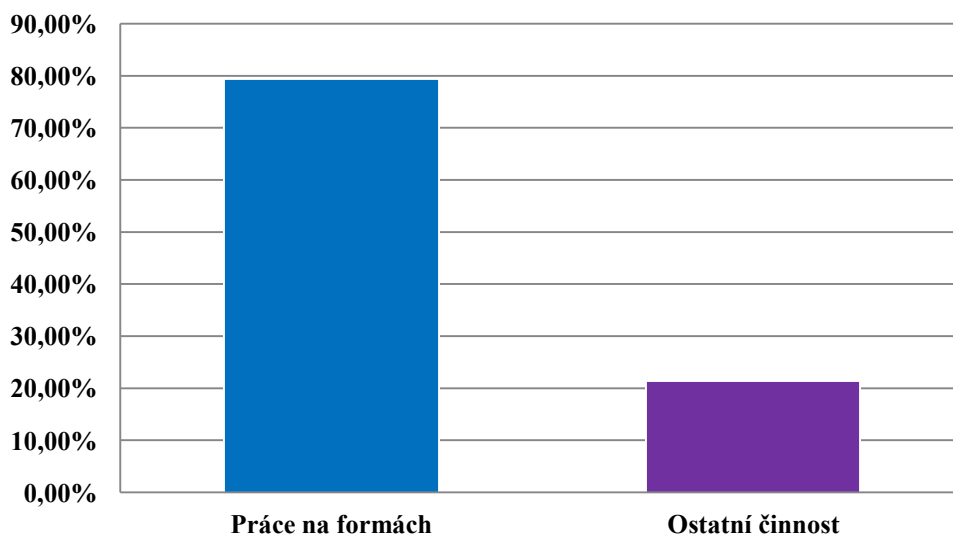
4.1 Vyhodnocení snímků pracovního dne

Při vyhodnocování snímků pracovního dne byly jednotlivé kategorie činností sloučeny a poté následně rozděleny do dvou kategorií, a to na samotné práce na formách (čištění, manipulace) a práce skládající se z ostatních činností (příprava pracoviště, příprava nářadí, atd.)

Tab. 10: Vyhodnocení snímků pracovního dne

Rozbor pracovní doby	Délka trvání	Procenta doby
Práce na formách	5:54:03	78,68%
Ostatní činnost	1:35:57	21,32%
Celková pracovní doba	7:30:00	100,00%

Rozbor pracovní doby



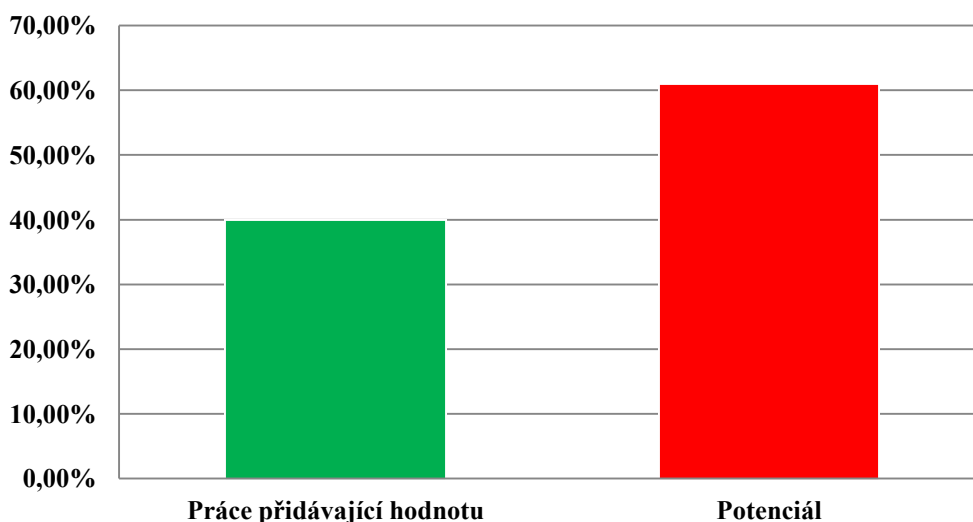
Graf 8: Rozbor pracovní doby

Dále byl také celkový čas práce za směnu roztříděn na práci, které přidává hodnotu a práci, jež má potenciál ke zlepšení.

Tab. 11: Rozbor spotřeby času všech měřených pracovníků

Kategorie	Délka trvání	Procenta doby
Práce přidávající hodnotu	2:57:39	39,48%
Potenciál	4:32:21	60,52%
Celková pracovní doba	7:30:00	100,00%

Rozbor efektivity práce



Graf 9: Rozbor efektivity práce

Do kategorie potenciál ke zlepšení byly zařazeny veškeré činnosti, díky nimž bude možné, po určitých opatřeních, navýšit produktivitu práce na pracovišti. Jedná se o činnosti, jež jsou spojené s čištěním (mechanické čištění, broušení, smirkování, atd.) a dále také např. hledání (náradí, forem, atd.).

O tomto rozdělení bylo rozhodnuto na kontrolní poradě projektového týmu. Zmíněná operace čištění, byla zařazena, jelikož zaujímá až 55% celkového objemu pracovní doby pracovníků oddělení a jedná se o činnost, jež zcela neodpovídá kvalifikaci, které je nutná pro danou pracovní pozici.

4.2 Vyhodnocení momentového pozorování

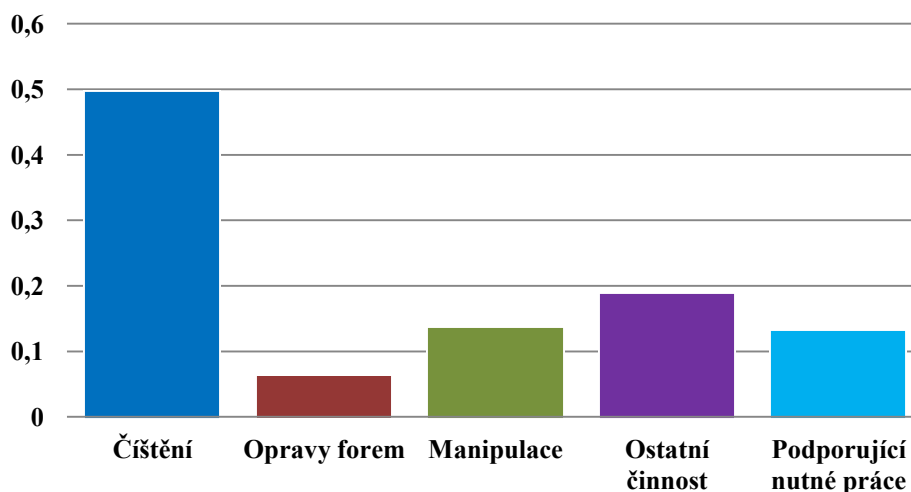
Při vyhodnocování se obzvlášť projevila skutečnost, že pozorování bylo provedeno nečekaně. Zjistilo se, že pracovníci v poměrně vysokém procentu nebyly přítomni na pracovišti. Toto, ale mohlo být způsobeno manipulací s vysokozdvíhým vozíkem mimo

pracoviště v daném okamžiku, tedy kdy byl pracovník momentálně ve skladu forem apod., nebo zajišťoval opravu v jiné výrobní hale např. v nástrojárně. V nejméně příznivé situaci mohou být však tyto ztráty zapříčiněny samotnými pracovníky a jejich přístupem k práci.

Jak již bylo uvedeno ve shrnutí tohoto způsobu monitorování, potvrdili se výše uvedené skutečnosti. Výraznější odchylku tvoří pouze kategorie ostatní činností, což je ale způsobeno zmíněnou vysokou nepřítomností pracovníků na pracovišti.

Pro názornost byly všechny činnosti z momentového pozorování sloučeny a následně rozděleny do kategorií shodných se snímky pracovního dne.

Rozbor momentového pozorování



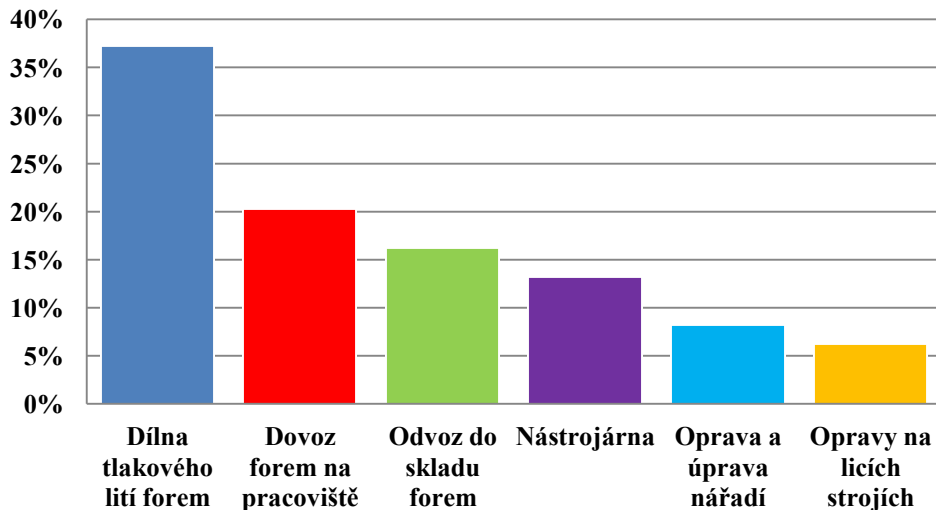
Graf 10: Rozbor činností momentového pozorování

4.3 Vyhodnocení analýzy tras a četností

Při vyhodnocování tras a jejich četností (graf 11), vyšli najevo skutečnosti, že největší podíl všech cest, a to až 39%, kterou pracovníci vykonávají v rámci pracovní doby, je uskutečňováno na dílnu tlakového lití forem. Zde dostávají přidělenou práci mistrem, odevzdávají vykonanou, konzultují případné nejasnosti či vzniklé problémy s mistrem a zapůjčují si speciální nářadí. Podstatnou část pohybu mimo pracoviště připadá také na dovoz forem demontovaných z licího stroje z prostoru pro jejich shromažďování, na určené místo čištění a následně po provedeném očištění a opravě odvoz do skladu. Jedná se celkem o 38 % všech vykonaných cest. Další část připadá na chůzi a následnou práci v nástrojařské dílně, opravu a úpravu nářadí na bruskách, vrtačkách, atd. Nejmenší podíl zahrnuje chůze na sousední výrobní halu a poté práce přímo na licích strojích.

