

Projekt zvýšení produktivity uplatněním metod průmyslového inženýrství ve vybrané firmě

Bc. Jan Bartošík

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Bartošík**
Osobní číslo: **M15680**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt zvýšení produktivity uplatněním metod průmyslového inženýrství ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši na dané téma.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu zvoleného výrobního procesu.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte řešení na zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt na realizaci navržených zlepšení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

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

LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill, 2004, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.

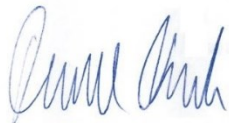
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management. 3. vyd. New York: Chichester, 2001, 2796 s. ISBN 04-713-3057-4.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. 2. vyd., uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavlína Pivodová, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **18. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

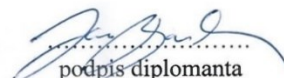
Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 10.4.2017


podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na zvýšení produktivity v podniku Mesit & Röders. Jejím obsahem je literární rešerše v oblasti průmyslového inženýrství a produktivity, dále analýza současného stavu podniku a projekt zlepšení. Zvolený problém je nejprve obecně analyzován pomocí nástrojů na zlepšování procesů, jako jsou Paretův graf, diagram příčin a následků, a hodnocení současné produktivity prostřednictvím sběru dat. Uplatněním těchto nástrojů je vybrána výrobní operace CNC obrábění pro detailnější analýzu. Podstatou řešení je studium metod a měření práce pomocí přímého měření a systému předem stanovených časů. Nástroje chronometráž a Basic MOST jsou použity na konkrétní výrobovou skupinu, která je nejvhodnější z hlediska nutnosti a potenciálu zlepšení. Navržené řešení umožňuje zvýšit množství výstupu konkrétního výrobku o 60 % při zachování vstupů. Problém je řešen eliminací zjištěného plýtvání a snížením prostojů obráběcího stroje o 30 %. Výsledky této práce umožňují zvýšit výkonovou normu a dosáhnout vyšší produktivity práce i totální produktivity. Provedené analýzy a zjištění přinesly podniku podněty ke zlepšování a dalšímu zvyšování konkurenceschopnosti.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, produktivita, zlepšování procesů, studium metod, měření práce, chronometráž, Basic MOST

ABSTRACT

This work is focused on increasing of productivity in the company Mesit & Röders. It contains literature research concerning industrial engineering topics and productivity, then analysis of actual stand of the company and project of improvement. The chosen issue was firstly generally solved through application of tools, which were Pareto graph, Cause and effect diagram and evaluation of the current productivity through data collection. Through application of these tools there is chosen a production step CNC machining for a deeper analysis. The base of this work is in using of method study and work measurements - direct measuring and predetermined motion time system. The direct time measuring and Basic MOST was applied on particular group of products, which are selected as the most suitable from urgency and potentiality point of view. Suggested solution allows increasing of particular product

outputs by 60 % by having the same inputs. The problem is solved by elimination of discovered wasting and by decreasing of machine down-time by 30%. Results of this work allow to increase the performance standard and achieve higher productivity and total productivity as well. Performed analysis and findings brought impulses to the company to become more effective and increasing its competitiveness.

Keywords: industrial engineering, productivity, process improving, method study, work study, direct measuring, Basic MOST

„Lidé se obávají neznáma. Jest pravda, že každé opuštění starého znamená nejistotu – skok do tmy. Avšak kdo chce pomoci sobě a jiným, musí opustit dobré, aby mohl vybojovat lepší. Nesmí držeti pevně vrabce v hrsti jen proto, že je lepší než holub na střeše. Bez odvahy ke změně není zlepšení, a tak není ani blahobytu!“

Tomáš Baťa

Děkuji své rodině za velkou a trvalou podporu po celou dobu studia a všem vyučujícím za předané vědomosti.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	12
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
2.1 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ A JEHO METOD.....	13
2.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	15
2.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	18
2.4 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	20
2.5 PRODUKTIVITA.....	20
2.6 PLÝTVÁNÍ.....	23
3 POUŽITÉ ANALYTICKÉ METODY	26
3.1 PARETOVA ANALÝZA	26
3.2 ŽELVÍ DIAGRAM	26
3.3 ANALÝZA PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ – DIAGRAM RYBÍ KOSTI.....	28
3.4 PŘÍMÉ MĚŘENÍ PRÁCE– CHRONOMETRÁŽ.....	30
3.5 MĚŘENÍ PRÁCE SYSTÉMEM PŘEDEM URČENÝCH ČASŮ – BASIC MOST.....	34
4 SHRUTÍ A ZHODNOCENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
5 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA FIRMY	41
5.1 VÝROBNÍ PROCESY, PRODUKTY A ZÁKAZNÍCI.....	42
5.2 CERTIFIKACE.....	44
5.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	45
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	46
6.1 PARETOVA ANALÝZA	46
6.2 ŽELVÍ DIAGRAM	48
6.3 ANALÝZA PŘÍČIN A NÁSLEDKU – DIAGRAM RYBÍ KOSTI.....	49
6.4 ANALÝZA SOUČASNÉ PRODUKTIVITY	51
6.4.1 Sběr dat k analýze produktivity.....	51
6.4.2 Výpočet standardu produktivity a indexu produktivity	51
6.4.3 Výpočet totální produktivity	52
6.4.4 Určení výrobku k další analýze.....	53
6.5 ANALÝZA KONKRÉTNÍHO VÝROBKU.....	56
6.5.1 Časový snímek stroje	56
6.5.2 Parciální produktivita výrobního zařízení.....	58
6.5.3 Chronometráž.....	59
6.5.4 Basic MOST.....	60
7 ZÁVĚRY ANALÝZY A NÁVRHY ZLEPŠENÍ	61
7.1 MATICE PRIORIT.....	63
8 PROJEKT ZLEPŠENÍ	64

8.1	STANOVENÍ CÍLE PROJEKTU	64
8.2	ČASOVÝ HARMONOGRAM JEDNOTLIVÝCH ČINNOSTÍ PROJEKTU	64
8.3	ANALÝZA RIZIK	65
8.4	MOŽNÉ ZPŮSOBY ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY	66
8.4.1	Uspořádání do buňky, Yamazumi chart	67
8.4.2	Zvýšení počtu operátorů, kalkulace ekonomičnosti	68
8.4.3	Automatizace jednoduchých činností	69
8.4.4	Rozhodnutí o způsobu, matice priorit	70
8.5	POPIS PROJEKTU	70
8.5.1	Vstup a výstup z automatizace	70
8.5.2	Návrh automatizace	72
8.5.3	Úprava uspořádání pracoviště a ověření řešení pomocí nástroje Basic Most	75
8.6	ANALÝZA ZDROJŮ A NÁKLADŮ	81
8.7	NÁVRATNOST INVESTICE (ROI) A DOBA NÁVRATNOSTI INVESTICE	82
8.8	ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	82
9	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM TABULEK	88
	SEZNAM GRAFŮ	89
	SEZNAM PŘÍLOH	90

ÚVOD

Dnešní doba je specifická velkou mírou globalizace a z ní vyplývají konkurencí, která není tudíž jen na státní, ale i na světové úrovni. Je možný volný pohyb zboží a české výrobní podniky nekonkurují jen ostatním českým firmám, ale i německým, polským nebo třeba i čínským podnikům.

Tento fakt klade velké požadavky na místní výrobní organizace, protože čelí tlaku na nízké ceny, přeneseně na nízké náklady, a vysokou kvalitu, která se dnes již stává očekávanou samozřejmostí než něčím nadstandartním. Nízká úroveň produktivity nebo dokonce její snižování vede k nekonkurenceschopnosti a následně i zániku firem, protože její úroveň je klíčová pro ziskovost a přežití podniků. Z obecnějšího pohledu má zdravot a konkurenceschopnost českých podniků přímý vliv na českou ekonomiku a úroveň země. Z těchto důvodů je udržení a zvyšování produktivity podniků velmi aktuálním tématem.

Projevy tohoto problému ve vybrané firmě, která se 20 let zabývá vesměs výrobou dílů do automobilového průmyslu, jsou patrné. Každodenně se utkává s tlakem na dokonalou kvalitu a pravidelně s tlakem na nižší ceny. Nutnost zvyšování produktivity je proto minimálně stejně tak velká, jako existující tlak na nízké náklady.

Hlavním cílem této práce je vypracovat projekt zvýšení produktivity uplatněním metod průmyslového inženýrství ve firmě Mesit & Röders. Nejprve jsou v první části práce položeny teoretické základy, zpracované formou literární rešerše na téma průmyslové inženýrství, jeho metody a produktivita. Následuje praktická část, která se nejprve zabývá představením firmy a poté popsané teoretické poznatky a metody aplikuje v praxi, čímž je nejprve určena výrobní operace ve firmě z hlediska proplývaných nákladů k další analýze. Poté je vybrán konkrétní výrobek, při jehož výrobě je zkoumáno využití konkrétního stroje, standard produktivity, index produktivity a metody práce. Současně je použito nástrojů pro přímé měření práce a měření práce pomocí předem stanovených časů. Zjištění z použití analytických metod jsou následně zhodnoceny a navrhnuty zlepšení. Navazuje projekt zlepšení produktivity výroby konkrétního výrobku, který si klade za cíl eliminovat plýtvání a zlepšit metody práce tak, aby bylo dosaženo výrazně lepšího výstupu při ponechání vstupů.

Práce je zakončena finančním vyhodnocením projektu z pohledu návratnosti investice a nastíněním dalšího možného vývoje zvyšování produktivity ve vybrané firmě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Téma práce je důležité primárně z důvodu lepšího využití zdrojů a tím pádem zlepšení konkurenceschopnosti podniku. Výzkum bude prováděn v podniku Mesit & Rödgers v období od prosince 2016 do března 2017.

Cíle práce jsou dostatečně popsat teoretické základy pro zpracování analytické a projektové části práce, provést analýzu společnosti pomocí zvolených metod a nástrojů a vypracovat projekt s finančním vyhodnocením.

Podnik je zkoumán nejdříve z celkového hlediska s cílem vybrat výrobní operaci, která je nejslabší z pohledu produktivity a která má tedy největší potenciál ke zlepšení. Tyto informace jsou získány zpracováním dostupných dat a použitím Paretovy analýzy. Následuje analýza konkrétního střediska, ve kterém je vykonávána vybraná operace.

Použity jsou nejprve obecné metody pro popis zvoleného procesního kroku. Želví diagram určuje prvky, které v něm působí a diagram příčin a následků navrhuje možné příčiny problému nízké produktivity. K ověření možných příčin jsou použity další nástroje. Prvně jsou změřeny skutečné časy cyklů stroje při výrobě všech výrobků z výrobního programu a ty jsou porovnány se skutečnými průměrnými výkony na pracovišti. Ze získaných informací je stanoven standard a index produktivity práce. Následuje rozhodnutí, který výrobek přináší firmě nejvíce finančních ztrát s ohledem na ideální stav. Při jeho výrobě jsou aplikovány poslední z vybraných analytických metod – přímé měření práce a metoda předem stanovených časů. Následuje zhodnocení všech částí analýzy, které přechází v projektové řešení.

V projektové části je nejdříve definován cíl projektu, na který navazuje popis jednotlivých možných způsobů dosažení stanoveného cíle. Po zhodnocení návrhů a výběru vhodného řešení je provedena simulace budoucího stavu, dále je vypracován časový harmonogram projektu, analýza rizik, zdrojů a nákladů projektu. Projekt je zakončen výpočtem návratnosti investice.

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

V této kapitole je uveden pohled různých autorů na téma průmyslové inženýrství, produktivity, zlepšování procesů a plýtvání.

2.1 Definice průmyslového inženýrství a jeho metod

Podle Tučka a Bobáka (1), kteří se odvolávají na Košturiaka, Gregora, Macha, Vytlačila a Mašina je průmyslové inženýrství interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálu a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy. Dále tvrdí, že mnozí autoři rozlišují průmyslové inženýrství na klasické a moderní.

Tuto definici můžeme doplnit jiným Mašinovým a Vytlačilovým tvrzením (2), a sice že termín průmyslové inženýrství je překladem anglického termínu „industrial engineer“, který se pro označení tohoto nejmladšího inženýrského oboru začal využívat v jeho kolébce – USA. Uvádí také, že od dob prvních průkopníků průmyslového inženýrství uplynulo již sto let. Za jedno století jej akceptovaly všechny vyspělé průmyslové země jako hlavní obor potřebný pro růst produktivity.

S tímto se shoduje i pohled Salvendyho, který (3) uvádí v předmluvě svého slovníku, že průmyslové inženýrství se vyvinulo v hlavní inženýrskou a řídicí disciplínu, jejíž efektivní využívání přispělo ke zvýšenému životnímu standardu díky zvýšené produktivitě, kvalitě práce a kvalitě služeb, a zlepšování pracovního prostředí.

Tuček a Bobák (1), kteří se odvolávají na Košturiaka a Gregora, uvádí, že metody průmyslového inženýrství lze rozčlenit do těchto základních oblastí:

1. Racionalizace

- studium metod – umožňuje efektivnější využívání materiálu, prostoru, strojů i pracovníků
- měření práce – umožňuje zlepšení plánování a řízení. Je základnou pro systém odměňování. Patří se i skupina počítačem podporovaných metod jako např. MOST (Maynard Operation Sequence Technique), MTM (Method Time Measurement) objektivizace výkonových norem (souvisí s metodami měření práce – snížení časové náročnosti).

2. Empirické techniky vyvinuté v průmyslových podnicích:
3. Program 5D, kanban, jidoka – autonomnost pracoviště, SMED (Singel Minute Exchange of Die), TPM (Total Productive Maintenance), studium metod, předcházení vadám (Poka – Yoke), Value Stream Analyses – systém WITNES, BSC (Balanced Schorecard)
4. Informatika – informační technologie podporující „bezdokumentovou“ výměnu informací
5. Softwarové inženýrství – simulace, generické algoritmy, neuronové sítě, software
6. Motivace, nové organizační formy – moderování, Kaizen – soutěže ve zlepšování pracovníků, gainsharing
7. Týmy, vedení lidí (budování týmů) – typy průmyslových týmů v podniku (týmy top managementu, týmy středního managementu, projektové týmy, výrobní týmy – buňky, pracovní skupiny či týmy pro trvalé zlepšování, formou workshopů apod.
8. Management – Time-based management, vizuální management, TQM
9. Systémové inženýrství, projektování, operační výzkum: TOC, projekt management, optimalizace layoutu
10. Technologie, výrobní a automatizační technika – roboty, stroje apod.
 - sklady – centralizace skladu spojená s koncentrací jejich sítě – využívající všech výhod mechanizace a automatizace
 - dopravní systémy – využívání progresivních druhů dopravních prostředků a z nich odvozených přepravních systémů
11. Koncepce související s metodami PI – kam bychom mohli zařadit např. JIT, budování štíhlého pracoviště (Lean Layout), štíhlá výroba (Lean Production)

Jednodušší členění metod a technik, které se využívají v rámci průmyslového inženýrství, poskytuje Mašín s Vytlačilem (2), který je rozděluje na čtyři skupiny (mají pokrývat všechny tři hlavní aktivity průmyslového inženýrství, tedy projektování – zavádění – zlepšování):

1. Plánování, navrhování a řízení (např. měření práce, kapacitní výpočty nebo tvorba pobídkových systémů odměňování)
2. Uplatňování lidského rozměru (např. projektování výrobních a servisních týmů, ergonomie nebo program zlepšování procesů)

3. Technologické aspekty (např. projektování výrobních buněk nebo konstruování s ohledem na výrobu či montáž)
4. Kvantitativně a kreativní metody (např. simulace procesů nebo průmyslová modelace)

Mašín s Vytlačilem (2) shrnují, že zjednodušeně řečeno průmyslové inženýrství je obor, který se v rámci hledání toho, „jak důmyslněji provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžováním pracovišť. Výsledek těchto aktivit má být to, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, rychlejší a levnější.