Ve dvou případech také pracovník opustil zcela výrobní halu a převážel si sám součásti na opravu do nástrojárny. Po dobu pozorování bylo zaznamenáno celkem 48 zásadních pohybů, při kterých pracovníci zcela opustil svoje pracoviště a tím došlo k prostoji na práci na formě.

Rozbor tras pracovníků



Graf 11: Rozbor tras pracovníků mimo pracoviště

Při celkovém zhodnocení této metody vyšlo najevo, že není nutné řešit organizaci pracoviště z pohledu rozmístění strojů a zařízení. Jediným nedostatkem je poměrně častá chůze na jiné pracoviště (nástrojárna, svařovna, apod.), která by se však dala řešit jiným způsobem, např. odvoz dílu na opravu, kterou zajistí vedoucí čtyř pracoviště apod.

4.4 Identifikace problémů

- Veliká rozpracovanost forem.
- Není zpracovaný postup čištění forem.
- Čekání na vysokozdvizný vozík nebo jeřáb.
- Osobní ztráty pracovníků.
- Chybějící časové normy na vykonávanou činnost.
- Nemožný, nebo jen velmi obtížně nastavitelný výkon pracoviště.
- Nedostatečná kontrola vedoucího pracovníka na pracovišti.
- Častá nepřítomnost na pracovišti (chybí informace o pohybu pracovníků).
- Chybějící kvalifikační matice na pracovišti.
- Veliká část pracovní doby zaujímá mechanické čištění. Toto je činnost, které neodpovídá nutné kvalifikaci a odbornosti pracovníku (nástrojař).

5. Návrh řešení na optimalizaci pracoviště a posouzení jednotlivých návrhů

Úkolem této části práce bude nalezení možných řešení identifikovaných problémů a nedostatků, které povedou ke splnění stanovených cílů. Navržená řešení bude dále nutné posoudit a na základě výsledků zhodnotit náklady na realizaci a jejich možné přínosy tak, aby se zjistila případná životaschopnost opatření.

Návrhy byly také rozděleny na ty, které se mohou realizovat okamžitě a bez větších finančních nákladů a na ty, jež budou realizovatelné až po určité době, tedy po pořízení různého zařízení či instalaci technologií.

5.1 Popis činnosti obsluhy licích strojů

V určitých případech dochází při lití z důvodu poruch stroje, nebo nutnosti drobné opravy na formě, k jeho prostojům. Odsluha zařízení v takovou dobu, mimo informování pracovníků údržby a přípravy forem, případně seřizovačů nemá určený popis své pracovní činnosti. Během odstávky stroje je jím tedy prováděn jen drobný úklid v okolí. Jelikož jsou případy, kdy se oprava může protáhnout i na více než jednu hodinu a pracovník se po tuto dobu nepodílí na výkonu a nepřidává žádnou hodnotu, byla navržena definice jeho činností.

Definice činností:

- Při závadě informovat směnového pracovníka údržby, nebo přípravy forem případně seřizovače stroje.
- Je-li závada krátkodobá - provádět úklid pracoviště
- asistovat při odstraňování závady
- Je-li závada dlouhodobá (více jak 20 min.) okamžitě informovat mistra provozu a vedoucího čtyř pracovníků údržby forem, případně jeho zástupce.
(o době opravy rozhodne pracovník údržby nebo přípravy forem, případně seřizovače stroje)
- Dále se řídit pokyny těchto vedoucích.

Jednou z několika možností, jak po tuto dobu využít pracovníka obsluhy licího stroje, se našla na pracovišti údržby forem. Zde by bylo možné vykonávat činnosti, na které není zapotřebí dlouhodobého zaučení ani zkušených pracovníků. Např. provádět mechanické čištění pomocí špachtle, nebo na mycím stole očistu povrchu forem a jejich jednotlivých částí apod.

5.1.1 Zhodnocení návrhu

Pro stanovení počtu hodin, kterých se tento návrh týká, byla vedoucím provozu poskytnuta tabulka efektivity pracoviště M 420 (tlakové lití AlSi) (tab. 12).

Tab. 12: Odvedené normohodiny na pracovišti M 420

Rekapitulace pro vyhodnocení efektivity pracoviště M 420	Počet hodin na měsíc				
	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden
Jednicové hodiny	7 128,7	9 111,1	7 773,8	6 797,1	7 957,0
Seřízení	640,5	682,5	701,0	474,5	643,0
Čištění a mazání	217,5	181,0	177,0	141,5	135,5
Prostoje porucha	22,0	19,0	210,0	10,7	10,5
Prostoje materiál	47,5	48,0	63,5	0,0	17,0
Celkem hodin	8 056,2	10 041,6	8 925,3	7 423,8	8 763,0
Celkem prostoje	710,0	749,5	974,5	485,2	670,5
Použitelný čas na práci na jiném pracoviště	98,8	101,8	206,9	52,8	78,1

Z této tabulky je zřejmé, že za sledované období, měsíce září 2014 až leden 2015, je počet hodin kdy stroj nepracuje, poměrně značný. Obsluha těchto licích strojů po tuto dobu nepřináší výkon a je zařazena do režijních hodin. Pro potřeby zařazení obsluhy na jinou pracovní pozici v době odstávky stroje je však možné využít jen 20% času z položky seřízení, jelikož zbytek je čas nutný pro nasazování a rozjždění nové formy a v tuto dobu je obsluha stroje nápomocna pracovníkovy provádějícímu seřízení.

Z takto získaného času je možné použít jen 50% doby prostoje, jelikož zbylých 50% jsou prostoje s délkou trvání nižší než 20 minut a přesun na jiné pracoviště by bylo nevhodné.

Tabulka 13 ukazuje, jak velký počet hodin v tomto sledovaném období by bylo možné odpracovat na pracovišti údržby forem.

Tab. 13: Počet využitelných hodin

Měsíc	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden
Doba možného využití pracovníků	98,8	101,8	205,9	52,8	78,1

V průměru za toto období se jedná o **8,85%** z celkového počtu odpracovaných hodin na údržbě forem.

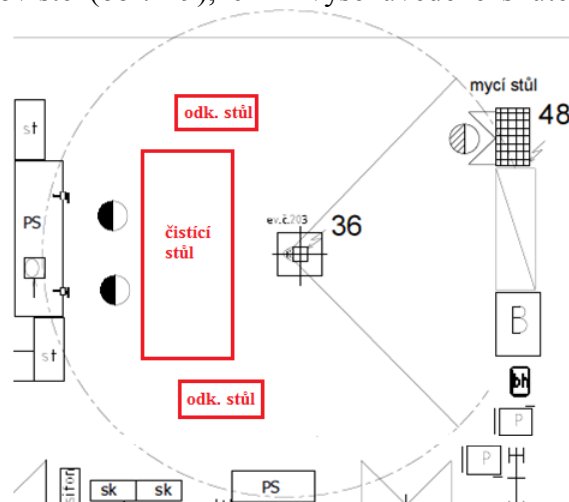
5.2 Reorganizace práce na pracovišti

V současné době je organizace práce na boxovém stanovišti realizována takovým způsobem, že každý pracovník provádí činnosti samostatně (obr.10, str. 26), na jemu mistrem přidělené formě (pozn. dva pracovníci na jedno stanoviště).

Toto má za následek:

- Přílišnou rozpracovanost.
- Málo odkládacích míst pro díly forem.
- Dlouhou dobu na očištění, kontrolu a opravu formy.
- Prostoje z důvodu čekání na sloupový jeřáb (jeden jeřáb na jedno boxové stanoviště).
- Prostoje z důvodu čekání na vysokozdvizný vozík pro návoz a odvoz forem.

Návrh na odstranění těchto nedostatků a plýtvání, spočívá ve sloučení prací v boxech a vytvoření tak jednoho pracoviště (obr. 19), čímž výše uvedené skutečnosti mohou být z velké části odstraněny.



Obr. 19 : Návrh úpravy pracoviště

Toto opatření odstraní následující nedostatky:

- Veliká rozpracovanost forem
- Čekání na vysokozdvizný vozík nebo jeřáb

5.2.1 Zhodnocení návrhu

Reorganizaci pracoviště lze provést tak, že pracovníci budou provádět čištění a opravu forem na stávajících čistících stolech v současném rozložení, tedy tak, že každý pracovník má svůj prostor pro odložení části formy, nebo budou vyrobeny stoly nové s patřičnými rozměry.

Přínos tohoto návrhu řešení byl proveden na základě pozorování výkonu práce v jednotlivých pracovních dnech a počtu očištěných forem za měsíc leden (tab. 14). Po uplynutí tohoto období byl pracovníkům nařazen na dobu následujícího měsíce režim práce dle tohoto návrhu. Dodržování nařízení bylo striktně vyžadováno a také pravidelně kontrolováno vedoucím čtyř pracoviště a to několikrát v průběhu každé pracovní směny.

Tab. 14: Výkon pracoviště

Režim práce dle současného stavu	Počet [ks]
Výkon denní	9
Výkon za pozorované období	93
Režim práce po reorganizaci	Počet [ks]
Výkon denní	5
Výkon za pozorované období	101

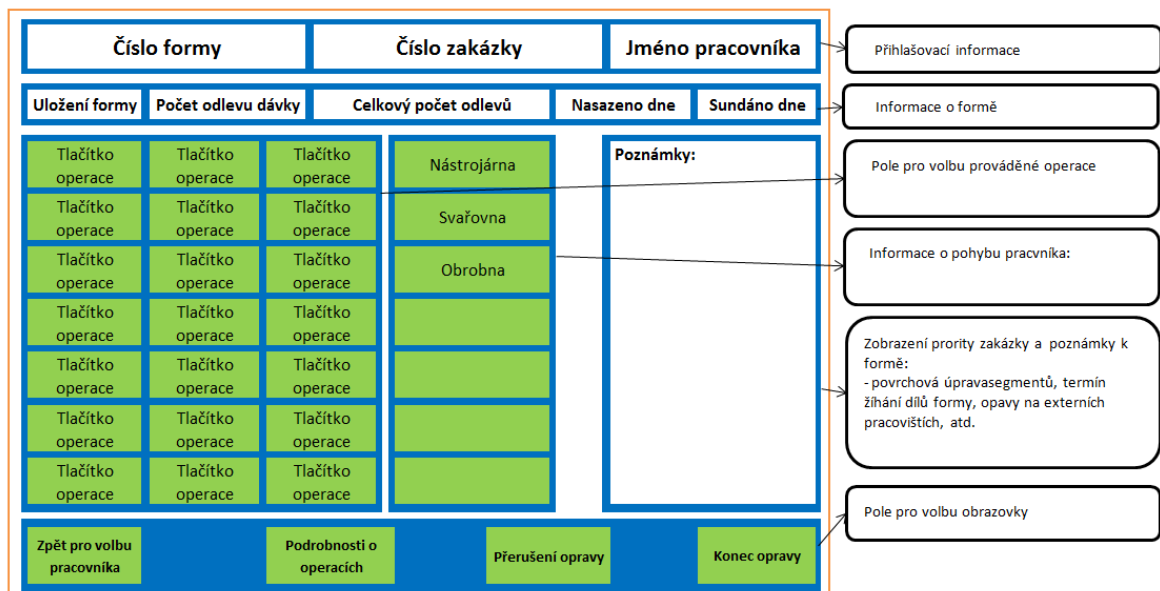
Jak je z výše uvedené tabulky patrné, došlo v pozorovaném období k navýšení výkonu pracoviště z původních 86 kusů na nynějších 94 kusů očištěných forem a to při prakticky stejném složení i druhu prováděných činností na formách. Navýšení tedy činí **8,6 %**.

Náklady spojené s touto reorganizací jsou prakticky nulové, jelikož postačuje pouze přesunutí pracovních stolů. Avšak v případě požadavků pracovníků na pořízení nových stolů, byly tyto předběžně vyčísleny dle cenové nabídky oslovené formy na 15 000 Kč na jeden kus pracovního stolu.

5.3 Zavedení sledování oprav forem v SAP

Tento návrh spočívá v pořízení a instalování stanice se čtecím zařízením čárových kódů a dotykovou obrazovkou na pracovišti.

Jeho základní podstata je následující. Každý pracovník, kterému je přidělena forma na očištění, kontrolu či opravu, se za pomoci této stanice přihlásí svým osobním číslem do systému. Následně za pomoci čárového kódů nacházejícího se v sešitu dané formy se na tuto formu přihlásí, jako osoba provádějící opravu. Poté, na dotykové obrazovce označí, jakou činnost bude právě provádět např. (čištění povrchu, smirkování tvarů, opravu části, atd.). Také při nutném opuštění pracoviště (např. na jiné oddělení) je nutné toto zaznamenat do systému, aby se pozastavil čas opravy a byl neustálý přehled o tom, kde se pracovník právě nachází.



Obr. 21: Prostředí dotykové obrazovky I

Toto opatření odstraní následující nedostatky:

- Nemožnost, nebo jen velmi obtížně zjistitelný výkon pracoviště.
- Osobní ztráty pracovníků.
- Chybí informace o pohybu a přítomnosti pracovníků.

Mimo již zmíněných nedostatků, které jsou uvedeny v identifikaci zjištěných problémů, bude mít opatření také za následek:

- Možné sledovat nákladovost jednotlivých forem.

- Evidence počtů a druhů oprav každé formy (informace o jednotlivých dodavatelích forem).
- Evidence přesného počtu odlevů (informace o zbytkové životnosti forem).
- Efektivní plánování zakázek do výroby.

Propojením s počítači v oddělení plánování výroby, budou mít tyto neustále přesné informace o stavu jednotlivých forem a nebude tedy již možné, že do výroby bude zaplánovaná zakázka, na kterou není forma připravena, případně je ve stavu opravy, kdy se čeká na díl z kooperace.

5.3.1 Zhodnocení návrhu

Náklady spojené s realizací tohoto návrhu, spočívají v pořízení a vybavení pracoviště bezdrátovou čtečkou čárových kódů a dotykovou obrazovkou.

Tab. 15: Náklady na čtečku a dotykovou obrazovku

Čtečka čárových kódů	70 000 Kč
Dotyková obrazovka (tablet)	40 000 Kč (10 000) Kč
Zaškolení pracovníků	7 500 Kč
Celkem	117 500 Kč (87 500 Kč)

Toto opatření je době ukončení práce ve stavu realizace.

5.4 Standardizace pracoviště

Na pracovišti údržby forem je nutné provést standardizaci, z důvodu zavedení potřebného řádu a také proto, aby se pracoviště dalo lépe a hlavně efektivně řídit. Je důležité vytvořit tabulku kvalifikací všech pracovníků na pracovišti, tak aby bylo možné stanovit jejich odbornost (obr. 22) a tu neustále aktualizovat. Na základě zjištěného provést doškolení a zaučení méně kvalifikovaných osob na potřebnou úroveň z důvodu zastupitelnosti v případě nepřítomnosti.

Toto opatření odstraní následující nedostatky:

- Odstranění problémů v případě nepřítomnosti jakéhokoli pracovníka.

1	Pracovník není kvalifikován	Datum změny:							
2	Pracovník se zaučuje								
3	Pracovník je zaučen a kvalifikován	Změnu provedl:							
4	Pracovník je schopen zaučovat								
Kvalifikační matice pracovníků přípravy a údržby forem tlakového lití hliníku									
			Mechanik	Soustruh	Bruska na kulato, na plocho	Fréza	Mostový jeřáb 7 t; 3,2 t	Vysokozdvizný vozík	Stehové staršovani TIG
Oddělení	Příjmení	Jméno							
M420	Kvapil	Jiří	4	1	1	1	3	3	4
M420	Kasáček	Jan	4	1	1	1	3	3	1
M420	Šebesta	Petr	4	4	4	4	3	3	4
M420	Kamler	Miroslav	4	1	1	1	3	3	4
M420	Homolák	Jiří	3	3	3	3	1	1	1
M420	Jaroš	Jiří	2	1	1	1	2	2	1
M420	Pytlíček	Ladislav	4	4	1	1	3	3	1
M420	Kuba	Jaroslav	4	1	1	1	3	3	1
M420	Peš	Antonín	4	3	1	1	3	3	1
Počet pracovníků kvalifikovaných na pracovišti			8	4	2	2	7	7	3

Obr. 22: Návrh kvalifikační matice pracoviště

5.5 Technologický předpis

Na základě zjištění, že na pracovišti údržby forem není zpracovaný popis, nebo postup čištění forem, byl zadán požadavek na pracoviště technologie, aby se tento nedostatek odstranil.

Výsledkem je vypracovaný **Technologický předpis č. 709 - POSTUP ČIŠTĚNÍ FOREM RTO TLAKOVÉ LITÍ AISi – Příloha A.**

6. Návrh nové technologie na čištění forem

Důvodem proč se zabírat hledáním nového, či jiného způsobu provádění čištění je několik. Nejdůležitější důvod spočívá v odstranění co největšího podílu mechanického čištění, které má za následek předčasné ukončení životnosti forem a jejich dílů oproti plánované, jež je stanovena na 100 000 odlevů, případně byla tato její životnost ještě navýšena.

Jak plyne z výše uvedeného, není tohoto ani zdaleka dosahováno. Životnost je v současné době, u většiny forem, pouze 80 až 85% počtu odlevů podle plánu, což je stav, který není vyhovující a je velmi drahý, jelikož se musí nové formy pořizovat ještě před koncem této plánované životnosti.