2.2 Klasické průmyslové inženýrství

Jak uvádí Tuček a Bobák (1), mnoho autorů rozlišuje klasické a moderní průmyslové inženýrství, přičemž klasické vychází ze studia metod práce a operačního výzkumu, a moderní vychází z praxe světových firem – převážně Toyoty.

Mašín a Vytlačil tvrdí (2), že klasické průmyslové inženýrství je orientováno převážně na exaktní metody a moderní průmyslové inženýrství více reflektuje potřeby socio-technických systémů a obchodního prostředí. Dále uvádí, že klasické průmyslové inženýrství prošlo od svých počátků až po dnešní dobu evolucí, v které můžeme zaznamenat dvě základní fáze, resp. disciplíny:

- studium práce
- operační výzkum

Cílem studia práce (work study), které se rozvinulo z vědeckého řízení, je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů dostupných danému podniku. Funkcí studia práce je získat informace a potom tyto informace využít jako prostředek zvyšování produktivity. Studium práce tak může být právem označeno za proceduru, kterou lze „najít pravdu“ o aktivitách lidí a strojů v konkrétním podniku.

Studium práce je opravdovým studiem v nejhlubším slova smyslu. Toto studium je založena na využívání těchto dvou technik, jak znázorňuje obrázek níže.

- studium metod (pracovních) – method study
- měření práce – work measurement



Obr. 1. Studium práce (2)

Toto rozdělení má však pouze informativní charakter. Ve skutečnosti průmyslový inženýři využívají obě techniky současně nebo v kombinaci. Důsledné oddělování těchto technik by totiž mohlo znamenat snížení přínosů plynoucích ze studia práce. Obě techniky potom využívají důsledně formálních záznamů, které jsou následně analyzovány s cílem objevit plýtvání všeho druhu. Po této analýze je možné provést příslušná opatření, která by tyto nedostatky eliminovala. Studium metod může být definováno jako technika, s jejíž pomocí lze rozložit danou lidskou činnost (operaci, metodu, pracovní postup) na elementy a tyto elementy následně analyzovat. Pokud jednotlivé elementy neobstojí při kritické prověře, jsou eliminovány nebo zlepšeny. Zato významná technika PI se zaměřuje na nalezení lepší cesty, jak dělat věci. Tím přispívá k dosažení vyšší produktivity prostřednictvím eliminace zbytečné práce, čekání a ostatních druhů plýtvání. Procedura studia metod je následující:

1. Vyber práci, která má být studována
2. Zaznamenej veškerá relevantní fakta o současné metodě
3. Prověř kriticky tato fakta

4. Navrhni praktičtější, ekonomičtější a efektivnější pracovní metodu s ohledem na všechny související okolnosti
5. Zaveď tuto metodu jako standardní
6. Udržuj tento standard pravidelnou kontrolou

Záznamovými prostředky, charakteristickými pro studium metod, jsou zejména:

- pohybové studie (např. záznam do formuláře pomocí symbolů zvaných therbligy)
- procesní analýza (diagram toku, diagram člověk-stroj, diagram pro analýzu činnosti pravé a levé ruky apod.)
- dotazníky, popisná analýza a kontrolní listy
- videozáznamy, fotografie

Srdcem studia metod je objektivní kritické posouzení toho, jak je práce v rámci stávající metody prováděna. Toto posouzení se provádí pomocí cílených otázek kladených systematicky k účelu, místu, pořadí, pracovníkovi a pracovním prostředkům. Obecná struktura těchto otázek potom je:

- co se provádí? (proč? je to nutné?)
- kde se to provádí? (proč právě tam?)
- kdy se to provádí? (proč v tuto dobu?)
- kdo to provádí? (proč tento pracovník?)
- jak je to prováděno? (proč právě takto?)

Uspokojivé odpovědi na řadu „proč?“ vedou v případě každé metody k diskusi výhodnosti možných alternativ a výběru té nejvhodnější. Pokud není možné na jednotlivé otázky uspokojivě odpovědět, je dán průmyslovému inženýrovi signál, že tato metoda nespĺňuje požadavky vysoké produktivity. Kritický element práce je potom možné eliminovat z daného postupu nebo ho převést tam, kde je ho možné efektivně provádět. Provádění takovéto kritické prověrky je základem pro návrh zlepšení uspořádání pracoviště nebo provozu, zlepšených pracovních postupů, vyššího využití materiálu, strojů a pracovní síly nebo zlepšeného pracovního prostředí (2).

Mašín s Vytlačilem (2) uvádí, že v 50. a 60. letech trend exaktních metod v oblasti průmyslového inženýrství pokračoval a v průmyslovém inženýrství i teorii (zejména amerického) managementu se kladl důraz především na modelování úloh a techniky jejich matematického řešení. Pohled do učebnic průmyslového inženýrství a provozního managementu i některých

současných příruček ukazuje silnou orientaci na exaktnost a matematiku a zjednodušování přístupu k řešení úloh průmyslového inženýrství. Navzdory tomu mohou tyto metody při zvyšování produktivity plnit svůj účel. Problematičnost jejich využití spočívá v tom, že vyžadují poměrně kvalifikované odborníky. Tím se možná stávají nedostupnými pro praktický život i management, který při hledání odpovědi na své otázky většinou preferuje jednodušší modely. Mezi nejvýznamnější techniky a metody operační analýzy užívané v průmyslovém inženýrství patří:

- síťové grafy (např. metody CPM, PERT)
- metody řešení sekvenčních úloh (ekonomicky zdůvodněné sledy činností při projektování výroby)
- metody matematické statistiky (např. regresní a korelační analýza)
- metody hromadné obsluhy (racionální dimenzování kapacit lidí i strojů na základě počtu pravděpodobnosti)
- metody teorie zásob (deterministické i stochastické modely pro stanovení racionální výše zásob, intervalů doplňování apod.)
- metody teorie obnovy a údržby – řeší problémy provozní spolehlivosti a pohotovosti strojů při minimalizaci nákladů

Mašín s Vytlačilem (2) uzavírají, že rozvojem v oblasti exaktních metod se klasické průmyslové inženýrství mírně vzdálilo praktickým potřebám podniků. V rámci své profese sice vytvořilo dobrý základ, co se týče technik a metod, ale začalo tím ztrácet rovnováhu z důvodu nerespektování sociologických a organizačních aspektů doby. Pokud totiž nejsou tyto aspekty brány do úvahy, dochází snadno k tomu, že se funkce průmyslového inženýrství v podnicích nerozvíjí do pokročilejších vývojových fází, potřebných pro řešení současných úkolů. Průmyslovému inženýrství potom zůstává role jakéhosi „technického controllingu“, který se skládá z expertů na efektivnost, normovačů, sběračů a analyzátorů dat či uživatelů jednotlivých technik PI.

2.3 Moderní průmyslové inženýrství

Podle Mašína a Vytlačila (2) moderní průmyslové inženýrství reagovalo na fakt, že konkurenční prostředí je dynamické a turbulentní a že podniky se tomuto prostředí musí přizpůsobovat, aby přežily. Oproti jasně vydefinovaným technikám klasického průmyslového inženýrství, moderní průmyslové inženýrství se snaží zajistit vysokou produktivitu spíše kom-

plexnějšími programy, které nemají jasné kontury. Více se v nich počítá jako s hlavním protagonistou s člověkem, kterého lze velmi obtížně matematicky popsat nebo modelovat. Dalším rysem moderního průmyslového inženýrství jsou velké investice do rozvoje pracovníků, takzvaných nefyzických investic, které údajně musí předcházet investicím fyzickým.

Mašín a Vytlačil (2) dále píše, že vlastní obsah programů moderního průmyslového inženýrství vychází, stejně jako to uvádí Tuček a Bobák (1), ve velké míře z japonské školy, a především díla Shingea Schinga, který přistupoval k utváření práce ze socio-technického hlediska a jehož programy jsou založeny dále na podpoře trvalého rozvoje produktivity.

Takové programy pro interní podnikovou oblast podle Mašína a Vytlačila (2) jsou:

- program projektování a zavádění výrobních/servisních/business týmů na základě principů týmové práce, vycházejících z nového přístupu ke kvalitě pracovního života
- projektování a realizace výrobkově orientovaných pracovišť (výrobní a montážní buňky)
- program zavádění týmů simultánního inženýrství (projektování maticové organizační struktury, vzdělávání v nástrojích simultánního inženýrství)
- programy „nulových vad“ založené na systému „poka-yoke“
- program totálně produktivní údržby (TPM)
- projektování systému odměňování na základě výsledků
- program rychlých změn, tj. zvyšování produktivity, zkracováním doby pro výměnu a seřizování nástrojů
- programy dynamického zlepšování procesů (odstraňování plýtvání) ve výrobě, administrativě, logistice i obslužných provozech
- program podnikového vzdělávání v základech průmyslového inženýrství, nového provozního managementu a průmyslové moderace
- program rozvoje zaměstnanecké participace na řízení
- zavádění tahových systémů
- projektování optimálních modelů pracovní doby
- průmyslové a ergonomické audity
- programy vytváření modulárních a stavebnicových systémů pro vybavení pracovišť
- simulace výrobních procesů

2.4 Zlepšování procesů

Existuje mnoho nástrojů ke zlepšování procesů, určitý základ představuje takzvaných „7 klasických nástrojů“. Vytlačil s Mašínem (4) uvádí, že tyto klasické nástroje v současné době hrají hlavní roli ve všech fázích zlepšování procesů a jejich znalost je nevyhnutelně nutná pro týmovou práci při zlepšování.

Zajímavostí je, jak uvádí titíž autoři, že některé z nástrojů jsou používány již od 30. let a byl to doktor Ishikawa, který vybral sedm jednoduchých metod, které byly v pozdější době nazvány sedm klasických nástrojů řízení kvality. V současnosti jsou na tyto nástroje běžně školení provozní pracovníci a koordinátoři týmů. Mezi nástroje patří:

1. Stratifikace
2. Datová (frekvenční) tabulka
3. Histogram
4. Paretova analýza
5. Diagram příčin a následku (Ishikawův diagram)
6. Analýza rozptylu a trendu dat
7. Kontrolní diagram

Podle obou autorů (4) tyto nástroje poskytují jak grafickou, tak i numerickou prezentaci dat získaných v jednotlivém procesu a pro průmyslové inženýry jsou posilou při kontrole i zlepšování.

2.5 Produktivita

Produktivitou se rozumí míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. Je vyjádřena vzorcem $P = \text{výstup} / \text{vstup}$ (2).

Výstupy mohou být

- tuny
- litry
- kusy
- výrobky
- cena produkce

Vstupy jsou obvykle děleny do kategorií, jako

- pracovní síla

- výrobní zařízení a stroje
- materiál
- kapitál

Rozeznáváme obvykle tyto vyjádření produktivity:

- parciální produktivita
- index produktivity
- totální produktivita

Příklady některých vzorců pro výpočet produktivity jsou uvedeny na následujícím obrázku.

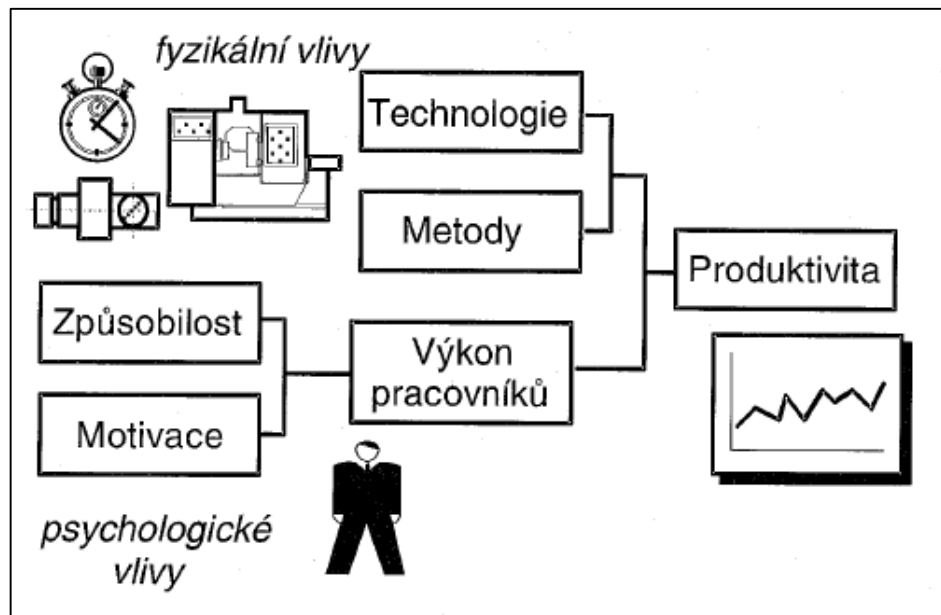
Parciální produktivita - PP		
$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$		
Index produktivity - IP		
$IP = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} \times 100$		
Totální produktivita - TP		
$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$		
Totální faktor produktivity - TFP		
$TFP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{pracovní síla + kapitál}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{PS + K}$		
Legenda	HV = hotové výrobky PC = prodejní cena RV = rozpracované výrobky PR = % rozpracovanosti OST = ostatní příjmy PS = náklady na pracovní sílu M = materiálové náklady	K = kapitálové vstupy (fixní a pracovní kapitál) E = spotřeba energií Tch = náklady na technologii V = náklady na vývoj Ad = náklady na administrativu T = náklady na trénink Q = náklady na jakost

Obr. 2. Příklady některých vzorců pro výpočet produktivity
(2)

Produktivitu ovlivňuje vícero faktorů. Lze mezi ně zařadit (2):

- pracovní postupy a metody
- kvalita strojního zařízení
- využívání kapitálu a úrovně schopností pracovní síly
- systém hodnocení a odměňování
- úroveň metod průmyslového inženýrství

Dále lze rozlišovat fyzikální a psychologické vlivy, které ovlivňují výslednou produktivitu, jak ukazuje obrázek níže.



Obr. 3. Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu (2)

Například Badiru (5) rozlišuje mimo klasického výše zmíněného výpočtu produktivity také ukazatele AOE (absolute operational efficiency) a ROE (relative operational efficiency). Vypočítají se jako $AOE = \frac{\text{aktuální výkon}}{\text{ideální výkon}}$, případně $ROE = \frac{\text{aktuální výkon}}{\text{nejlepší pozorovaný výkon}}$. Tyto ukazatele mohou být použity ke sledování vývoje vlastní produktivity, a tedy i nepřímo k jejímu zlepšování, nebo například k porovnávání s konkurencí.

2.6 Plýtvání

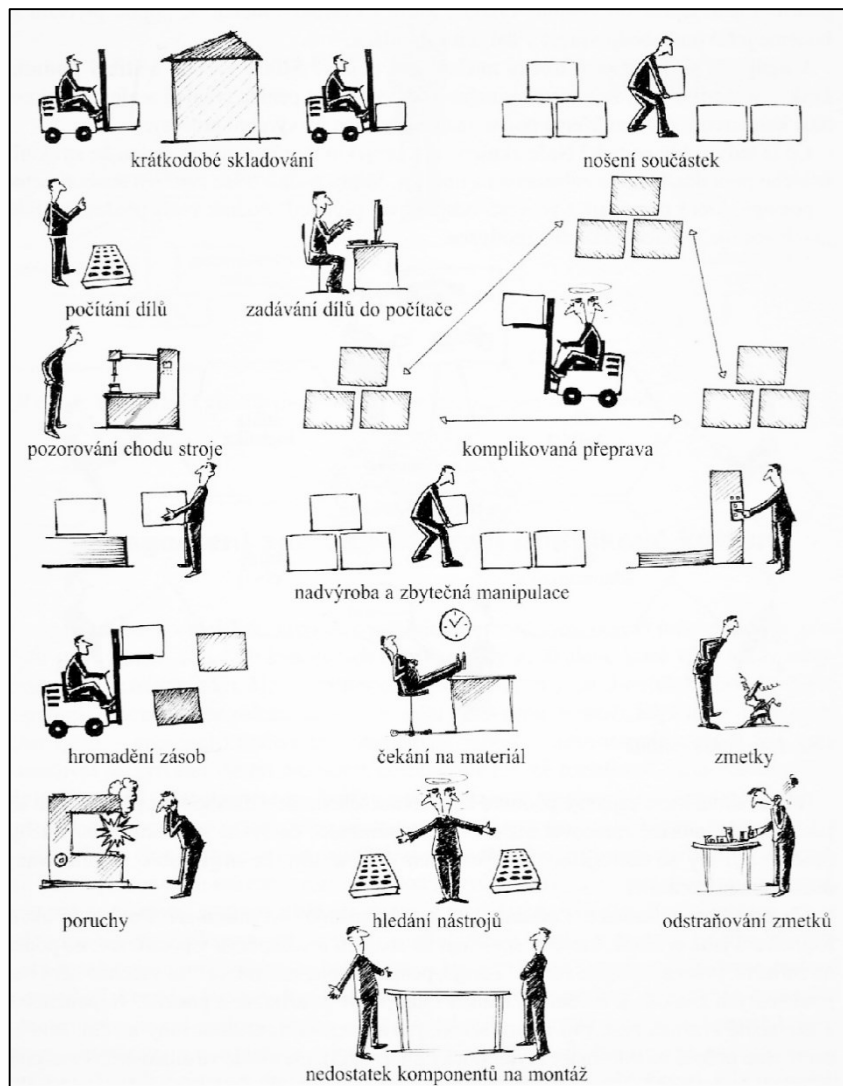
Existuje osm obecně uznávaných druhů plýtvání v rámci výrobních nebo podnikatelských procesů, které nepřidávají výrobku žádnou hodnotu. Podle Likera (6) lze tyto druhy plýtvání aplikovat nejen na výrobní proces, ale i na administrativu, logistiku či vývoj výrobků. Jedná se o tyto druhy plýtvání:

1. Nadvýroba
2. Čekání
3. Doprava nebo přemísťování
4. Nadměrné či nepřesné zpracování
5. Nadbytečné zásoby
6. Zbytečné pohyby

7. Vady

8. Nevyužitá tvořivost zaměstnanců

Podobně i Košturiak a Frolík (7) uvádí, že pojem plýtvání je všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jeho hodnotu. Jak je zobrazeno na následujícím obrázku, uvádí celkem 14 zdrojů plýtvání.



Obr. 4. Situace, ve kterých vzniká plýtvání ve výrobě (7)

Stejně druhy plýtvání jako Liker vyjmenovává i Fekete (8), který přidává devátý druh „plýtvání ze zbytečné složitosti produktů“. Totiž časem se podle něj v organizacích může vytvořit velká složitost technologických procesů, která má svůj původ v konstrukční složitosti výrobků. Taková zbytečná velká složitost přináší údajně větší pravděpodobnost, že se něco pokazí nebo nesprávně vyrobí.

3 POUŽITÉ ANALYTICKÉ METODY

V této kapitole je uveden teoretický popis metod použitých v analytické části práce.

3.1 Paretova analýza

Paretova analýza je nástrojem umožňující identifikovat prioritní problémy, protože všechny problémy nemohou být řešeny současně. Tento nástroj je prostředkem, pomocí kterého lze vyjádřit relativní významnost jednotlivých příčin poruch nebo podobných jevů (4).

Postup zpracování Paretova grafu pro oblast zlepšování:

1. Identifikujte všechny položky, které souvisí s daný procesem (náklady, zmetky, reklamace, prostoje...)
2. Určete kritérium, podle kterého uvedené kategorie chceme hodnotit (počet poruch, náklady...)
3. Určete absolutní četnosti jednotlivých položek
4. Seřadte položky podle četnosti a zvoleného kritéria v klesajícím pořadí do tabulky
5. Určete u jednotlivých položek relativní četnosti
6. Určete kumulativní četnosti u jednotlivých položek
7. Zkonstruujte paretův graf, do diagramu nakreslete v sestupném pořadí četnosti jednotlivých položek

3.2 Želví diagram

Chromjaková a Rajnoha (9) uvádí, že základem optimálního fungování každé firmy jsou procesy. Jejich podstatou je sled vzájemně obsahově i logicky navzájem propojených činností, které dohromady tvoří kompaktní celek, jenž je schopen požadovanou kombinací vstupů, výstupů a činností přinést finální hodnotu zákazníkovi. Současně také uspokojuje nároky vlastníků i pracovníků firmy. Pro každou analýzu podnikových procesů je charakteristická eliminace neproduktivních a z velké části nadbytečných procesů, které nepřidávají hodnotu.

Želví diagram je nástroj používaný ke znázornění charakteristik procesu: vstupy, výstupy, kritéria (měření), metody (postupy), hmotné a lidské zdroje. Slouží jako model zvoleného procesu a pomáhá pochopit a znázornit vazby, které v procesu fungují. (10)

V mnoha organizacích slouží jako nástroj k mapování procesů. Rozšíření se mu dostalo díky požadavku normy ISO 9001:2000 a následně ISO 9001:2008, resp. ČSN EN ISO 9001:2009,

která v článku 4.2 uvádí: „Organizace musí v souladu s požadavky této mezinárodní normy vytvořit, dokumentovat, implementovat a udržovat systém managementu kvality a neustále zlepšovat jeho efektivnost. Organizace musí:

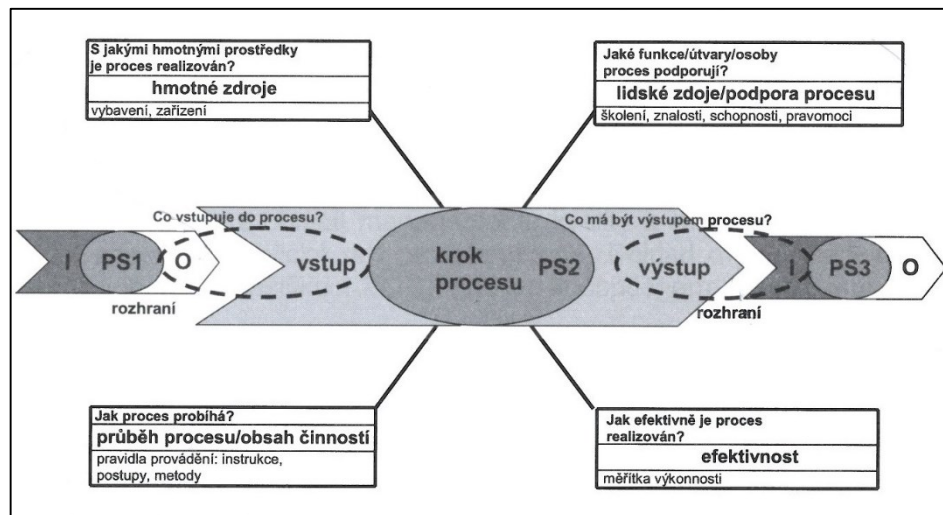
- určovat procesy potřebné pro systém managementu kvality a dále stanovit, jak jsou tyto procesy v rámci celé organizace aplikovány (viz 1.2),
- určovat posloupnost a vzájemné působení těchto procesů,
- určovat kritéria a metody potřebné pro zajištění efektivního fungování a řízení těchto procesů
- zajišťovat dostupnost zdrojů a informací nezbytných pro podporu fungování těchto procesů a pro jejich monitorování,
- monitorovat, tam, kde je to možné, měřit a analyzovat tyto procesy a
- uplatňovat opatření nezbytná pro dosažení plánovaných výsledků a pro neustálé zlepšování těchto procesů

Organizace musí tyto procesy řídit v souladu s požadavky této normy.“ (11)

Někteří čeští (12) i zahraniční (13) autoři však spíše zrazují od želvích diagramů a popisují logické důvody jejich nevhodnosti. Nemohou ovšem ignorovat článek 0.2 s názvem „Procesní přístup“, který taktéž mluví o identifikaci a řízení procesů (11), zde se místo želvích diagramů přiklání k použití jiných nástrojů.

V našem případě však nebude použit nástroj ke komplexnímu šetření procesů a jejich vazeb, nýbrž k lokální aplikaci na zvolený procesní krok s cílem odkrytí a znázornění jeho jednotlivých prvků a vazeb.

Znázornění procesu pomocí želvího diagramu zná i publikace VDA 6.3 (14), ze které je uveden i schematický obrázek níže.



Obr. 5. Model želvy (14)

Postup je následující (14):

Nejdříve se popíše, jaké „vstupy“ se prostřednictvím procesu přeměňují na „výstupy“. Tyto body se dolní o kladení otázek:

- jak proces probíhá? (průběh procesu/obsah činností)
- jaké funkce/útvary/osoby proces podporují? (lidské zdroje/podpora procesu)
- s jakými hmotnými prostředky je proces realizován? (hmotné zdroje)
- jak efektivně je proces realizován? (efektivnost)

3.3 Analýza příčin a následků – diagram rybí kosti

Název nástroje diagram příčiny a následků vlastně definuje, o čem tento diagram je: diagram, který analyzuje vztahy mezi nějakým problémem a jeho příčinami. Kombinuje aspekty brainstormingu se systematickou analýzou s cílem vytvořit účinnou metodu. Nástroj je rovněž znám jako Ishikawův diagram, nazvaný podle jeho tvůrce.

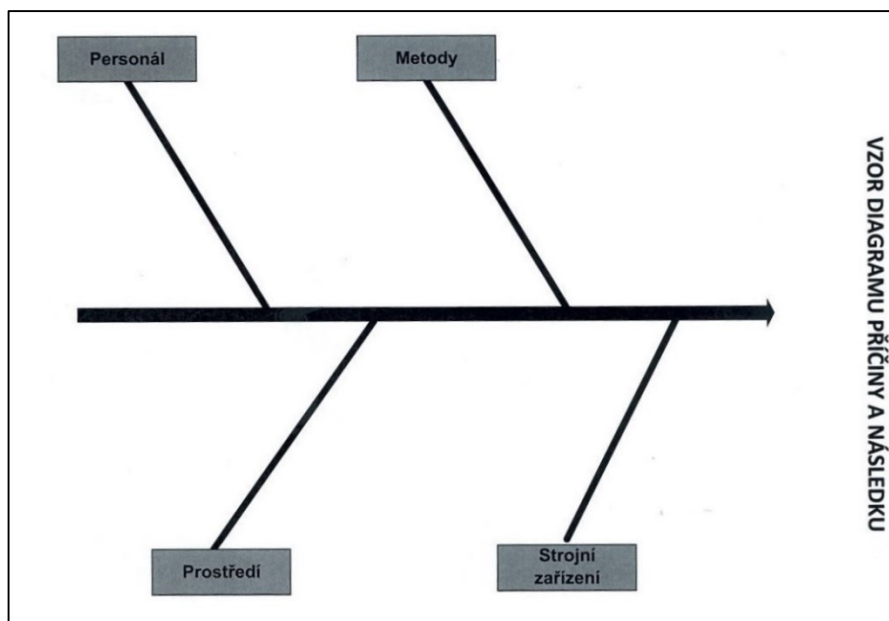
V širším rámci analýzy kořenových příčin je hlavním účelem tohoto nástroje pochopit, co způsobuje nějaký problém (15). Lze jej použít pro:

- generování a seskupování příčin a problémů
- systematické hodnocení příčin a pro stanovení, které z nich jsou s největší pravděpodobností kořenovými příčinami

Diagram rybí kost – je tradiční metoda sestrojování takových diagramů, kde hlavním produktem je graf, jehož tvar připomíná rybí kost. Problém, který se analyzuje, se zakreslí na pravou stranu diagramu, na konec velké šipky. Hlavní skupiny pravděpodobných příčin se zakreslí jako odbočky této šipky. Na každé odbočce se vyznačí možné příčiny, jak je vyobrazeno na obrázku níže.

Kroky při použití diagramů příčiny a následku

1. Jednoznačně popsat problém, u kterého se hledají příčiny.
2. Použít bílou tabuli nebo nějaký jiný velký povrch a zapsat problém na pravý konec velké šipky. Nechat prostor pro generování příčin. Neusilovat o symetrii ani grafické efekty.
3. Identifikovat hlavní kategorie příčin daného problému a napsat je na odbočky vycházející z velké šipky
4. Provést brainstorming a zapsat všechny možné příčiny do použitelného prostoru (prostorů) diagramu. Použít stručné a heslovité popisy. Postupovat diagramem a zastavit se vždy u jedné hlavní kategorie. Napsat příčiny, které patří k více než jedné kategorii, na všechna příslušná místa.
5. Analyzovat identifikované příčiny a stanovit nejpravděpodobnější kořenové příčiny. (15)



Obr. 6. Vzor diagramu příčiny a následků (15)

Velice podobně charakterizuje tento nástroj i Vytlačil s Mašínem (4), kteří říkají, že každý problém má nějakou příčinu, přičemž diagram příčin a následku je jednoduchý nástroj založený na postupném zaznamenávání logických vazeb mezi následkem a příčinami. Například Chromjaková (16) uvádí Ishikawův diagram jako jeden z nástrojů pro zeštíhlování podnikových procesů používaný pro identifikaci příčin a prevenci chyb.

3.4 Přímé měření práce– chronometráž

Analýza délky trvání pracovních elementů a operací usnadňuje identifikaci plýtvání v dané operaci, umožňuje popsat nejlepší způsob provádění dané práce a z pohledu hodnotových toků lze pomocí ní určit VA- index (17).