Dále se také jedná o odstranění velké časové náročnosti této pracovní činnosti, kterou je třeba provádět v rámci údržby. Jak vyplynulo ze snímků pracovního dne a následně bylo také potvrzeno momentovým pozorováním, operace čištění, která se skládá z mechanického čištění špachtlí, broušením a smirkováním, zaujímá 55% celkového pracovního času pracovníka ve směně.

Při návrhu nové technologie, byl brán potaz především na maximálně možné odstranění mechanického čištění a také na urychlení a zjednodušení této pracovní činnosti.

Ultrazvuková čistička UC 3M 1570



Obr. 23: Ultrazvuková čistička

[15]

Ultrazvuková čistička UC 3M 1 570 je zařízení, které je určeno pro čištění forem na tlakové lití hliníku pomocí ultrazvukové energie. Toto zařízení je vybavené jednou

ultrazvukovou čisticí vanou s potřebnou výbavou, jednou vanou na očištění od přípravku, jednou konzervační vanou a jednou polohou pro ruční vyfoukání forem čistým stlačeným vzduchem. Formy budou ze zařízení vycházet čisté a mokré.

Technologický postup čištění:

1. Ultrazvukové čištění
2. Opláchnutí s probubláním
3. Konzervace
4. Ruční vyfoukání vzduchem

Konstrukce a zařízení:

Ultrazvuková čistička typu UC 3M 1 570 má modulovou konstrukci, skládá se ze tří technologických van s potřebnou výbavou a z jedné polohy pro ruční vyfoukání forem tlakovým vzduchem. Rámy jednotlivých van jsou vyrobeny z nerez oceli (AISI 304), vybaveny jsou nastavitelnými nožkami pro ustavení zařízení do roviny. Krytování van je vyrobeno z nerez oceli (AISI 304).

Pod celým zařízením je umístěna záchytná vana pro zachycení možného úniku kapalin např. v případě netěsnosti armatur rozvodů.

Vana č. 1 – slouží k očištění forem pomocí ultrazvukové energie a je vybavena následující výbavou:

- svářenou UZ vanou z nerezového plechu (AISI 304) tloušťky 2 mm
- elektrickým ohřevem kapaliny pomocí elektrických výhřevných těles s celkovým výkonem cca 30 kW a s regulací teploty pomocí termostatu. Teplota čisticí kapaliny je nastavitelná v rozsahu $30 - 80 \pm 5^\circ\text{C}$.
- elektrickým časovačem
- ručním vypouštěním nerezovým kulovým ventilem 5/4“ na dně vany
- ultrazvukovými zářiči s pracovní frekvencí 25kHz a celkovým výkonem 10000Wef / 2x20000Wšp umístěnými na jedné boční stěně a na dně UZ vany. UZ generátory jsou umístěny v elektro skříni. Regulace UZ výkonu v rozsahu 50 - 100%. Akustický výkon cca 6,3W/l.
- filtračním systémem, pro zajištění filtrace kapaliny v UZ vaně, který se skládá z nerezového čerpadla a nerezového rukávového filtru s filtrační vložkou (rukávem –

velikost pórů určí objednatel). Čerpadlo nasává kapalinu z UZ vany a tlačí ji přes filtr zpět do UZ vany.

- štěrbinovým odsáváním ukončeným přírubou pro napojení na odsávací systém odběratele
- nerezovým (AISI 304) otevíratelným víkem

Rozměry UZ vany:

Využitelný vnitřní rozměry UZ vany : 1 400 mm x 1 400 mm x 1 000 mm

Objem UZ vany: cca 1 570 l (při výšce hladiny kapaliny cca 800 mm)

Vana č. 2 – slouží k průtočnému oplachování součástí ponorem do vody s jejím probubláváním čistým stlačeným vzduchem:

- svářenou vanou z nerezového plechu (AISI 304) tloušťky 2 mm
- ručním vypouštěním nerezovým kulovým ventilem 5/4“ na dně vany
- nerezovým roštem na dně vany se soustavou otvorů pro probublávání vody čistým stlačeným vzduchem
- nerezovým (AISI 304) otevíratelným víkem

Rozměry vany na opláchnutí:

Využitelný vnitřní rozměry UZ vany : 1 400 mm x 1 400 mm x 1 000 mm

Objem UZ vany: cca 1 570 l (při výšce hladiny kapaliny cca 800 mm)

Vana č. 3 – slouží ke konzervaci součástek ponorem do pracovní kapaliny a je vybavena následující výbavou:

- svářenou vanou z nerezového plechu (AISI 304) tloušťky 2 mm
- elektrickým ohřevem kapaliny pomocí elektrických výhřevných těles s celkovým výkonem cca 30 kW a s regulací teploty pomocí termostatu. Teplota pasivační kapaliny je nastavitelná v rozsahu 40 – 70°C.
- ručním vypouštěním nerezovým kulovým ventilem 5/4“ na dně vany
- štěrbinovým odsáváním ukončeným přírubou pro napojení na odsávací systém odběratele
- nerezovým (AISI 304) otevíratelným víkem

Rozměry konzervační vany:

Využitelný vnitřní rozměry UZ vany : 1 400 mm x 1 400 mm x 1 000 mm

Objem UZ vany: cca 1 570 l (při výšce hladiny kapaliny cca 800 mm)

Č. 4 – poloha sloužící k ručnímu očištění součástek čistým stlačeným vzduchem a je vybavena následující výbavou:

- podstavcem z nerezového plechu (AISI 304) pro umístění koše
- nerezovou digestoří pro zachycení odfouknuté kapaliny

Rozměry podstavce: 1 400 mm x 1 400 mm x 850 mm

Čistící koš: - navrhované rozměry: cca 1 300 x 1 300 x 500 (v) mm

- materiál: nerez (AISI 304)
- nosnost: max. 3 500 kg
- počet: 1 ks (v ceně dodávky zařízení)

Celkové rozměry čističky: 7 000 mm x 1 800 mm x 1 300 mm

6.1 Zkoušky UZ čističky

Pro ověření, zda tato technologie a dodaný prostředek na čištění FIMM M.5, navržený firmou ULTRAZVUK s.r.o. jako nejvhodnější, budou splňovat veškeré požadavky na čistotu forem a jejich dílů, bylo dodavatelem zapůjčeno malé ultrazvukové zařízení.



Obr. 24: Ultrazvukové zařízení ECOSON

Po dobu čtrnácti dní, se na tomto zařízení provedlo více než 40 zkoušek. Vzorkovány byly veškeré díly, a to i z jiných provozoven (nástrojárna, atd.), které se předpokládají, že by se mohli touto technologií čistit.



Obr. 25a: Temperovací hadice před očištěním



Obr. 25b: Temperovací hadice po očištění



Obr. 26a: Segment při čištění



Obr. 26b: Segment po očištění

Součástí zkoušek byly nastaveny také vhodné pracovní teploty a doby provozu na jeden cyklus. Po vyhodnocení se jako nejvhodnější ukázala teplota 70°C a čas provozu 30 min.



Obr. 27: Nastavení času a teploty pracovního cyklu čištění

Celkové výsledky zkoušek se ukázali jako velmi dobré, neboť zbytkový vosk, nalepený hliník a karbon byl odstraněn a dále již nebylo téměř zapotřebí dalšího mechanického zásahu.

Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o pokračování projektu tímto směrem a vypracování ekonomické rozvahy na pořízení ultrazvukové čističky.

7. Ekonomické zhodnocení

Aby se dalo stanovit, zda případné vynaložená investice do pořízení tohoto zařízení bude opodstatněné, bylo nutné vypracovat ekonomickou rozvalu. Samotná rozvala se skládá nejen z nákladů na pořízení, stavební úpravy a provozu samotného zařízení, ale také z doby návratnosti investice, úspory nákladů spojených s čištěním dílu forem u externích dodavatelů a přínosu z prodloužení životnosti forem.

7.1 Náklady spojené s UZ čističkou UC 3M 1570

Tab. 16: Náklady na stavební úpravy

Název položky	Náklady v Kč
Stavební úpravy dílny (betonová a umyvateľná podlaha, přivedení energií, atd.)	0,00
Vybudování a instalace odsávání	0,00
Pořízení a montáž mostového jeřábu o nosnosti 4t	370 000,00
Celkem	370 000,00

Tab. 17: Náklady na pořízení a provoz UZ čističky

Náklady na pořízení		Náklady v Kč
Název položky		
UZ čistička UC 3M 1570 s výbavou	*	2 569 996,00
FIMM M.5 - čistící prostředek		124 866,00
FIMM M.19 – pasivační prostředek		13 356,00
Čistící koš dle požadovaných rozměrů 1ks		15 000,00
Doprava zařízení		19 320,00
Montáž a zprovoznění linky a zaškolení obsluhy		0,00
Celkem		2 742 539,00
Provozní náklady		
Mzdové náklady na obsluhu linky	**	0,00
Provozní náklady pracoviště	Vodné a stočné	5 168,00
	Tlakový vzduch	8 190,00
	El. energie	394 422,00
OOP (pracovní oděv, rukavice odolné proti chemikálii, brýle, respirátor, chránič sluchu)		55 000,00
FIMM M.5 - čistící prostředek		499 464,00
FIMM M.19 – pasivační prostředek		53 424,00
Ekologická likvidace čistícího a pasivačního přípravku		20 000,00
Celkem		1 035 668,00

* 1UER = 27,425 Kč ke dni 19.3.2015

** mzdové náklady na pracovníky obsluhy linky jsou nulové, jelikož tyto budou přesunuti z jiných oddělení (lití šedé litiny)

Náklady na provoz zařízení UZ čističky jsou stanoveny jako roční s periodou výměny čisticího a pasivačního prostředku po 3 měsících.

Celkové náklady na zprovoznění linky byly stanoveny na **3 112 538,00 Kč**.

Náklady spojené s ročním provozem zařízení **1 035 668,00 Kč**.

7.2 Současné vynaložené náklady

7.2.1 Náklady na externí čištění

V současné době, je z důvodu nedostačující kapacity pracoviště údržby forem, prováděno čištění a odmaštění forem případně jejich částí, u dvou externích firem.

Tab. 18: Náklady na externí čištění

Dodavatel - firma Hroch s.r.o.				
Součást	Období	Počet kusů	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Čištění a odmaštění tahačů	1.1.2015	32	2 220,00	71 040,00
Čištění a odmaštění komory	31.3.2015	26	4 980,00	129 480,00
Celkem za období firma Hroch		58	-----	200 520,00
Dodavatel - firma Swiss s.r.o.				
Součást	Období	Počet kusů	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Čištění a odmaštění segment kostra	1.1.2015 - 31.3.2015	2	14 800,00	29 600,00
Čištění a odmaštění segment		4	6 400,00	25 600,00
Čištění a odmaštění rám kostra		5	6 300,00	31 500,00
Čištění kostky		40	64,00	2 560,00
Čištění a odmaštění polovina formy		5	7 400,00	37 000,00
Čištění a odmaštění polovina formy		1	22 700,00	22 700,00
Čištění a odmaštění polovina formy		3	14 800,00	44 400,00
Čištění a odmaštění kostroštit střední		2	4 800,00	9 600,00
Čištění a odmaštění celá forma		2	37 500,00	75 000,00
Celkem za období firma SWIS		64	-----	277 960,00
Celkové náklady na čištění obou firem za období od 1.1.2015 do 31.3.2015				478 480,00

Objem a množství dílů se po celou dobu využívání těchto služeb téměř nemění. Náklady za rok 2014 byly vyčísleny 1 846 560,- Kč a podle propočtu za měsíce leden až březen 2015 na konci roku dosáhnou přibližně částky **1 913 920 Kč**.

7.2.2 Náklady na režijní materiál

Tab. 19: Celkové náklady na režijní materiál – současný stav

Režijní materiál M421 údržba forem		
Název	Počet balení [Ks/rok]	Náklady [Kč/rok]
Smirkové plátno	300 m	13 100,00
Brusné kotouče Ø 30mm smirkové hr. (80,100,120)	7400 ks	103 600,00
Brusné kotouče přímá bruska		19 500,00
Brusná rouna	300 ks	8 400,00
Pilníky apod.		70 500,00
Škrabáky + náhradní plátky		15 700,00
Soustružnické nože + plátky		5 300,00
Měděná pasta		7 300,00
Čistící tkaniny	50 rolí + 20 rolí	112 900,00
Čistící emulze EL EXTRA 200L	-----	18 000,00
Čistící emulze CLEAMCHEM 60L	-----	10 800,00
Režijní náklady celkem		385 100,00

Z výčtu režijního materiálu potřebného při současném stavu a způsobu provádění čištění a odmašťování forem a jejich dílů, se předpokládá finanční úspora na nákup tohoto materiálu, díky pořízení a využívání ultrazvukové čističky, ve výši 90 000,- Kč až 100 000,- Kč a to převážně na brusné kotouče všech druhů, pilníky, čistící tkaniny, apod.

Tab. 20: Shrnutí předpokládaných úspor

Název	Náklady [Kč/rok]
Náklady na externí čištění	1 913 920,00
Režijní náklady	90 000,00
Mzdové prostředky	400 000,00
Celkem uspořené náklady	2 403 920,00

7.3 Kontrola opotřebení dílu formy

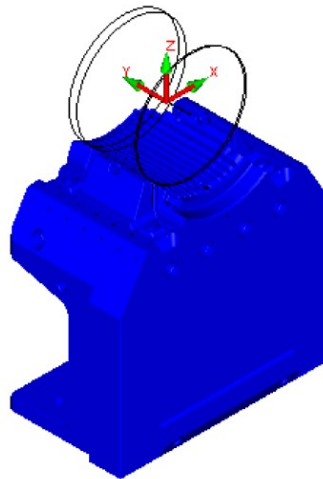
Pro stanovení velikosti opotřebení forem, jež je způsobeno únavou materiálu a možným vymáčknutím tvaru, při neustálém otevíráním a zavíráním forem, případně mechanickým poškozením při současném používaném způsobu čištění a odmašťování, byla provedena rozměrová kontrola pomocí 3D měření nejvíce namáhaných ploch vybraných dílů. Toto měření bylo realizováno na 3D měřícím zařízení GLOBAL 09.20.08, kterým společnost SIEMENS s.r.o. disponuje.



Obr. 28: 3D měřící zařízení GLOBAL 09.20.08

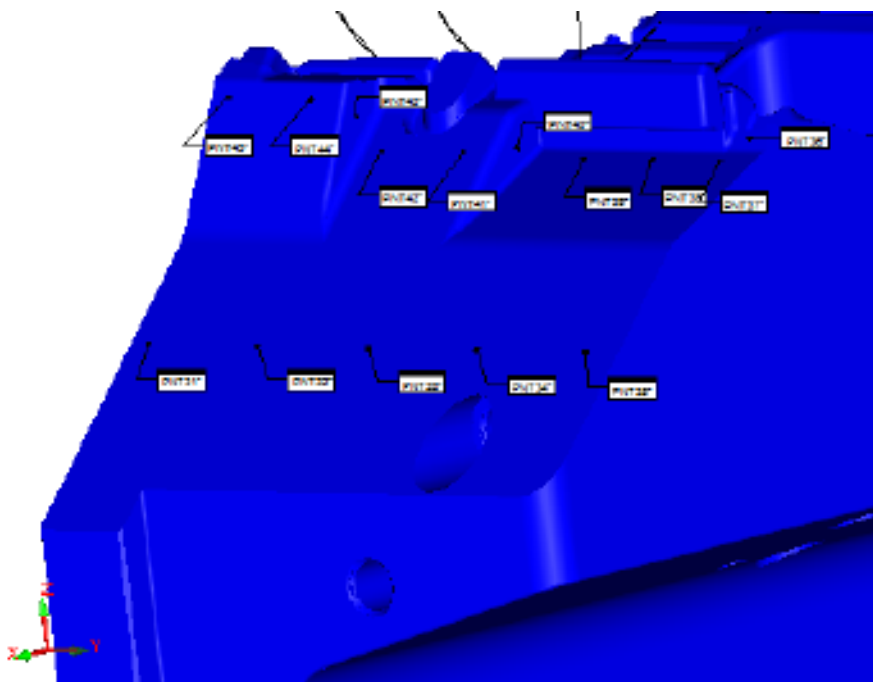
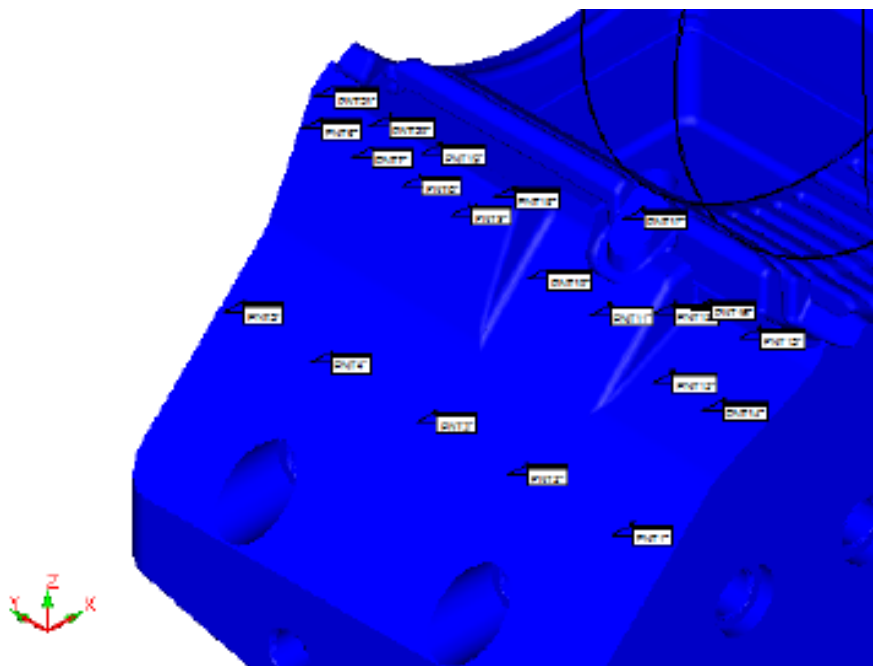
Trvanlivost samotných forem je stanovena na 100 000 odlevů. Tento počet je požadován při zadání výroby nové po zhotoviteli, jako minimální životnost.