Mašín (17) dále uvádí postup, který je nutné dodržet při praktickém provádění časových studií:

1. Připravte si analyzační protokol (tabulku)
2. Seznamte se s procesem, operací a pracovištěm
3. Nakreslete si lay-out pracoviště
4. Pozorujte sled pracovních kroků (resp. natočte videozáznam)
5. Identifikujte a zaznamenáte pracovní elementy
6. Stopkami změřte několikrát čas cyklu
7. Stopkami změřte min. desetkrát jednotlivé pracovní elementy
8. Identifikujte tzv. nepravidelné činnosti (např. balení dávky)
9. Identifikujte elementy, které nepřidávají hodnotu
10. Zpracujte výsledky měření a analyzujte výsledky

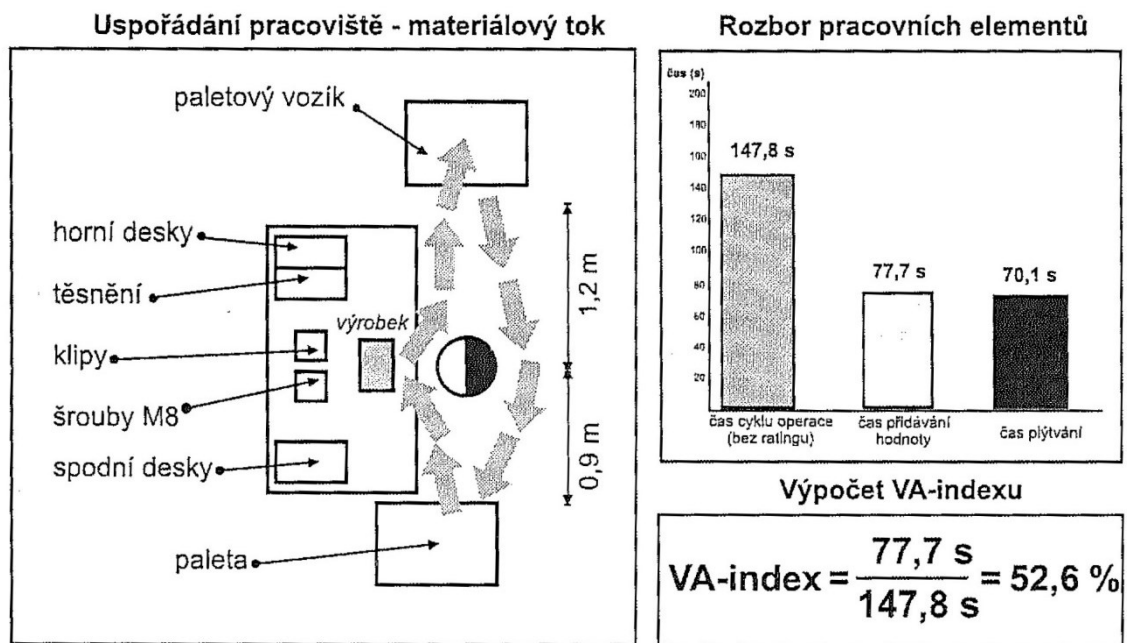
Při „hodnotovém“ hodnocení pracovních elementů je možné dělit pracovní elementy do dvou skupin:

- na elementy, v kterých převládají pohyby nepřidávající hodnotu – tj. neefektivní práce (upnutí obrobku, vyjmutí dílu z palety, nastavení parametrů, orýsování dílce, seřízení stroje,...) a plýtvání (chůze k paletě, ohýbání pro díl, počítání dílů, otáčení,...)
- na elementy, v kterých převládají pohyby přidávající hodnotu – tj. efektivní práce (zašroubování šroubu, nalepení těsnění, vyvrtání otvoru, vložení podložky, svaření nosníku)

Záznam naměřených časů při časové studii se provádí do speciální tabulky (protokolu). Výsledky časových studií jsou v rámci štíhlé výroby nejčastěji obsaženy ve formulářích standardizované práce (kapacitní tabulka, pracovní postup, kombinovaný graf apod.). Tyto formuláře a grafy vedle údajů o délce a charakteristikách jednotlivých pracovních elementů obsahují i informace o podmínkách bezpečné práce, o uspořádání pracoviště, o času taktu a cyklu dané operace, informace o kapacitě pracoviště, sledu pohybů, strojních časech, kontrolních místech apod.

Č.	Elementy práce	Naměřené časy elementů (s)										Součet	Průměr (s)	Poznámka
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Vzít z palety základnu a umístit do přípravku pracovní stůl dnem nahoru	17,2	16,8	18,3	20,2	16,9	17,4	17,8	18,2	19,4	17,3	179,5	17,9	
2	Vzít ze zásobníku spodní desku a umístit ji na základnu	5,4	5,5	6,1	6,2	7,0	6,7	7,3	7,1	6,8	5,7	63,8	6,4	
3	Ustavit spodní desku na montážní koilky	11,2	13,4	14,3	12,7	12,9	11,9	14,1	16,2	17,3	16,5	140,5	14,0	přidaná hodnota
4	Vzít z krabičky 4 šrouby M8 a vložit je do otvorů v základně	13,4	13,8	14,2	15,8	14,0	12,7	18,2	16,5	17,6	15,3	151,5	15,1	
5	Vzít 4 šrouby M8 a stranový klíč utáhnout	35,2	30,1	33,4	37,3	37,6	32,1	34,5	38,4	36,6	35,4	350,6	35,1	přidaná hodnota
6	Obrátit základnu na pracovním stole dnem dolů	5,5	4,9	6,0	5,3	5,8	5,3	6,1	5,8	5,6	5,5	55,8	5,6	
7	Vzít ze zásobníku těsnění a vložit ho do drážky v základně	14,2	13,8	14,5	14,0	13,9	14,3	14,7	15,0	14,5	14,7	143,6	14,4	přidaná hodnota
8	Vzít ze zásobníku horní desku a umístit ji do drážky v základně	7,9	8,3	7,6	8,2	8,0	7,9	8,2	7,8	7,7	7,9	79,5	7,9	přidaná hodnota
9	Upevnit horní desku pomocí 4 klipů	6,5	6,3	6,2	5,9	6,9	6,4	6,2	6,0	6,3	6,6	63,3	6,3	přidaná hodnota
10	Provést vizuální kontrolu podsestavy	11,2	10,7	12,3	10,8	11,9	11,7	10,9	11,0	11,9	11,4	113,8	11,4	
11	Odložit podsestavu na paletový vozík a přechod k paletě se základnami	13,3	13,6	14,0	12,8	13,4	14,6	13,8	13,2	14,0	13,9	136,6	13,7	
A. Nepravidelné činnosti		-----										E. Celkem bez ratingu(s)		147,8
B. Dovednosti		C2 – dobré = 0,03										F. Celkem s ratingem(E x D) (s)		152,1
C. Výkon		D – průměrný = 0,00												
D. Celkový rating (B+C)		0,03 + 0,0 = 0,03												

Obr. 7. Vzor protokolu časové studie – základní část (17)



Obr. 8. Vzor protokolu při časové studii – rozšířené informace (17)

Upřesnění používání přímého měření k definování časové normy a racionalizace práce do praktické podoby poskytuje organizace API prostřednictvím svých školení a školicích podkladů. Uvádí (18), že chronometrůž je nejpoužívanější způsob pro stanovení výkonových norem.

Chronometrůž v jejich pojetí pracuje s rozdělením procesů do dílčích bodů a s formulářem, do kterého se zaznamenávají pozorované děje a doby jejich trvání. Dále ji dělí následujícím způsobem

- výběrová chronometrůž
 - o měření času vybraných úkonů sledované činnosti
 - o pozorovatel zaznamenává pouze čas začátku a ukončení těchto úkonů
 - o určení skutečné spotřeby času pouze u vybraných, pravidelně i nepravidelně se opakujících předem známých úkonů
- obkročná
 - o měření času všech úkonů v operaci s nepravidelným sledem úkonů
 - o kombinace snímku pracovního dne a plynulé chronometrůže
- plynulá
 - o měření všech úkonů v operaci s pravidelným sledem úkonů
 - o informace o skutečné spotřebě času na jednotlivé úkony i celou operaci

- podklad pro tvorbu časové normy sledované operace

Dlabač s Pavkou (18) dále hovoří o faktoru jménem „stupeň výkonu“. Totiž při přímém měření je nutné vždy zohlednit stupeň výkonu pracovníka, který je ovlivněn zkušeností sledovaného pracovníka a jeho tempem práce. Hodnotí se synchronizace a koordinace pohybů, zručnost pracovníka a jeho rychlost.

NPI Academy of Productivity and Innovations		Chronometráž operace											Datum pozorování:		Pozorovací list č.:		
				Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)										Krycí list č.:			
P. č.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezní bod	N											Průměr	Průměr s faktorem výkonu		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1		Z:	J													#####	0:00:00
		K:	P														
2		Z:	J													#####	0:00:00
		K:	P														
3		Z:	J													#####	0:00:00
		K:	P														
4		Z:	J													#####	0:00:00
		K:	P														
5		Z:	J														
		K:	P														
6		Z:	J														
		K:	P														
7		Z:	J														
		K:	P														
8		Z:	J														
		K:	P														
9		Z:	J														
		K:	P														
10		Z:	J														
		K:	P														
Stupeň výkonu				99%	95%	95%	90%	90%	95%	100%	100%	95%	100%	00:00,0			
Suma (celková průměrná délka trvání operace včetně činností vykonávaných v jiné četnosti (pravidelné) opakování)																	
Činnosti vykonávané v jiné četnosti opakování (pravidelné)					Identifikované plýtvání												
P.č.	činnost	čas	četnost	výsl. čas	činnost							čas					

Obr. 9. Protokol přímého měření – chronometráž (18)

Přístup, který poskytuje Mašín, se mnoho neliší od přístupu Dlabače a Pavky. Náskres pracoviště, který chronometráž nemá, uvádějí autoři v jiném nástroji s názvem Mapa plýtvání, který je obdobou Mašínova řešení. Nicméně při přímém měření práce oproti Mašínovi chybí dělení práce na elementy přidávající a nepřidávající hodnotu, tudíž chybí i výše zmíněný VA index.

Záleží na cíli měření práce a úmyslu průmyslového inženýra, zdali se spíše zabývá stanovením časové náročnosti operace, racionalizací práce, nebo se spíše chce zaměřit na zlepšování hodnotového toku a maximální eliminaci plýtvání. Tyto přístupy se nevylučují, naopak se výrazně prolínají, nicméně je na zvážení pozorovatele, zda v konkrétní situaci vidí průmyslový inženýr přínos ve výpočtu VA indexu a zdali se jím tím pádem bude zabývat.

3.5 Měření práce systémem předem určených časů – Basic MOST

Podle Mašina a vytlačila (2) bylo měření lidské práce z hlediska řízení vždy velkým problémem, protože plánování nákladů i dosažení dobrých hospodářských výsledků je velmi často založeno na přesnosti určení množství a typu zahrnuté lidské práce.

Měřením práce nazýváme aplikaci technik vytvořených pro určení času potřebného na vykonání specifikované práce kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu.

Měření práce je účinným nástrojem pro zvyšování produktivity a podstatného snížení nákladů. Výstupem „měření práce“ jsou normy spotřeby času, do kterých se promítá čas, který pracovník s průměrnou úrovní dovedností a úsilí vynaložení na splnění pracovního úkolu na racionálně uspořádaných pracovištích, z kterých byly vyloučeny veškeré zbytečné úkony.

Klíčový význam z hlediska měření práce má přesnost a pracnost použitého postupu měření práce. Z historického vývoje známe celou řadu postupů:

- hrubé odhady
- kvalifikované odhady
- využití historických údajů
- časové studie pomocí přímého měření
- systémy předem určených časů

Všechny uvedené postupy se v různých případech používají dodnes, pro současné průmyslové inženýrství mají hlavní význam zejména poslední a nejmladší způsoby, které se dále rozvíjejí.

Podle Haizera a Rendera (19) metody předem stanovených časů rozdělují práci do malých základních elementů, které mají předem stanovený čas, který byl určen pomocí velkého vzorku pracovníků. Mají podle nich několik výhod oproti přímým měřením. Jako příklad lze uvést to, že není třeba odhadovat stupně výkonu nebo že společnosti uznávají tuto metodu jako férový standard.

Podobně Mašín s Vytlačilem (2) uvádí, že při použití systémů předem určených časů se měření práce zredukovalo na stanovení optimálního pohybového vzorce pro vykonání úkolu a na přiřazení příslušných časů jednotlivým základním pohybům. Časovou jednotku při využívání těchto systémů je jednotka měření času, kterou označujeme TMU (Time Measurement Unit), která představuje 1/100 000 hodiny, (tj. 1 TMU = 0,036 s). Výhodou těchto sys-

tému je to, že odpadá problém subjektivity stanovení úrovně výkonnosti, neboť předem určené časy základních pohybů představují průměrný výkon průměrného dělníka, tj. úroveň výkonnosti 100 %. Lze tak s velkou přesností stanovit i časy budoucích, teprve projektovaných pracovních metod. Z hlediska druhů systémů měření se v současnosti nejvíce využívají MTM (Methods Time Measurement), UMS (Universal Maintenance Standards), USD (Unified Standard Data), UAS (Universelles Analysier System), MOST (Maynard Operation Sequence Technique – Basic, Mini, Maxi, Giga, Clerical).

Podle Mašína (17) lze objekty přemísťovat jedním ze dvou způsobů: buď budou zvednuty a přemístěny volně prostorem, nebo jsou přemísťovány a udržovány v kontaktu s jiným povrchem. Například paletu je možno zvednout a přenést z jednoho konce pracovního stolu na druhý, nebo ji lze tlačit po povrchu pracovního stolu. Pro každý typ přemístění existuje rozdílná sekvence pohybových prvků: uplatní se tudíž příslušný sekvenční model aktivity. „Použití nástrojů“ se analyzuje pomocí zvláštního sekvenčního modelu. Z výše uvedeného vyplývá, že k popisu manuální práce, odpovídající aplikačním podmínkám metody Basic-MOST, je zapotřebí jen tří základních sekvencí aktivit Basic-MOST, (existuje však i čtvrtá speciální sekvence pro přemísťování objektů pomocí ručních jeřábů.) Tyto sekvence jsou

- sekvence obecné přemístění (určena pro prostorové přemísťování objektu volně vzduchem)
- sekvence řízené přemístění (určena pro přemísťování objektu, který v průběhu přemísťování zůstává v kontaktu s povrchem nebo je připojen k jinému objektu)
- sekvence použití nástroje (určena pro použití běžných ručních nástrojů)

Technika měření práce pomocí Basic MOST je vyobrazena na následujícím obrázku.