Výběr dílů, segmentů, určených pro kontrolu byl zvolen záměrně tak, aby tyto již byly přibližně ve $\frac{3}{4}$ životnosti formy, tedy přibližně po 75 000 odlevech a kde se již objevují známky prostříknutí. Před samotným měřením, byl nejprve vytvořen 3D model všech čtyř segmentů podle dodané výkresové dokumentace z oddělení konstrukce. Jednotlivé modely dílů poté posloužily jako vzor pro porovnání sejmutých hodnot z kontrolovaných součástí.



Obr. 29: 3D model měřeného segmentu

Další krok postupu práce zahrnoval zvolení dostatečného počtu a vhodného rozmístění jednotlivých bodů v dělicích rovinách daných vzorků tak, aby byla zajištěna dostatečná vypovídající hodnota o velikosti jejich opotřebení. Po poradě vedoucího údržby, zástupců oddělení technologie a konstrukce bylo rozhodnuto o 37 bodech.



Obr. 30a,b: Kontrolovaná místa na segmentu

7.3.1 Hodnoty získané kontrolním měřením

V tabulce 21 je znázorněno na ukázkou 9 kontrolovaných bodů s hodnotami v osách x, y, z, z celkového počtu 37 měřených míst.

Tab. 21: Naměřené hodnoty v jednotlivých osách souřadnicového systému

Bod	Osa	Segment 1 - zámek 1			Bod	Segment 4 - zámek 2		
		Nominální hodnoty	Naměřené hodnoty	Rozdíl hodnot		Nominální hodnoty	Naměřené hodnoty	Rozdíl hodnot
1	x	-120,000	-120,000	0,000	1	109,545	109,244	0,301
	y	-90,000	-90,000	0,000		-90,000	-89,933	-0,067
	z	-109,545	-109,465	-0,080		-120,000	-120,003	0,003
4	x	-120,000	-119,997	-0,003	4	109,545	109,450	0,095
	y	0,000	0,005	-0,005		0,000	0,005	-0,005
	z	-109,545	-109,389	-0,156		-120,000	-120,000	0,000
7	x	-120,000	-119,999	-0,001	7	109,545	109,585	-0,040
	y	90,000	89,999	0,001		90,000	90,004	-0,004
	z	-109,545	-109,320	-0,225		-120,000	-120,001	0,001
11	x	-141,133	-141,196	0,063	11	-120,000	-119,844	-0,156
	y	-90,000	-89,991	-0,009		-90,000	-90,004	0,004
	z	-120,000	-119,998	-0,002		-141,133	-141,461	0,328
15	x	-141,133	-141,256	0,123	15	120,000	119,943	0,057
	y	30,000	30,005	-0,005		30,000	29,999	0,001
	z	-120,000	-119,974	-0,026		-141,133	-141,301	0,168
17	x	-141,133	-141,242	0,109	19	-136,000	-135,775	-0,225
	y	90,000	90,005	-0,005		-70,000	-70,001	0,001
	z	-120,000	-119,979	-0,021		-136,000	-136,288	0,288
21	x	120,000	120,002	-0,002	31	-136,000	-135,739	-0,261
	y	-90,000	-89,998	-0,002		10,000	10,004	-0,004
	z	-109,545	-109,538	-0,007		-136,000	-136,329	0,329
34	x	141,133	141,206	-0,073	40	-93,879	-93,555	-0,324
	y	0,000	0,004	-0,004		40,000	39,997	0,003
	z	-120,000	-120,002	0,002		-75,000	-75,190	0,190
37	x	141,133	141,230	-0,097	45	-90,000	-89,997	-0,003
	y	90,000	90,001	-0,001		20,393	20,544	-0,151
	z	-120,000	-119,992	-0,008		-80,000	-80,003	0,003

7.3.2 Vyhodnocení provedené kontroly

Po provedeném kontrolním měření se jeho výsledky podrobili vyhodnocení za účasti pracovníků technologie, konstrukce, vedoucího provozu tlakového lití AlSi a vedoucího čtyř pracovníků údržby forem. Z celého souboru takto získaných hodnot se jednoznačně potvrdilo, že v těch kontrolovaných oblastech, kde dochází k pevnému a těsnému spojení dělicích rovin segmentů, se již ve $\frac{3}{4}$ plánované životnosti (tedy při 71 483 odlevech) projevuje tak veliké opotřebení, které je nutné v blízké budoucnosti řešit opravou (segment 4 - zámek 2 (tab. 21)), jinak nebude možné formu č.5053.81600000/A (označení odlitku 5.053.81600.00.00) dále používat. Opotřebení v určitých místech dosáhly hodnot přes 0,3 mm. Jelikož bylo vlivem takto vysokých hodnot, o výsledku kontrolního měření zpočátku pochybováno, rozhodlo se o provedení opakování měření na stejných dílech, ale jiným pracovníkem, aby se předešlo případné opětovné chybě způsobené nesprávným umístěním součásti na pracovním stole případně nesprávně provedeným snímáním hodnot kontrolovaných míst. Výsledky měření však byly stejné a o správnosti provedení se již nedalo pochybovat.

Závěr, který vyplynul z hodnocení, byl okamžitý zákaz používání brusných kotoučů a smirkového plátna do vzduchových brusek na dělicí a uzavírací roviny a to i za cenu podstatného prodloužení doby čištění. Tyto plochy se nadále mohou čistit jen ručně za pomoci smirkového plátna s maximální zrnitostí 120. Následně se to také objevilo v technologickém předpisu na čištění forem RTO tlakového lití AlSi.

7.4 Kapacitní výpočty pracoviště

Důležitou částí při nutnosti plánování a hledání úspor jsou kapacitní výpočty. Jejich úkolem je stanovit optimální počet pracovníků podle známého objemu výroby, případně vhodně naplánovat objem výroby na daný počet pracovníků.

7.4.1 Současný stav provádění čištění

Efektivní časový fond pracoviště

$$E_{fp} = (D_V - D_D - D_A - D_{ZD}) \cdot H \cdot P \quad [\text{hod/rok}] \quad (7.1)$$

kde:

E_{fp} - Efektivní časový fond pracoviště

- D_V - Počet pracovních dní v roce 2015
 D_D - Počet dní dovolené
 D_A - Počet dní neplánované absence (nemoc, placené volno, atd.)
 D_{ZD} - Počet dní celozávodní dovolené
 H - Počet pracovních hodin za směnu
 → 7,5 hod. při jednosměnném provozu
 → 15 hod. při dvousměnném provozu
 P - Počet pracovníků pracoviště [17]

$$E_{fp} = (D_V - D_D - D_A - D_{ZD}) \cdot H \cdot P \quad [\text{hod/rok}]$$

$$E_{fp} = (251 - 25 - 10 - 0) \cdot 7,5 \cdot 7$$

$$\mathbf{E_{fp} = 11\ 340\ \text{hodin/rok}}$$

Při výpočtu efektivního časového fondu pracoviště se počítalo jen se sedmi pracovníky z osmi, jelikož s jedním je počítáno jako stálá obsluha obráběcích strojů.

Kapacitní vytížení pracoviště

Tab. 22: Počet očištěných forem měsíc s časy operací - stávající stav

Skupina představitelů	Počet kusů za měsíc	Čas čištění na 1 formu	Přídavek na opravy	Celkový čas na 1 formu	Celkový počet hodin na formách za měsíc
Skupina A Double	23	8:23:42	1:00:00	9:23:42	216:05:06
Skupina B Kostrové formy - tahačové	16	7:49:03	1:00:00	8:49:03	141:04:48
Skupina C COLL. 1200/C	17	5:12:06	1:00:00	6:12:06	105:25:421
Skupina D Střední formy	14	6:26:03	1:00:00	7:26:03	104:04:42
Skupina E Formy malé – rám	10	2:56:15	1:00:00	3:56:15	39:22:30
Skupina F změna provedení	12	3:27:00	1:00:00	4:27:00	53:24:00
Skupina G kostry - malé	9	4:20:00	1:00:00	5:20:00	48:00:00
Celkem	101				707:26:48

Počet kusů forem za měsíc, uvedený ve výpočtech, je dán průměrem za období leden až duben 2015.

$$K_V = \Sigma t_o / E_{fp} \quad [\%] \quad (7.2)$$

kde:

K_V - Kapacitní vytížení pracoviště

t_o - Čas operace

[17]

$$K_V = (707:26:48 / (11\,340/12)) \cdot 100$$

$$K_V = 75,87 \%$$

Tab. 23: Počet pracovníků na objem výroby – stávající stav

Procento vytížení pracoviště v daném měřeném období	Počet pracovníků na vytížení pracoviště
111 % - 125 %	9
91 % - 110 %	8
71 % - 90 %	7
51 % - 70 %	6

Jak vyplynulo z kapacitních výpočtů a katalogu činností na čištění a opravy forem činí vytížení jen 76 %. Bude-li toto i nadále stejné, je nasnadě zvážit počty pracovníků na oddělení.