TECHNIKA MĚŘENÍ PRÁCE BASIC MOST		
AKTIVITA	SEKVENČNÍ MODEL	SUBAKTIVITY
OBEČNÉ PŘEMÍSTĚNÍ	A B G A B P A	A - AKCE NA URČITOU VZDÁLENOST B - POHYB TĚLA G - ZÍSKÁNÍ KONTROLY P - UMÍSTĚNÍ
ŘÍZENÉ PŘEMÍSTĚNÍ	A B G M X I A	M - PŘESUN ŘÍZENÝ X - PROCESNÍ ČAS I - VYROVNÁNÍ
POUŽITÍ NÁSRTOJŮ	A B G A B P A B P A	F - UTÁHNOUT L - UVOLNIT C - DĚLIT S - POVRCHOVÁ ÚPRAVA M - MĚŘENÍ R - ZAZNAMENÁNÍ T - MYŠLENÍ

Obr. 10. Sekvenční modely Basic MOST (17)

Obecné přemístění je definováno jako přemístění objektů manuálně z jednoho místa na jiné volně prostorem. Aby bylo možno objasnit různé způsoby, jimiž se obecné přemístění uskutečňuje, je sekvence aktivity složena ze čtyř subaktivit:

A - (horizontální) akce na určitou vzdálenosti (Action Distance)

B - (vertikální) pohyb těla (Body motion)

G - získání kontroly (Gain controlů)

P - umístění (Placement)

Tyto subaktivity jsou uspořádány do sekvenčního modelu, sestávajícího ze série parametrů organizovaných v logické sekvenci. Sekvenční model definuje pohybové prvky či akce, které se vždy uskuteční v předepsaném pořadí, když je objekt přemísťován z jednoho místa na druhé. Sekvenční model obecné přemístění, která je nejčastěji používaným sekvenčním modelem, je definován na obrázku níže.

A	B	G	A	B	P	A
Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Získání kontroly	Akce na určitou vzdálenost	Pohyb těla	Umístění	Akce na určitou vzdálenost

Obr. 11. Sekvence obecného přemístění MOST (17)

K těmto subaktivitám či parametrům sekvenčního modelu jsou pak přiřazena k času vztažená čísla indexů na základě pohybového obsahu subaktivity. Tento přístup poskytuje plnou pružnost analýzy v rámci celkové kontroly sekvenčního modelu. U každého přemístování objektu se může vyskytnou jakákoliv kombinace pohybů; při použití MOST může být jakákoliv kombinace analyzována.

Druhý typ přemístění je popsán sekvencí „řízení přemístění“. Tato sekvence se používá k pokrytí takových aktivit, jako je manipulace s pákou nebo klikou, aktivování tlačítka nebo vypínače nebo pouhé posunování objektu po ploše. Kromě parametrů A, B a G ze sekvence „obecné přemístění“ zahrnuje sekvenční model „řízené přemístění“ další subaktivity zobrazené na následujícím obrázku:

M	X	I
Přesun řízený	Procesní čas	Vyrovnání

Obr. 12. Sekvence řízeného přemístění MOST (17)

Až jedna třetina aktivit vyskytujících se v operacích v mechanických dílnách může zahrnovat řízená přemístění. V montážních pracích je však podíl tohoto sekvenčního modelu mnohem menší. Třetím sekvenčním modelem zahrnutým v technice měření práce Basic-MOST je sekvenční model použití nástroje. Tento sekvenční model pokrývá použití ručních nástrojů pro takové aktivity, jako je utahování nebo uvolňování, dělení, čištění, měření a zaznamenávání. Také určité aktivity vyžadující použití mozku k mentálním procesům lze klasifikovat jako použití nástrojů, např. čtení a myšlení. Sekvenční model použití nástroje je kombinací aktivit obecného přemístění a řízeného přemístění. Byl vyvinut jako součást systémů Basic-MOST pouze za účelem zjednodušení analýzy aktivit spojených s použitím ručních nástrojů (17).

Mašín (17) dále pokračuje s dodatečným hodnocením, které aktivity přinášejí a nepřinášejí hodnotu. Ačkoliv je tento způsob využití metody Basic MOST jistě možný, v práci bude dále pracováno s jeho základní podobou ke stanovení objektivní časové náročnosti měřených operací.

K těmto subaktivitám či parametrům sekvenčního modelu jsou pak přiřazena k času vztažená čísla indexů na základě pohybového obsahu subaktivity (0, 1, 3, 6, 10, 16, ...), jejichž násobením číslem 10 získáváme odpovídající TMU (time measurement unit), která je již časovým údajem, konkrétně $1 \text{ TMU} = 0,036 \text{ sekundy}$ (3).

K rychlému přehledu slouží datová karta (MOST Data card), která poskytuje kombinaci vešměs všech sekvencí a odpovídajících indexů. Zaznamenané sekvence se obvykle zapisují do tabulkového procesoru nebo do vytištěného formuláře. Dle návyku a preference toho, kdo nástroj MOST používá.

4 SHRUTÍ A ZHODNOCENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Byly položeny teoretické základy ve dvou hlavních kapitolách teoretické části. Nejprve je uveden přístup několika autorů k oboru průmyslové inženýrství a jeho praktikování, které souvisí s objasněnými pojmy jako je klasické a moderní průmyslové inženýrství, zlepšování průmyslových procesů, produktivita a plýtvání. Následně byly teoreticky popsány metody pro praktickou část práce.

Paretova analýza je zvolena jako vhodný nástroj pro výběr oblasti podniku, ve které má největší smysl se důsledně zabývat jejím fungováním a produktivitou. Představuje odpověď na otázku, kam se zaměřit a kde může mít následné zlepšování největší efekt.

Želví diagram je zvolen jako vhodný nástroj pro grafické znázornění fungování vybraného střediska nebo výrobní operace, který umožňuje identifikovat jednotlivé prvky a jejich zapojení ve výrobě. Nástroj umožňuje porozumět fungování zvoleného úseku a odhalit působící činitele v něm.

Analýza příčin a následků je zvolená jako vhodná doplňková metoda z oblasti zlepšování podnikových procesů, která znázorňuje příčinné souvislosti mezi jednotlivými prvky zvoleného úseku výroby a definovaným problémem.

Chronometráž a přímé měření práce je zvoleno jako vhodný nástroj pro studium práce a jejich částí ve vybraném úseku výroby, pomocí něhož lze určit časovou náročnost operace a prováděné činnosti také zhodnotit z hlediska jejich vhodného uspořádání a provádění vzhledem k času strojního cyklu.

Metoda Basic MOST je zvolena pro nezávislé ověření časové náročnosti vypočtené z aplikace chronometráže operace a zároveň poslouží jako důležitý vstup do projektové části práce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA FIRMY



Obr. 13. Výrobní hala firmy Mesit & Röders (firemní materiály)

Společnost Mesit & Röders v.o.s. vznikla v roce 1997 na zelené louce v Uherském Hradišti jako dceřiná firma německé slévárny. Založena byla dvěma německými bratřenci, pro které měla představovat vhodně umístěné produkční místo ve východní Evropě pro výrobu a distribuci hliníkových odlitků pro evropský trh. Jedná se o veřejnou obchodní společnost v současné době se 210 zaměstnanci.

Hlavním předmětem činnosti je tlakové lití hliníkových odlitků a jejich dodávání automobilovému průmyslu. Nosným prvkem fungování spolupráce mateřské a dceřiné je tvořen jednoduchým přístupem, který lze vystihnout slovy „německá kvalita, české ceny“.

Centrála sídlící v Dolním Sasku se stará o projektovou část výroby. Její hlavní činnost lze zjednodušeně popsat následujícími body:

1. Hledání nových zakázek a tvorba nabídek
2. Posouzení vyrobiteľnosti dílů, dojednání cen
3. Příprava výrobního nářadí a veškeré dokumentace
4. Výroba prvních vzorků, představení zákazníkovi
5. Předání projektu výrobnímu závodu v Česku

Výrobní místo, dceřiná firma Mesit & Röders, již dostává veškeré vybavení a začíná se sériovou výrobou, která obvykle čítá desetitisíce až statisíce výrobků za rok. Její náplň práce převážně je:

6. Příjem projektu a převímka vybavení a dokumentace
7. Sériová výroba, údržba zařízení a nástrojů
8. Prodej, reklamační řízení

Většinou pracovníků tvoří tedy výrobní dělníci a pracovníci spojení s výrobou.

5.1 Výrobní procesy, produkty a zákazníci

Firma za rok 2016 vyrobila více než 9 000 000 dílů. Měsíčně tedy v průměru vydobá 750 000 dílů. Jedná se o hliníkové odlitky, kterých 95 % míří zákazníkům v automobilového průmyslu.

Většina výrobků je dodávána do Německa, Polska a Slovenka zákazníkům INA Schäffler, Continental, Wabco, Webasto, Fastner, Volkswagen, Porsche aj.

Mezi produkty patří díly na napínačky řemenů, rozvodových řetězu, kryty převodovek, kulisy pro řazení, díly do sklápěcích střech prémiových vozů, chladicí a ohřevné elementy, kryty pomocných elektromotorů, díly do hydraulických spojek, strukturální díly do karoserií, menší motorové části (vahadla) maloobjemových motorů.

Všechny výrobky jsou vyrobeny technologií tlakového lití hliníkových slitin. Slitinu nakupuje firma v podobě ingotů, které taví a následně obvykle převáží do udržovacích pecí u licích center. Ukázka této technologie je uvedena na následujících obrázcích.



*Obr. 14. Vstupní ingoty (fir-
remní materiály)*



Obr. 15. Tavicí pec (firemní materiály)

Licí centrum tvoří udržovací nebo dávkovací pec, případně nabírací zařízení, licí stroj s formou, ostřikové zařízení, robot pro vyjmutí dílu a ostříhový lis.



Obr. 16. Licí stroj, lis a forma (firemní materiály)



Obr. 17. Licí forma a hranicí lis (firemní materiály)

Výrobky se dále omílají v omílací lince nebo tryskají na závěsech, případně v bubnovém zařízení. Následuje konečná kontrola spojená s opravou možných slévárenských vad broušením, balení a expedice.

V posledních pěti letech firma investovala velké prostředky do vybudování nových přidružených výrobních operací, které dříve využívala v podobě nákupu služeb u externích firem formou outsourcingu. Nakoupila tři CNC obráběcí centra, z toho dvě čtyřosé, zbylé je tříosé. Pořídila vlastní mycí zařízení a uzavřené čisté prostory s filtrací vzduchu, laserovací zařízení nebo zařízení pro zkoušení těsnosti dílů. Všechny tyto nové technologie jsou využívány pro vlastní díly a firma tak nabízí vyšší přidanou hodnotu zákazníkovi, než tomu bylo v minulosti.

Především v oblasti CNC obrábění odlitků je patrný stabilní rozvoj. Firma obrobila více než 330 000 dílů v roce 2016 a díly z nových projektů obrábí již výhradně ve své vlastní režii. Stala se tak více nezávislá na svých dodavatelích, jejichž cenová politika snižovala celkovou konkurenceschopnost cenových nabídek. Většina nových projektů v roce 2016 již počítá s CNC obráběním a tento trend je silně očekávám i v budoucnu.

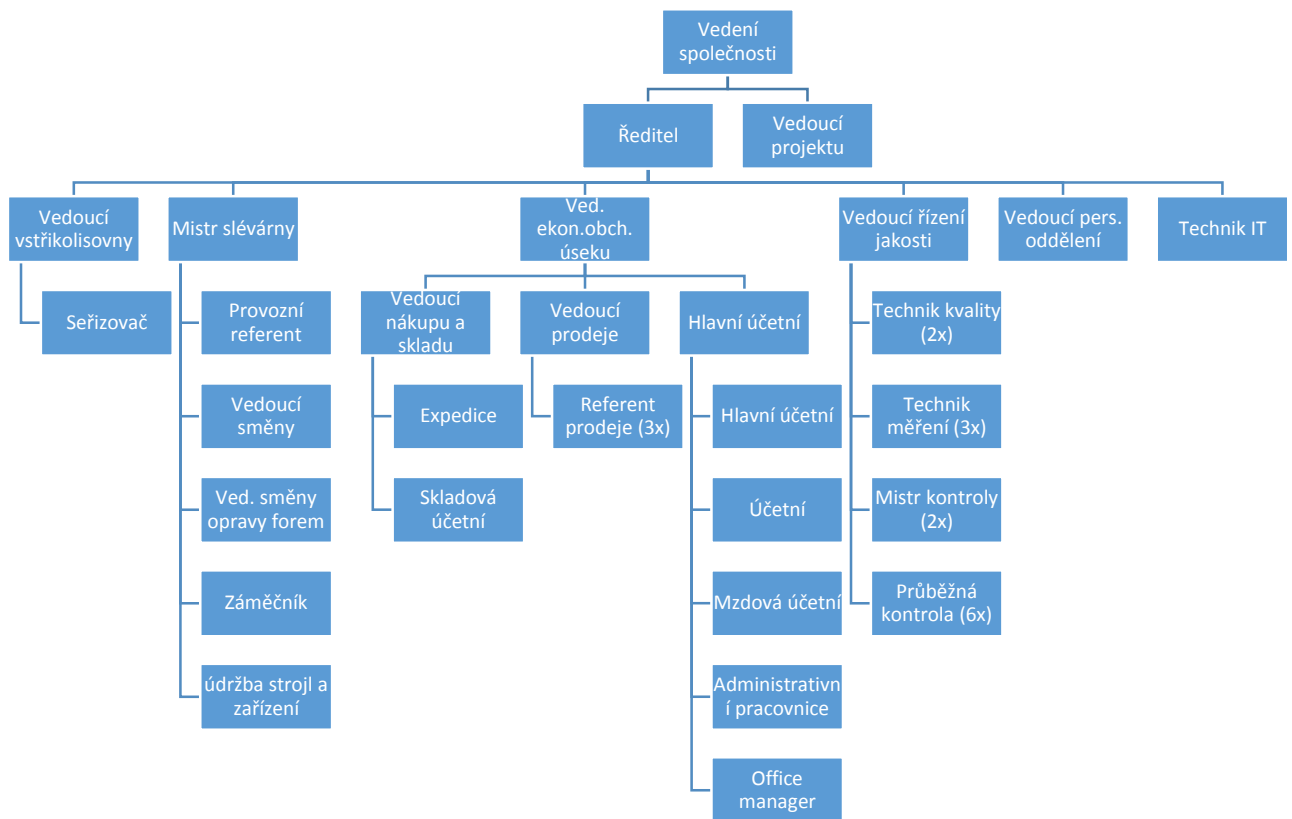
5.2 Certifikace

Firma byla od roku 2002 certifikována dle normy ISO TS 16 949:1999, v roce 2004 dle normy ISO TS 16949:2002 a návazně od roku 2010 dle normy ISO TS 16949:2009.

S aktuálním vydáním normy IATF 16949:2016 je plánovaná implementace nových požadavků do systémů managementu kvality.

Většina zákazníků v automobilovém průmyslu vyžaduje také certifikaci dle normy ISO 14001, jejíž zavedení firma plánuje na rok 2020.

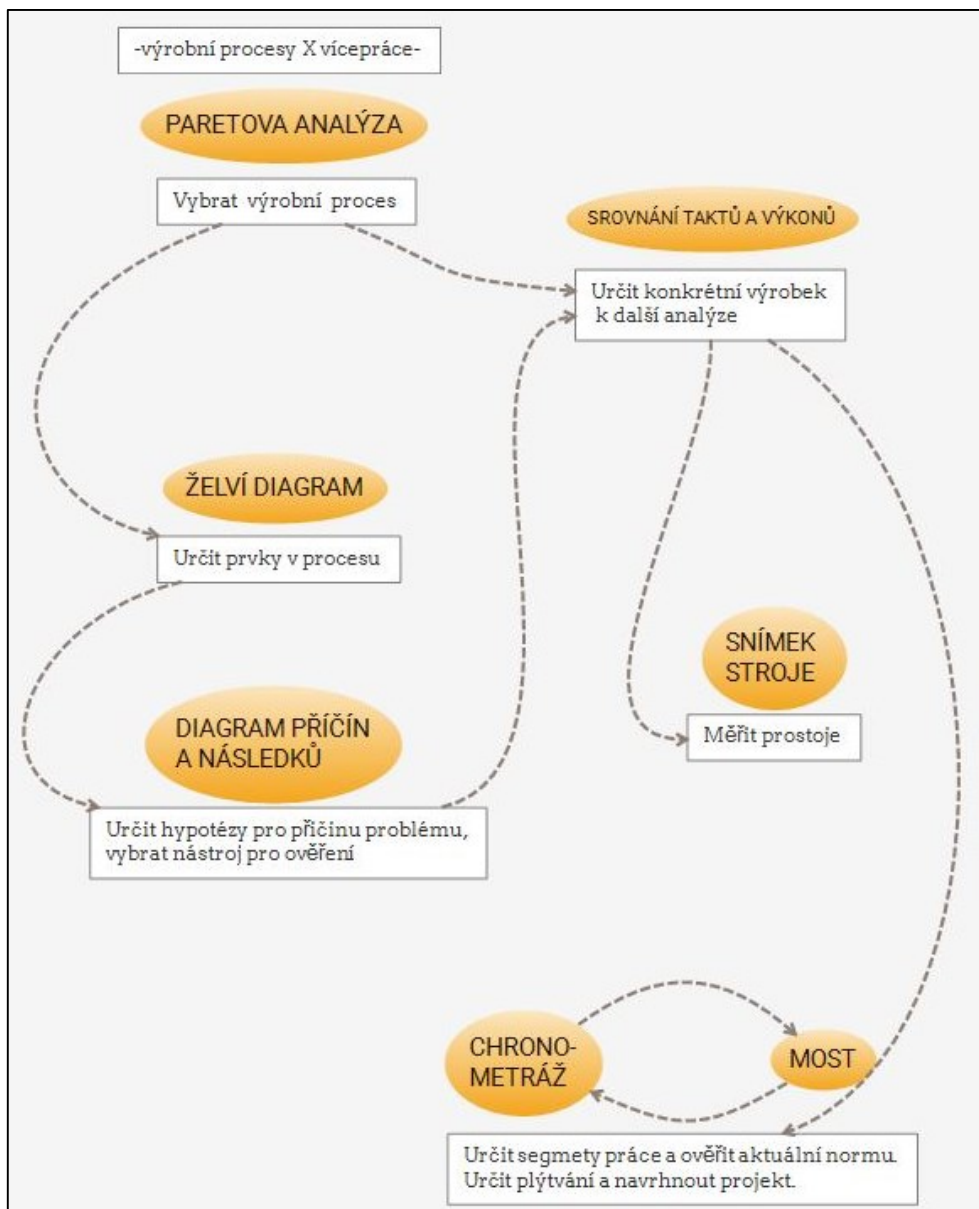
5.3 Organizační struktura



Obr. 18. Organizační schéma (vlastní zpracování)

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Na následujícím obrázku je znázorněn postup provedení analytické části práce včetně jednotlivých návazností, který vychází z přechozích kapitol. Postupně jsou aplikovány zvolené nástroje a metody, jejichž výsledky jsou průběžně v práci uváděny.



Obr. 19. Grafické znázornění analýzy současného stavu (vlastní zpracování)

6.1 Paretova analýza

Paretova analýza je aplikována na odhalení výrobních operací, ve kterých se nejvíce hodin spotřebuje na aktivity mimo normový čas. Tuto skutečnost je možné určit díky v současnosti

rozvíjenému informačnímu systému, do něhož každý zaměstnanec firmy každodenně nahlašuje vyrobené díly. Systém již sám vyhodnocuje, kolik hodin bylo prací stráveno a přidává informaci o normovaném čase.

Z informačního systému lze získat denní hlášení všech zaměstnanců za rok 2016 a tak vyhodnotit, ve které výrobní operaci bylo nejvíce hodin z nějakého důvodu spotřebováno nad rámec normovaného času. Důvodem k tomuto jevu mohlo být opravování vad, vytřídování zmetkových kusů, nadměrné seřizování strojů, nadměrný transport nebo i čekání.

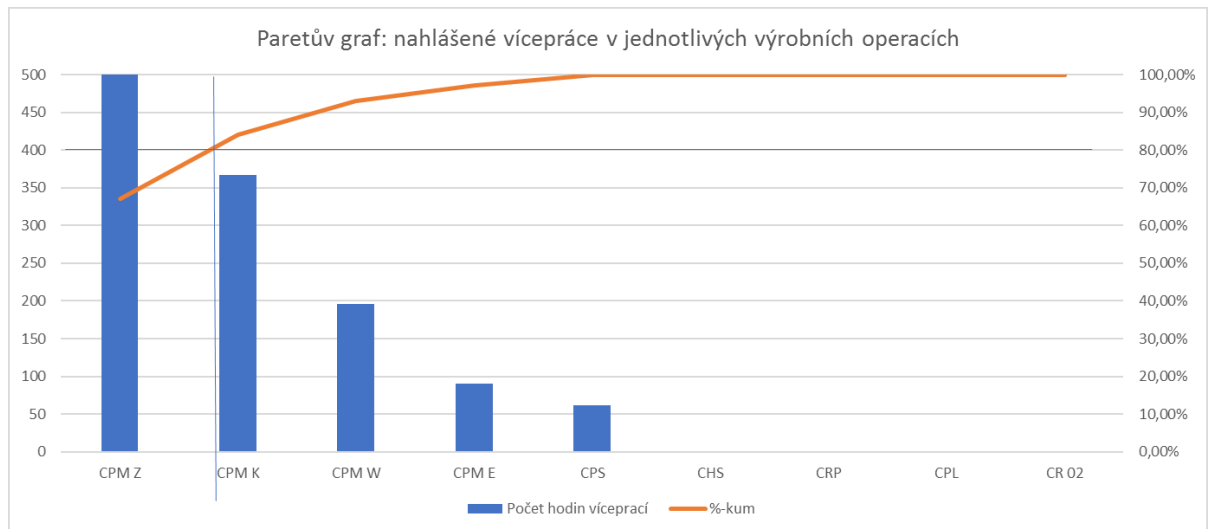
Jinými slovy po správném seřazení a uspořádání dat je k dispozici evidence, kolik hodin bylo proplýtváno. Seřazená data jsou uvedena v následující tabulce.

Tab. 1. Příprava pro Paretův graf (vlastní zpracování)

Firemní označení výrobní operace	Počet výrobních hodin celkem v roce 2016	Počet hodin vícepřací celkem v roce 2016	% z celku	%-kum
CPM Z	7589,28	1456	0,670	67,10%
CPM K	9656,19	367	0,169	84,01%
CPM W	5261,35	195,5	0,090	93,02%
CPM E	16550,25	90,5	0,041	97,19%
CPS	65277,85	61	0,028	100,00%
CHS	562,07	0	0	100,00%
CRP	10229,9	0	0	100,00%
CPL	18744,02	0	0	100,00%
CR 02	19,55	0	0	100,00%
Celkem		2170	1	

V prvním sloupci jsou zkrácené označení jednotlivých operací. CPM Z představuje CNC obrábění, CPM K jsou malé strojní operace jako vrtání závitů nebo laserování, CPM W je označení pro mytí.

Vyhodnocením prostřednictvím Paretova grafu je zobrazeno, kolik vykazuje každá výrobní operace spotřebovaných hodin nad rámec normovaného času a jaký má procentuální poměr v celkových hodinách víceprací.

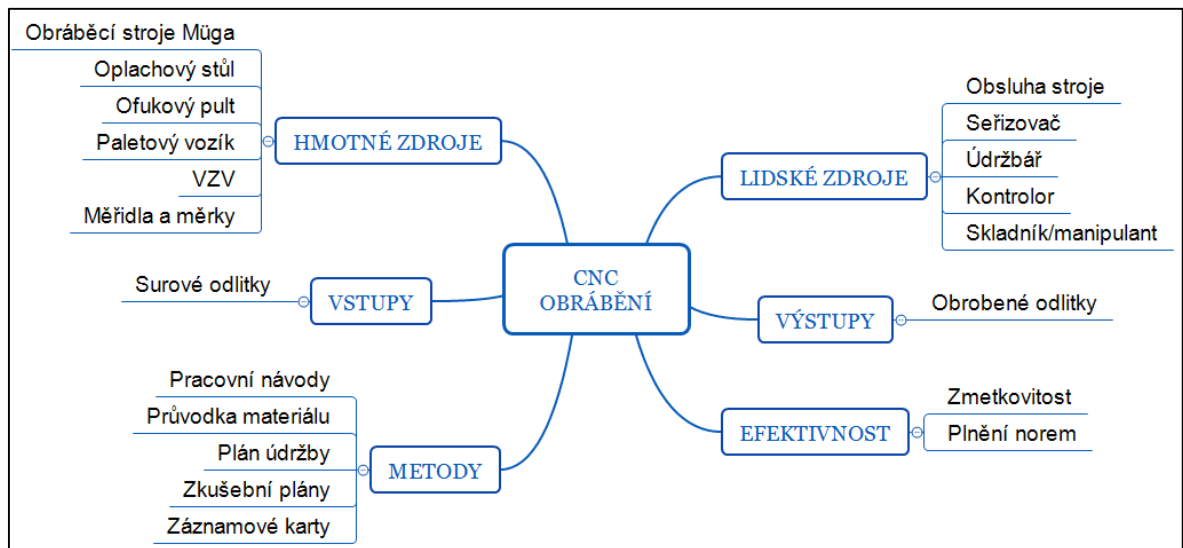


Graf 1 – Paretův graf nahlášených víceprací v jednotlivých výrobních operacích (vlastní zpracování)

Nejvíce spotřebovaného času nad rámec norem vykazuje středisko a zároveň výrobní operace CNC obrábění. Tato výrobní oblast je tímto vybrána pro další analýzu, protože její zlepšení bude mít největší vliv na celkový stav.

6.2 Želví diagram

Želví diagram je zvolen, protože se jedná o univerzální nástroj k popisu výrobního procesu nebo procesního kroku, který je hojně využíván v automobilovém průmyslu a je to nástroj jednoduchý a dostatečně vypovídající zároveň. Umožní určit činitele ve vybraném procesním kroku a zprostředkuje základní informace a představu o vazbách v něm, jako je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obr. 20. Želví diagram (vlastní zpracování)

Použitím diagramu jsou určeny vstupy a výstupy, hmotné a lidské zdroje, metriky a metody v procesním kroku CNC obrábění. Velmi nápadná je již „noha“ želvy s názvem efektivnost. Už nyní je jasné, že sledování a měření průběhu tohoto procesního kroku je na slabé úrovni. Údaje o zmetkovitosti se zapisují, ale k jejich vyhodnocení dochází jen v součtu všech výrobních operací a není tedy jasné, jakou zmetkovitost CNC obrábění vykazuje.

Podobné platí o dalších informacích, které by mluvili o stavu a efektivnosti této výrobní operace. Neevidují a nevyhodnocují se časy přetypování, seřizovací časy nebo prostoje. Nelze tedy říct, jaké jsou důvody tak vysokého počtu hodin nad rámec normovaného času.

Želví diagram poslouží i jako základ pro další krok analýzy, čímž je analýza příčin a následku.

6.3 Analýza příčin a následku – diagram rybí kosti

Analýza příčin a následků v podobě diagramu rybí kosti je známý nástroj na zlepšování kvality. Není limitován tím, že by musel být používán jen pro řešení neshod nebo výskytu vadných dílů. Je zde zvolen jako další krok analýzy, protože dokáže pomoci odhalit příčinnou souvislost a určit možné příčiny problému.

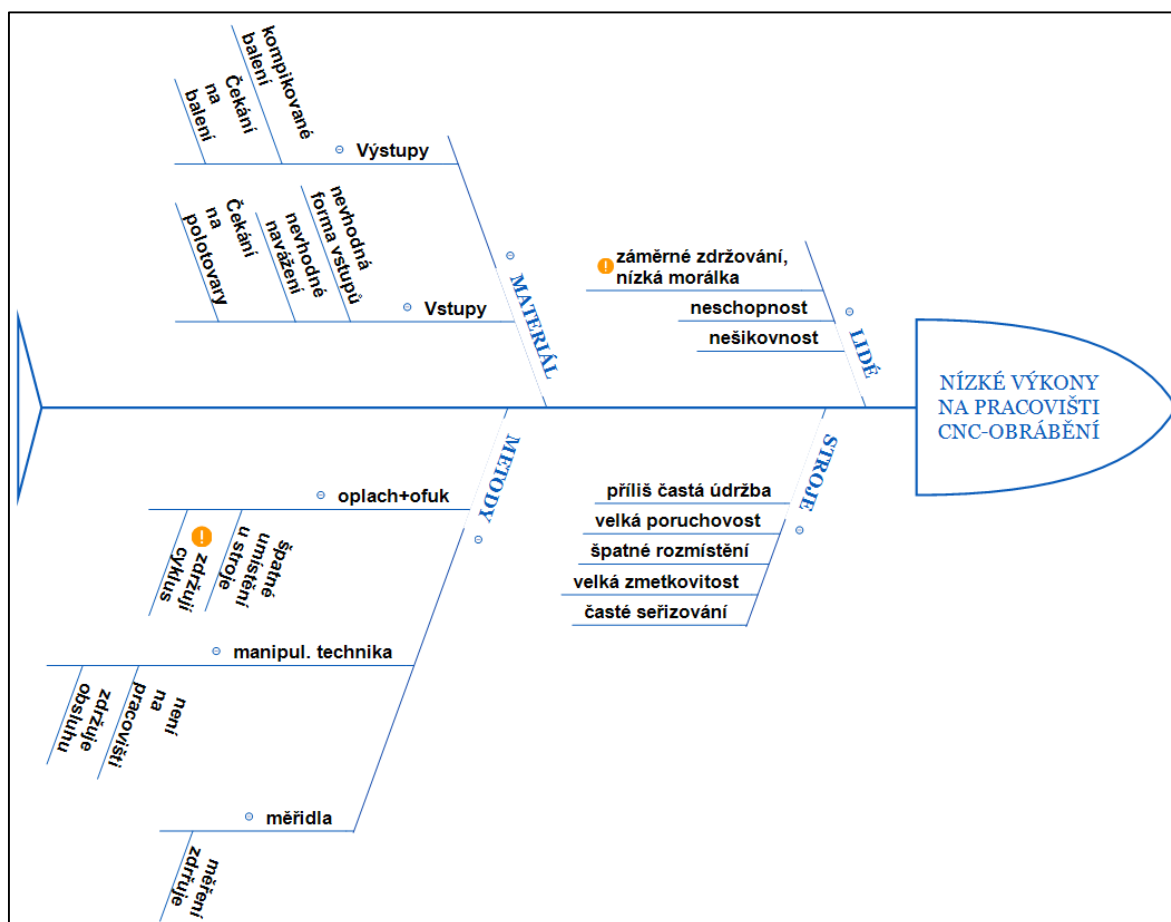
Je důležité si uvědomit, že hodiny nad rámec normovaného času znamenají vyšší časovou náročnost na výrobu, než bylo plánováno. Problém lze formulovat i jako nízké výkony na

pracovišti CNC obrábění. S touto formulací je dále pracováno a je také umístěna do rybí hlavy.