7.4.2 Čištění za pomoci UZ čističky UC 3M 1570

Kapacitní vytížení pracoviště

Tab. 24: Počet očištěných forem měsíc s časy operací - stav s UZ čističkou UC 3M 1570

Skupina představitelů	Počet kusů za měsíc	Čas čištění na 1 formu	Přídavek na opravy	Celkový čas na 1 formu	Celkový počet hodin na formách za měsíc
Skupina A Double	23	4:38:13	1:00:00	5:38:13	129:39:04
Skupina B Kostrové formy - tahačové	16	4:17:26	1:00:00	5:17:26	84:38:53
Skupina C COLL. 1200/C	17	2:43:16	1:00:00	3:43:16	63:15:25
Skupina D Střední formy	14	3:27:38	1:00:00	4:27:38	62:26:49
Skupina E Formy malé - rám	10	1:21:45	1:00:00	2:21:45	23:37:30
Skupina F změna provedení	12	1:40:12	1:00:00	2:40:12	32:02:24
Skupina G kostry - malé	9	2:12:00	1:00:00	3:12:00	28:48:00
Celkem	101				424:28:05

$$K_V = \Sigma t_o / E_{fp}$$

$$K_V = (424 : 28 / (11\ 340 / 12)) \cdot 100$$

$$K_V = 44,92 \%$$

Při stanovení kapacitního vytížení a optimálního počtu pracovníků na pracovišti s použitím UZ čističky UC 3M 1570 je počítáno s úsporou 40 % ze stávajícího času mechanického čištění forem. Tato hodnota při výpočtu kapacitního vytížení je však pouze orientační a může být po realizaci projektu změněna.

Tab. 25: Počet pracovníků na objem výroby – stav s UZ čističkou UC 3M 1570

Procento vytížení pracoviště v daném měřeném období	Počet pracovníků na vytížení pracoviště
111 % - 125 %	9
91 % - 110 %	8
71 % - 90 %	7
51 % - 70 %	6
40 % - 50 %	5

Při zachování stávajícího počtu pracovníků dle kapacitního výpočtu, bude možné navýšit kapacitu pracoviště až o 100 %. Objem práce, který je nyní vykonáván z důvodů nedostatku kapacit, u externích firem Hroch s.r.o. a Swiss s.r.o., dosahuje 52 % uvolněné kapacity. Zbýlých 48 % je možné využít pro čištění součástí z jiných provozů (zájem projevila nástrojárny), případně i pro zakázkové čištění od firem mimo společnost SIEMENS s.r.o. To může být dalším zdrojem příjmů, které napomohou urychlení návratnosti investice.

7.5 Životnost forem

V případě, že budou dodrženy veškeré technologické postupy, jako teplota a doba přehřevu formy, teplota temperovacího oleje, manipulace, správný postup čištění atd., garantuje výrobce, že forma bude mít po celou svou životnost, tedy i po 100 000 odlevech potřebnou těsnost při uzavření. Jelikož však tyto podmínky nejsou zcela dodržovány, dochází po určité době k netěsnostem, způsobené především mechanickým čištěním, což vyplynulo i z rozměrových odchylek provedeného 3D měření. Takto poškozené části

forem je poté nutné nechat opravit, což stojí nejen nemalé finanční prostředky, ale i čas, po který nemohou být formy nasazeny. Výrazným způsobem se také zkracuje jejich celková životnost. Při ultrazvukovém čištění, se tato životnost opět prodlouží. Protože není možné přesně stanovit, bez dlouhodobého pozorování a měření, o jakou hodnotu se přesně jedná, bylo oddělením technologie lití toto nastaveno na 5 %.

Tab. 26: Stanovení roční úspory prodloužením životnosti forem

Náklady na opravy forem vynaložené v roce 2014	
Náklady	7 053 266,92 Kč
Úspora 5 % nákladů	352 663,35 Kč
Cena formy + plánované náklady na opravy	
Cena formy	2 490 000,00 Kč
Plánovaná cena na opravy na 1 formu	250 000,00 Kč
Celkové náklady na formu	2 740 000,00 Kč
Současný stav	
Počet odlevů	100 000
Cena formy v 1 odlitku	27,40 Kč
Prodloužení životnosti o 5%	
Počet odlevů	105 000
Cena formy v 1 odlitku	26,10 Kč
Bilance	
Rozdíl 1 ks odlitku	1,30 Kč
Zisk z formy za dobu životnosti	352 663,35 Kč

Vyčíslení finančního přínosu prodloužení životnosti, bylo provedeno na formě č.5053.81600000/A.

Z tohoto vyplývá, že je možné buď snížit částku z ceny formy započítané do 1 ks odlitku, případně ponechat cenu stávající a na konci své životnosti bude tato vykazovat finanční přebytek.

Doba, po kterou trvá než je daný počet 100 000 ks odlit, je 3 až 4 roky. Průměrný počet kusů na jedno nasazení formy na stroj je 3 300 ks a ve skladu stráví přibližně 25 dní.

7.6 Návratnost investice

Při stanovení návratnosti investice do nové technologie čištění bylo nutné porovnat náklady a zisky, které jsou s tímto spojené.

Náklady – N:

Pořízení:	2 649 073,00 Kč
Stavební a technologické úpravy pracoviště:	370 000,00 Kč
Roční provoz:	1 035 668,00 Kč

Úspora – Ú:

Externí čištění - rok	1 913 920,00 Kč
Režijní materiál – rok	90 000,00 Kč
Mzdové prostředky	400 000,00 Kč

Roční bilance - R_B:

Rok₁:

$$R_{B1} = Ú - N$$

$$R_{B1} = 2 403 920,00 - 4 148 207,00$$

$$\underline{R_{B1} = - 1 744 287,00 \text{ Kč}}$$

Rok₂:

$$R_{B2} = R_{B1} + Ú$$

$$R_{B2} = - 1 744 287,00 + 2 403 920,00$$

$$\underline{R_{B2} = 659 633,00 \text{ Kč}}$$

Rok_{3,4,5...:}

$$R_{B3} = Ú$$

$$\underline{R_{B3} = 2 403 920,00 \text{ Kč}}$$

Návratnost investice:

$$N_I = \frac{N}{\dot{U}} \quad (7.1)$$

$$N_I = \frac{4\,148\,207,00}{2\,403\,920,00}$$

$$N_I = \underline{1,76 \text{ roku}} \quad \rightarrow \quad 21 \text{ měsíců}$$

kde:

N_I - Návratnost investice

Jak je výše početně zjištěno, náklady spojené s pořízením nové technologie se společnosti SIEMENS s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice vrátí již za 21 měsíců provozu. Tato doba návratnosti však platí v případě použití čisticího prostředku FIMM M.5, jež dodává výrobce UZ zařízení.

Bude li použit přípravek stejného složení ale od jiného výrobce, je možné cenu ročního provozu snížit o 373 864,- Kč a tím se zkrátí doba návratnosti o 3 měsíce. Další zkrácení může přinést již zmíněné zakázkové čištění pro firmy mimo společnost SIEMENS s.r.o.

8. Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval optimalizací pracoviště údržby forem tlakového lití AlSi ve společnosti SIEMENS s.r.o., odštěpný závod elektromotory Mohelnice. Úkolem práce bylo provést analýzu současného stavu pracoviště a následně navrhnout taková opatření, jež povedou k dosažení požadované optimalizace, zvýšení produktivity práce na pracovišti a prodloužení životnosti forem tlakového lití AlSi.

Samotná analýza byla provedena metodami průmyslového inženýrství konkrétněji metodou snímku pracovního dne, metodou momentového pozorování a také analýzou tras a jejich četností. Při vyhodnocování snímku pracovního dne bylo zjištěno, že pracovníci spotřebují až 55% času na pracovní činnost čištění, což jsou operace, které zcela neodpovídají nutnosti odborné kvalifikace pracovníka na této pozici. Toto bylo také následně potvrzeno při vyhodnocení provedené analýzy momentového pozorování. Dále se veškeré pracovní činnosti rozdělily na ty, které přidávají hodnotu a na ty, jež mají potenciál ke zlepšení, mezi něž byla také zařazena zmíněná operace. Projekt se tedy rozšířil, mimo původní rozsah, o hledání efektivnějšího a šetrnějšího způsobu provádění čištění.

Při celkovém zhodnocení této metody vyšlo najevo, že není nutné řešit organizaci pracoviště z pohledu rozmístění strojů a zařízení. Jediným nedostatkem je poměrně častá chůze na jiné pracoviště (nástrojárna, svařovna, apod.), která by se však dala řešit jiným způsobem, např. odvoz dílu na opravu, kterou zajistí vedoucí čtyř pracoviště apod.

Při návrhu jednotlivých opatření, zjištěných pozorování, jsem se zaměřil převážně na problémy, které byly po provedených analýzách identifikovány. Jedná se o nedostatky v oblasti organizace práce a neexistující normy pro možnost stanovení výkonu pracoviště. Zjištěno také bylo, že čištění forem tlakového lití není prováděno podle žádného pracovního postupu (nebyl doposud zpracován), což vedlo k tomu, že pracovníci tuto očistu vykonávají zcela podle svého uvážení a to nejjednodušším možným způsobem, za použití brusných kotoučů a smirkového plátna upnutých do vzduchových brusek. To způsobuje nadměrné opotřebení a zkrácení životnosti forem. Oddělením technologie byl tedy okamžitě zpracován technologický předpis na čištění.

Následně bylo navrženo pořízení nové technologie na čištění, za pomoci ultrazvuku, a to z důvodu odstranění operací způsobujících poškození. Po provedených kontrolách a měření opotřebením, za pomoci 3D měřicím zařízením GLOBAL 09.20.08, při do této doby používaném pracovním postupu, se ukázalo, že navržená technologie umožní prodloužit životnost forem. Procentuelní hodnota pro stanovení přínosů a vyčíslení návratnosti investice, po konzultaci s technologií lití, byla stanovena na 5%.