Ve skupině pomocí brainstormingu jsou určeny a poté přiřazeny do kategorií možné příčiny nízkých výkonů a nutnost delších časů na zpracování stanoveného množství.

Tým pro brainstorming a aplikaci tohoto nástroje tvoří:

- technik kvality junior
- technik kvality senior
- výrobní mistr
- seřizovač
- pracovník pro prodej a kalkulace



Obr. 21. Diagram příčin a následků (vlastní zpracování)

Jednotlivé příčiny jsou po ukončení brainstormingu v týmu uspořádány do jednotlivých čtyř hlavních skupin a každé z nich je týmově určena pravděpodobnost přímé příčinné souvislosti k definovanému problému v rybí hlavě.

Jako nejvíce pravděpodobné jsou označeny možné příčiny „záměrné zdržování, nízká morálka“ operátorů a „zdržující oplach a ofukování dílů“.

6.4 Analýza současné produktivity

6.4.1 Sběr dat k analýze produktivity

Dalším krokem analýzy je sběr dat, které pomohou stanovit, který konkrétní díl bude dále analyzován. Data jsou sbírána do vypracovaného formuláře, ve kterém jsou zaznamenány následující údaje:

- typ odlitku, příp. výrobová skupina
- datum měření
- obráběcí přípravek – popis
- čas cyklu stroje [s] – vypočtený jako průměr
- čas cyklu stroje – 5x naměřený
- poznámky – viditelná místa ke zlepšení, na první pohled patrná plýtvání
- výkon za směnu [ks] – zjištěný z informačního systému
- \emptyset výkon za směnu [ks] – vypočtený jako průměr

Jednotlivé vyplněné formuláře jsou uvedeny v přílohách (PŘÍLOHA P 2 - VÝROBNÍ DATA – SBÍRANÉ ÚDAJE 1-9)

6.4.2 Výpočet standardu produktivity a indexu produktivity

Nasbíraná data jsou umístěna do přehledové tabulky a následně je vypočítán teoretický standard produktivity z pohledu vyrobeného počtu kusů za směnu, který by platil za předpokladu, že čas cyklu stroje je zároveň časem cyklu operace. To znamená standard produktivity, ve kterém stroj nečeká na obsluhu, ale obsluha čeká na stroj nebo je stejně rychlá jako on. Stav, kdy jsou stroje plně využity a nevznikají prostoje.

Tab. 2. Výpočet ukazatelů produktivity (vlastní zpracování)

	ks / směna	ks / směna	%
--	------------	------------	---

Ozna- čení vý- robku	Standard produktivity "takt stroje = cyklus ope- race" Teoretický výkon za 400 minut (8x60 = jedna směna) - 40 minut čištění - 30 minut oběd - 10 minut navážení polo- tovarů	Skutečná produktivita	Index produktivity "čas cyklu stroje = čas cyklu operace"
A	118	73	61,78%
B	118	73	61,78%
C	2344	1440	61,45%
D	2344	1440	61,45%
E	2344	1440	61,45%
F	2344	1440	61,45%
G	656	558	85,06%
H	888	488	54,98%
I	446	365	81,87%
J	656	558	85,06%
K	852	619	72,68%
L	656	558	85,06%
M	309	218	70,60%
N	29	18	61,14%
O	29	18	61,14%
P	111	84	75,34%
Q	111	84	75,34%
Průměr			69,27%

Standard produktivity je vypočítán i s přestávkami na oběd, čištěním, časem pro dodatečnou manipulaci s polotovary a s přírážkami o velikosti 10 %.

6.4.3 Výpočet totální produktivity

Z informačního systému firmy lze zjistit, kolik kusů jednotlivých výrobků bylo prodáno v roce 2016. Ve výpočtu celkové produktivity jsou uvedeny údaje upraveny koeficientem, protože se jedná o citlivé údaje společnosti.

Tab. 3. Výpočet totální produktivity (vlastní zpracování)

průměrná přidaná cena obrobem	18 Kč
-------------------------------	-------

prodaných ks	382 214
celkový měřitelný výstup	6 879 852 Kč
náklady na pracovní sílu	2 125 440 Kč
kapitál – odpisy za CNC stroje	1 573 000 Kč
energie	2 579 945 Kč
náklady na technologii	200 000 Kč
celkový měřitelný vstup	6 478 385 Kč
totální produktivita	1,061970311

Totální produktivita je 1,06.

6.4.4 Určení výrobku k další analýze

Mezi jednotlivými výrobky existují výrobní skupiny, které jsou tvořeny obdobnými produkty. Liší se pouze popisem nebo nepárně geometrickým tvarem, ale nastavení obráběcích programů i metody práce jsou totožné. Tyto skupiny lze sloučit do sebe.

Skupina 1 – výrobek C, D, E a F

Skupina 2 – výrobek G, J a L

Zvláštní skupinu tvoří výrobky, které jsou „párové“, což znamená, že existuje zrcadlově odlišné provedení téhož dílu – tuto kombinaci lze najít na dílech A a B, M a N, P a Q. Ostatní výrobky jsou každý originál.

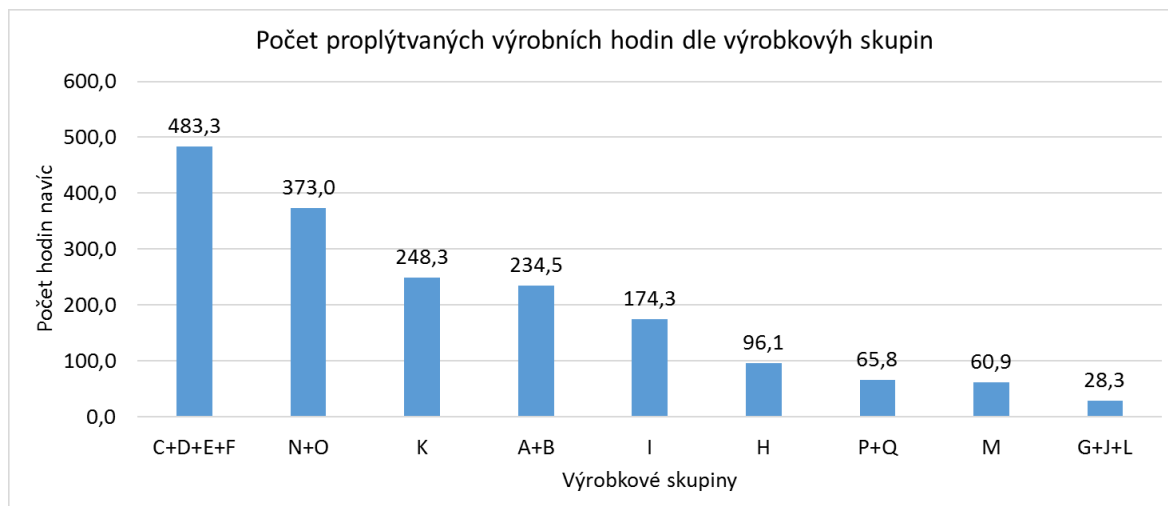
Sloučením nasbíraných dat o jednotlivých výrobcích a standardu a indexu produktivity vypočítaných výše je získána následující tabulka, která je také doplněna o výpočet proplývaných hodin.

Tab. 4. Přehled proplývaných nákladů (vlastní zpracování)

Označení výrobku	Počet centerm obsluhujících operátorů	Prodáno kusů v roce 2016	Index produktivity "takt stroje = cyklus operace"	Spotřebovaný čas (počet směn)	Teoreticky spotřebovaný čas, kdyby "takt=cyklus" (počet směn)	Proplývaný čas za rok v hodinách	Teoretický rozdíl v nákladech na pracovníky
A	1	2 799	61,78%	38	24	117,2	14 421 Kč
B	1	2 799	61,78%	38	24	117,2	14 421 Kč
C	2	12 284	61,45%	9	5	26,3	6 472 Kč
D	2	46 831	61,45%	33	20	100,3	24 675 Kč
E	2	150 972	61,45%	105	64	323,4	79 548 Kč
F	2	15 474	61,45%	11	7	33,1	8 153 Kč
G	1	693	85,06%	1	1	1,5	183 Kč
H	1	13 025	54,98%	27	15	96,1	11 823 Kč
I	1	43 874	81,87%	120	98	174,3	21 441 Kč
J	1	3 980	85,06%	7	6	8,5	1 048 Kč
K	1	70 314	72,68%	114	83	248,3	30 541 Kč
L	1	8 558	85,06%	15	13	18,3	2 254 Kč
M	1	5 649	70,60%	26	18	60,9	7 496 Kč
N	1	1 098	61,14%	61	37	189,6	23 324 Kč
O	1	1 062	61,14%	59	36	183,4	22 559 Kč
P	1	1 401	75,34%	17	13	32,9	4 048 Kč
Q	1	1 401	75,34%	17	13	32,9	4 048 Kč
Průměr/celkem		382 214	69,27%	697	476	1764	276 455 Kč

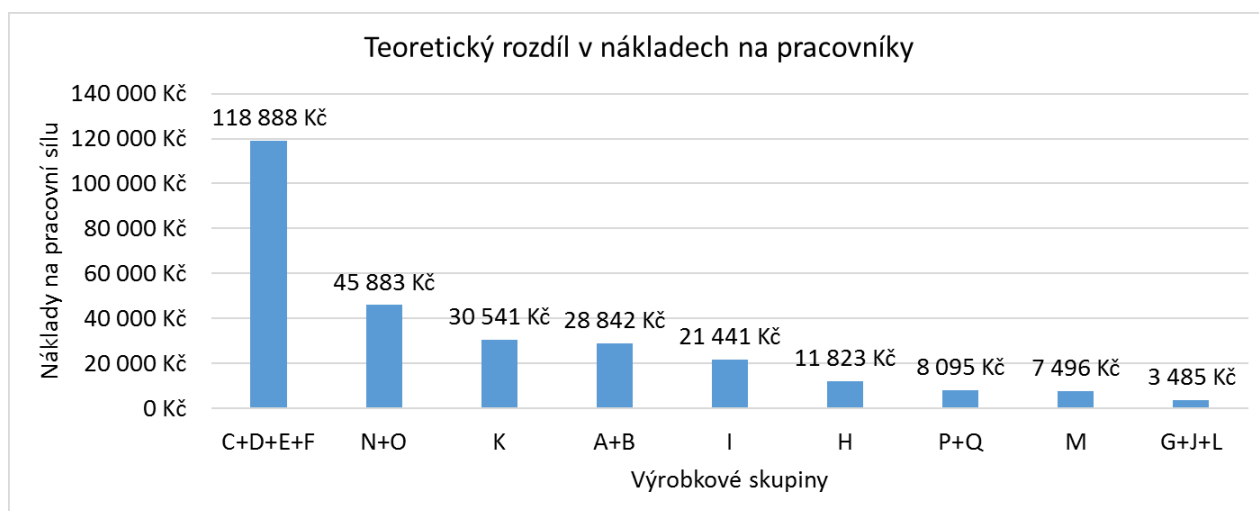
Kompletní tabulka je uvedena v přílohách (PŘÍLOHA P 1 - VYHODNOCENÍ NASBÍRANÝCH DAT – ANALÝZA PRŮMĚRNÝCH VÝKONŮ VZHLEDEM K ČASU CYKLU STROJE).

Získaná data lze zobrazit i grafickou formou, ve které jsou již výrobní skupiny sloučeny do odpovídacích skupin, jak je uvedeno na následujícím grafu.



Graf 2. Počet proplývaných hodin dle výrobních skupin (vlastní zpracování)

Informace o teoreticky proplývaných hodinách lze přetransformovat i do nákladů na pracovníky, jak ukazuje následující graf.



Graf 3. Rozdíl v nákladech na pracovníky (vlastní zpracování)

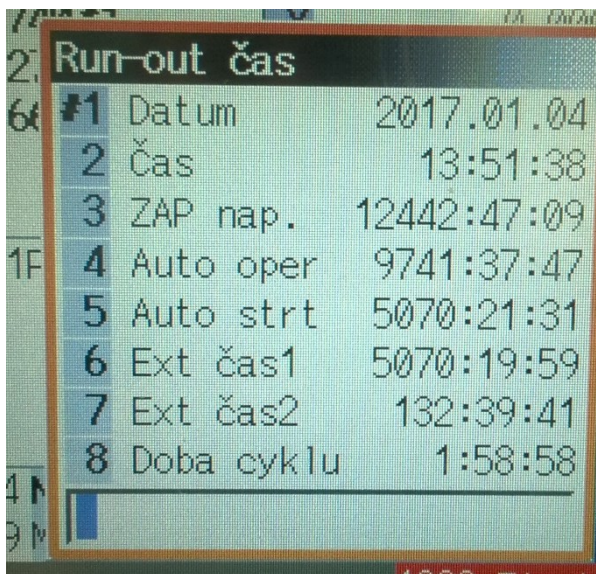
Z výše uvedených grafů vyplývá výrobní skupina k další analýze. Výrobků C, D, E a F bylo dohromady prodáno 225 561 kusů za rok 2016, k čemuž bylo spotřebováno 157 směn a teoreticky mohlo být spotřebováno 87 směn. To činí rozdíl 483 hodin a 118 849 Kč na mzdových nákladech na pracovníky.

Tato výrobní skupina se stává nadále hlavním bodem další analýzy.

6.5 Analýza konkrétního výrobku

6.5.1 Časový snímek stroje

Pro časový snímek stroje, který poskytne informace o průběhu výroby zvolené výrobní skupiny, je využito integrovaného počítačového systému v CNC stroji. Počítadlo je znázorněno na následujícím obrázku.