Z provedených kapacitních výpočtů vytížení pracoviště na současný stav výroby vyplynulo, že pokud bude toto i nadále stejné je vhodné zvážit snížení počtu pracovníků na pracovišti dle tabulky.

Ze součtu všech nákladů spojených pořízením a provozem UZ čističky UC 3M 1570, a součtu finančních přínosů a úspor, se investice do této technologie ukázala jako velice výhodná, jelikož návratnosti je dosaženo již za 21 měsíců.

Výsledky ekonomické rozvahy jsou však pouze teoretické, jelikož z časových důvodů nebylo možné závěry týkající se úspor a vynaložených nákladů podrobněji ověřit. Především hodnota prodloužení životnosti a navýšení kapacity pracoviště se může od skutečnosti více či méně lišit.

V této chvíli je kompletní projekt na zakoupení technologie kompletně zpracován a nachystán k prezentaci a schválení řediteli SIEMENS s.r.o., odštěpný závod elektromotory Mohelnice.

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat společnosti SIEMENS s.r.o. odštěpný závod Elektromotory Mohelnice, zejména pak panu Bc. Michalu Příbylkovi a Ing. Martinu Piskovskému, PhD., za umožnění vypracování této diplomové práce na oddělení BE a za odborné rady a poskytnuté informace.

Dále také na tomto místě vyslovuji děkování vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc. za odborné vedení, profesionální pomoc, velmi cenné rady a připomínky při tvorbě práce.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] IVAN MAŠÍN, Milan Vytlačil. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902-2356-7.
- [2] FIALOVÁ, Helena. *Malý ekonomický slovník s výkladem pojmů v češtině a v angličtině*. Vyd. 1. Praha: A plus, 2006, 294 s. ISBN 80-902-5148-X.
- [3] GOLDRATT, Eliyahu M. *Cíl: proces trvalého zlepšování*. 2. přeprac. vyd. Praha: InterQuality, 1999, 295 s. ISBN 80-902-7701-2.
- [4] NOVÁK, J. *Organizace a řízení* Ostrava: Skripta VŠB-TU, Editační středisko VŠB-TU Ostrava, Ostrava 2007. 76 s.
- [5] Historie a současnost firmy Siemens - *j.svoboda* [online] 2014 [cit.2014-09-29]. Dostupné z < www.jirkasvoboda.com/publikace/publikace_11.pdf >
- [6] Interní materiály společnosti Siemens, s.r.o. odštěpný závod Elektromotory Mohelnice
- [7] SIEMENS s.r.o. [online] 2014 [cit.2014-09-29]. Dostupný z < www.siemens.cz >
- [8] SIEMENS s.r.o. [online] 2014 [cit.2014-09-29]. Dostupný z < www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25988 >
- [9] LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Vyd. 1. Praha: ASPI, 2005, 104 s. Lidské zdroje. ISBN 80-735-7095-5.
- [10] *Časové studie*: [online] 2014. [cit. 2014-10-08] < <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/> >.
- [11] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. *Racionalizace výroby_učební text* Ostrava: Učební text VŠB-TU, Editační středisko VŠB-TU Ostrava, Ostrava 2007. 75s. [online] 2014 [cit.2014-10-08]. Dostupný z < <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf> >.

- [12] *VSM-mapování hodnotového toku*: [online] 2014. [cit. 2014-10-08] < <http://e-api.cz/page/69782.vsm-8211-mapovani-hodnotoveho-toku/>>.
- [13] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: cvičení II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-0962-1
- [14] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: cvičení I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2003. ISBN 80-248-0227-9.
- [15] ULTRAZVUK, s.r.o. [online] 2015 [cit.201-01-16]. Dostupný z < www.ultrazvuk-sro.cz >
- [16] *FIMM M.5 - Písemná pravidla pro nakládání s nebezpečnou chemickou látkou*, Hradec Králové: Ultrazvuk s.r.o., 2015, 4 s.
- [17] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: cvičení II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 85 s. ISBN 80-248-0962-1.
- [18] *Postup čištění forem PTO tlakového lití AlSi*, Technologický předpis č. 709, Mohelnice: Siemens s.r.o., 2015, 5 s.
- [19] *FIMM M.19 - Bezpečnostní list*, Savigny sur orge: FIMM SARL, Volný překlad z originálu M. Mošnová ze dne 22.9.2011, 2011, 7 s.

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obr. 1: Třífázový asynchronní elektromotor rady 1LE1 s přírubou a s patkami	11
Obr. 2: Konstrukce elektromotoru	11
Obr. 3: Graf vývozu vyrobených elektromotorů	12
Obr. 4: Situační plán výrobního podniku Siemens Mohelnice	12
Obr. 5: Metody měření spotřeby času – rozdělení technik - Přímé měření	16
Obr. 6: Příklad spaghetti diagram pracovníka	21
Obr. 7: Myšlenková mapa projektu	23
Obr. 8: Harmonogram projektu	24
Obr. 9: Layout pracoviště údržby forem	25
Obr. 10: Detail pracoviště údržby forem	26
Obr. 11: Detail pracoviště přípravy forem	26
Obr. 12: Dvojnásobná forma (053.7009/L 20537009000999)	27
Obr. 13: Tahačová forma (053.81600.00/A 50538160000000)	27
Obr. 14: COLL/C (31.8160.63/A)	27
Obr. 15: Střední forma (084.816.0.0.02)	28
Obr. 16: Malé formy, rámy (129.15820 523.15 880)	28
Obr. 17: Změna provedení formy (532.11.201)	28
Obr. 18: Malé kostrové formy (053.80900.22)	28
Obr. 19: Spaghetti diagram pohybu pracovníků	36
Obr. 20 : Návrh úpravy pracoviště	43
Obr. 21: Prostředí dotykové obrazovky I	45
Obr. 22: Návrh kvalifikační matice pracoviště	47
Obr. 23: Ultrazvuková čistička	48
Obr. 24: Ultrazvukové zařízení ECOSON	51
Obr. 25a: Temperovací hadice před očištěním	51
Obr. 25b: Temperovací hadice po očištění	51
Obr. 26a: Segment při čištění	52
Obr. 26b: Segment po očištění	52
Obr. 27: Nastavení času a teploty pracovního cyklu čištění	52
Obr. 28: 3D měřicí zařízení GLOBAL 09.20.08	56
Obr. 29: 3D model měřeného segmentu	56
Obr. 30 a, b: Kontrolované body na segmentu	57

Tab. 1: Příklad pozorovacího listu	17
Tab. 2: Příklad formuláře snímku pracovního dne	19
Tab. 3: Rozbor činností podle kategorií - údržby forem	29
Tab. 4: Rozbor činností podle kategorií – příprava forem	30
Tab. 5: Rozbor činností podle kategorií všech snímků	31
Tab. 6: Pozorované časy	32
Tab. 7: Rozbor spotřeby času	32
Tab. 8: Hodnoty momentového pozorování	33
Tab. 9: Výsledky momentového pozorování	34
Tab. 10: Vyhodnocení snímků pracovního dne	37
Tab. 11: Rozbor spotřeby času všech měřených pracovníků	38
Tab. 12: Odvedené normohodiny na pracovišti M 420	42
Tab. 13: Počet využitelných hodin	43
Tab. 14: Výkon pracoviště	44
Tab. 15: Náklady na čtečku a dotykovou obrazovku	46
Tab. 16: Náklady na pořízení a provoz UZ čističky	53
Tab. 17: Náklady na stavební úpravy	53
Tab. 18: Náklady na externí čištění	54
Tab. 19: Celkové náklady na režijní materiál – současný stav	55
Tab. 20: Shrnutí předpokládaných úspor	55
Tab. 21: Naměřené hodnoty v jednotlivých osách souřadnicového systému	58
Tab. 22: Počet forem měsíc s časy operací - stávající stav	60
Tab. 23: Počet pracovníků na objem výroby – stávající stav	61
Tab. 24: Počet forem měsíc s časy operací - stav s UZ čističkou UC 3M 1570	61
Tab. 25: Počet pracovníků na objem výroby – stav s UZ čističkou UC 3M 1570	61
Tab. 26: Stanovení roční úspory prodloužením životnosti forem	63

Graf 1: Podíl jednotlivých druhů výrobků na celkové produkci společnosti	13
Graf 2: Rozbor činností – údržby forem	30
Graf 3: Rozbor činností – příprava forem	30
Graf 4: Rozbor činností všech snímků	31
Graf 5: Rozbor spotřeby času	33
Graf 6: Rozbor činností momentového pozorování – údržba forem	35
Graf 7: Rozbor činností momentového pozorování – příprava forem	35
Graf 8: Rozbor pracovní doby	37
Graf 9: Rozbor efektivity práce	38
Graf 10: Rozbor činností momentového pozorování	39
Graf 11: Rozbor tras pracovníků mimo pracoviště	40

Seznam příloh:

Příloha A: Technologický předpis č. 709 (Postup čištění forem RTO tlak lití AlSi) ...	75
Příloha B: Pravidla pro nakládání s nebezpečnou látkou FIMM M.5	79
Příloha C: Bezpečnostní list produktu FIMM M.19	83