Run-out čas		
#1	Datum	2017.01.04
2	Čas	13:51:38
3	ZAP nap.	12442:47:09
4	Auto oper	9741:37:47
5	Auto strt	5070:21:31
6	Ext čas1	5070:19:59
7	Ext čas2	132:39:41
8	Doba cyklu	1:58:58

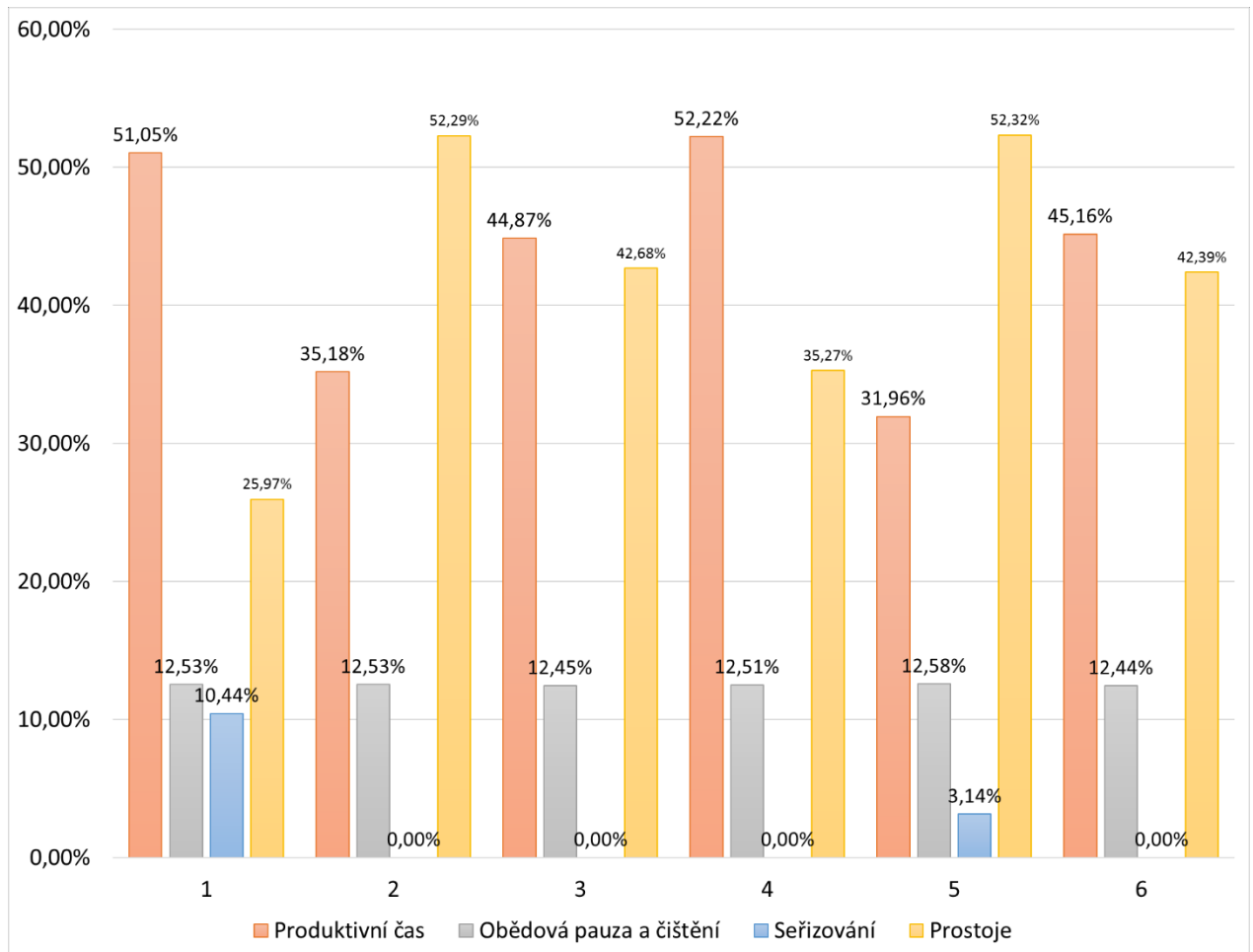
Obr. 22. Počítadlo CNC stroje (vlastní zpracování)

CNC stroj automaticky počítá čas, po který je spuštěn a čas, po který se nachází ve výrobním cyklu. Pro vypovídající časový snímek stroje je provedeno 7 odečtení hodnot z displeje stroje, které pokrývají 6 za sebou jdoucích směn a které jsou zaznamenány do následující tabulky.

Tab. 5. Odečtené hodnoty pro časový snímek stroje (vlastní zpracování)

Datum	03.01.20 17	03.01.20 17	03.01.20 17	04.01.20 17	04.01.20 17	04.01.20 17	05.01.20 17
Čas	6:01	14:01	22:00	6:01	14:02	21:58	6:00
(3) Doba zapnutého stroje	2410:47: 57	2418:46: 45	2426:46: 02	2434:48: 30	2442:47: 09	2450:44: 18	2458:46: 30
(5) Doba ve výrobním cyklu	5055:41: 55	5059:46: 22	5062:34: 47	5066:11: 03	5070:21: 31	5072:54: 00	5076:31: 47

Při střídání směn je získaná informace od seřizovače, kolik času bylo stráveno na seřizování a případně pro odstraňování poruch. Spolu se známou délkou obědové pauzy a doby vyhrazené pro čištění jsou výsledná data vyhodnocená v následujícím grafu.



Graf 4. Vyhodnocení časových snímků stroje (vlastní zpracování)

Na směně číslo 4 (viz graf) bylo vyrobeno 1488 ks, což odpovídá dlouhodobému průměru 1440 ks, který byl zjištěn při sběru dat a je uveden v přílohách. Při této směně stroj 250 minut pracuje (52,22%), 30 minut nevyrobí díky obědové pauze a 40 minut je čištěn (12,51%) a 160 minut jeho času tvoří prostoje (35,27%). Toto číselné vyjádření odpovídá současnému stavu při výrobě výrobkové skupiny C, D, E a F.

Jednotlivé snímky stroje jsou uvedeny v přílohách (PŘÍLOHA P 3 - ČASOVÝ SNÍMEK STROJE 1-6).

6.5.2 Parciální produktivita výrobního zařízení

PP = měřitelný výstup / 1 třída měřitelného vstupu

PP = počet ks za směnu / čas stroje v provozu za směnu

PP = 1440/8

PP = 180 ks na hodinu stroje v provozu

6.5.3 Chronometráž

Jaký je důvod k potřebě většího množství času na výrobu daného množství dílů a proč má obráběcí stroj tak výrazné prostoje identifikuje analýza přímým měřením. Cílem chronometráže zde je ověřit aktuální pracovní normu a odpovědět tak na otázku, zda je vůbec možné vyrábět a stíhat předepsaná množství ve stanovených časech. Závěry chronometráž následně srovnány s analýzou metodou Basic MOST. Chronometráž je provedena u dvou operátorů, kteří se podílejí na obrábění výrobku E. První operátor obsluhuje stroj a zakládá a vyjímá kusy. Druhý operátor provádí oplach, ofouknutí díl stlačeným vzduchem, vizuální kontrolu a balení kusů.

Aktuálně je stanovena norma 1600 kusů za směnu, tohoto výkonu se však dlouhodobě nedosahuje. Slabým místem je fakt, že výrobní mistři tuto skutečnost přehlížejí a obsluze přiznávají prémiové mzdové ukazatele navzdory neplnění výkonové normy. To je jeden z důvodů normu přezkoumat a zjistit, zda operátoři normu plnit nechtějí nebo nemohou.

Přímým měřením s kalkulovaným časem 400 minut (480 minut čas směny – 30 minut oběd – 40 minut čištění – 10 minut manipulace s polotovary) a přírážkami 10 % byla operátorovi číslo 1 stanovena norma 1762 kusů za směnu a operátorovi číslo 2 norma 1481 kusů za směnu. Nutno podotknout, že cyklus stroje je kratší než cyklus práce operátora 1 o 10 vteřin, což svědčí o tom, že činnosti operátora nejsou přizpůsobeny činnosti stroje tak, aby byl stroj maximálně vytížený.

Je očividné, že dlouhodobý výkonový průměr odpovídá pomalejšímu z operátorů. Nicméně za předpokladu vzájemné kooperace obou operátorů se aktuální norma 1600 kusů za směnu jeví jako reálná. Přesto stanovit časovou normu jako průměr mezi rychlejším a pomalejším operátorem není vhodné řešení už jen z toho důvodu, že postrádá standardizaci práce a je kompromisem s nejasným rozdělení činností.

Dle analýzy možných příčin a následku lze nyní konstatovat, že hlavní příčinou nízkých výkonů jsou doprovodné činnosti a sice oplachování dílů, jejich ofukování, kontrola a balení.

Již při zaznamenávání chronometráže jsou patrné elementy práce, které neprobíhají zcela efektivně, například cesta operátora 1 k oplachové síťce vzdálené tři kroky od stroje, kam pokládá kusy po obrobení. S každým obráběcím cyklem dělá operátor 1 šest kroků, což za jednu směnu při kalkulovaném výkonu 400 cyklů/směna představuje 2400 kroků

Chronometráže obou operátorů jsou uvedeny v přílohách (PŘÍLOHA P 4 - CHRONOMETRÁŽ 1-2)

6.5.4 Basic MOST

Pomocí nástroje Basic MOST je ověřen předchozí výpočet časové náročnosti operací a jednotlivých dílčích úkolů stanovených pomocí chronometráže. S přírůžkami 10% a časovým fondem 400 minut byla operátorovi číslo 1 vypočtena norma 1764 kusů za směnu a operátorovi číslo 2 norma 1425 kusů za směnu, což potvrzuje výpočet z přímého měření práce.

Kompletní analýzy MOST za současného stavu obou operátorů jsou uvedeny v přílohách (PŘÍLOHA P 5 - MOST – 1-).

7 ZÁVĚRY ANALÝZY A NÁVRHY ZLEPŠENÍ

Zjištěné problémy a návrhy jejich řešení:

1. Paretova analýza, využití informačního systému
 - 1.1. Obsáhlá evidence prací v informačním systému. Nenaplněným potenciálem zůstává např. nahlašování seřizování, které by umožnilo sledovat seřizovací časy, respektive časy přetypování. Zlepšením současné evidence zmetkových kusů a využití potenciálu nahlašování přetypování/seřizování by pak mohlo vést ke sledování ukazatele OEE (Overall Equipment Efficiency = výkon x dostupnost x kvalita).
 - 1.2. Firma postrádá správné nastavení zodpovědností za procesní operace, které by předcházelo tak velkým výkyvům v neplnění pracovních norem. Možným řešením je stanovení odpovídajícího KPI a přizpůsobení současného stavu informačního systému k pravidelnému jednoduchému reportování. Podobným řešením by bylo přidělení funkce jakéhosi procesního kontrola, který by tato data vyhodnocoval a snažil se včas řešit, čímž by předešel zbytečným ztrátám, které jsou zde přítomné.
2. Želví diagram
 - 2.1. Silné „želví“ nohy v lidských a hmotných zdrojích bojují se slabými nohami měření efektivnosti a metodami práce.
 - 2.2. Měření efektivnosti by mělo být posíleno. Měla by být vyhodnocována zmetkovitost pro středisko obrábění a měly by být sledovány prostoje a tím pádem využitelnost strojů. Nasazené stroje Müga mají možnost online sledování přes síť a oficiální PC software, který by reportoval aktuální situaci a prostoje. Méně sofistikovaný způsob záznamu prostojů do záznamové karty, která by sloužila k vyhodnocení zakázky po jejím skončení např. i s vyhodnocením zmetkovitosti, taky může být provedeno elegantně a účelně. Nicméně využití současného informačního systému případně v kombinaci právě s oficiálním softwarem může nastartovat potřebný monitoring, který je předpokladem dalšího zlepšování.
 - 2.3. Popis práce a pracovní návodky by měly být lépe zpracovány už z toho důvodu, aby přinesly standardizaci práce a vyhnuly se aktuální situaci, ve které stejný výrobek je zpracováván různými styly v závislosti na tom, co je kterému pracovníkovi pohodlnější.
3. Analýza příčin a následků

- 3.1. Hlavní příčinou nízkých výkonů jsou doprovodné činnosti jako je balení, ofukování, kontrola a balení. Lze očekávat, že je tato souvislost vlastní všem ostatním výrobkům. Přezkoumání všech norem je na místě.
4. Analýza taktu stroje a výkonů, sběr dat
 - 4.1. Nízké využití strojů a výrazné prostoje. Prostoje za rok 2016 byly vypočítán na 1764 hodin, což odpovídá 3,5 měsícům provozu stroje na třísměnný provoz.
 - 4.2. Při sběru dat byly patrné ergonomických chyby a neefektivnosti. Podnět ke zlepšení, který však nebude v práci dále řešen, vyvstává například při pozorování výroby dílu A a B, kdy stroj čeká, až obsluha strhne hrany otvorů, ačkoliv je ten samý stoj může srazit strojně za kratší dobu, vždy stejně, a hlavně bez námahy zápeští obsluhy, jež je tímto zbytečně a velmi výrazně zatěžováno.
 - 4.3. Možná zlepšení byla často při sběru dat ihned zjištělná, např. při výrobě dílu K jsou o 3 vteřiny rozdílné časy pro jednu a druhou stranu obráběcího stolu, a tak je stroj celkově o 5 % pomalejší, než by mohl být. Při výrobě dílu H obsluhu velmi zaměstnává měření dílů a dokumentování hodnot, zde přichází v úvahu měřicí stanice s automatickým zaznamenáváním hodnot nebo měření na dostupném 3D souřadnicovém stroji, které by vykonával dostupný kontrolor.
 - 4.4. Výrobek s nejnižší produktivitou a největším počtem proplývaných hodin je výrobek E. Ten s dalšími třemi výrobky tvoří výrobovou skupinu, která je zpracována za totožných podmínek. V úvahu pro zlepšení stavu přichází uspořádání pracoviště do buňky, zvýšení počtu operátorů, nebo jednoduchá automatizace.
5. Časový snímek stroje
 - 5.1. Byly potvrzeny relativně velké prostoje stroje v průměru kolem 30 % dostupného časového fondu při výrobě výrobku E.
6. Chronometráž a Basic MOST
 - 6.1. Přezkoumání výkonových norem výrobku E přímým měřením ukázalo oprávněnost k nízkým výkonům a metoda MOST toto měření potvrdila.
 - 6.2. Nízké výkony jsou zapříčiněny operátorem 2 a jeho činnostmi (opláchnutí, ofukování, kontrola, balení), které jsou časově náročnější než čas stroje a představují úzké místo. Stroj vykazuje z tohoto důvodu vysoké prostoje. Nicméně i činnosti operátora 1 jsou časově náročnější než čas cyklu stroje. Zjištěná plýtvání však naznačují, že cyklus operátora lze zkrátit.

Pomocí analytických metod byla odhalena výrobní operace ve firmě, ve které je nejvíce hodin spotřebováno nad rámec kalkulovaných časů. V této výrobní operaci byl určen výrobek s nejnižší produktivitou a největšími ztrátami vzhledem k požadovanému stavu. Po přezkoumání práce a její sekvenci bylo zjištěno, že aktuální norma není spolehlivě dosažitelná a také byla odhalena skutečností, proč tomu tak je.

7.1 Matice priorit

Navržená zlepšení jsou umístěna do následující matice priorit podle významnosti jejich přínosu a časové náročnosti.

Tab. 6. Matice priorit pro rozhodnutí o opatřeních (vlastní zpracování)

Rozčlenění navrhovaných opatření		Přínos		
		Vysoký	Střední	Nízký
Časová náročnost	Vysoká		1.1.	2.3.
	Střední	4.1./4.4	1.2 2.2.	
	Nízká			4.3.

Nejdříve je správně pracováno s opatřeními, které mají největší přínos a nejmenší časovou náročnost. Proto pro další pokračování práce je zvoleno jako hlavní opatření zlepšení průběhu práce při výrobě dílu „E“ tak, aby bylo zlepšeno využití stroje. Cílový stav je tedy takové rozložení činností mezi dva současné operátory, při kterém stroj bude úzkým místem, jemuž bude přizpůsobena činnost operátorů. Tento úkol je řešen dál v projektové části.

	Zaslat po- ptávku na sušicí pás	KT 11 / 2017	1				X											
	Spočítat ná- klady na ofukovací stanici	KT 12 / 2017	1					X										
	Provést ana- lýzu rizik	KT 13 / 2017	1						X									
	Analýza ná- kladů a vý- počet ROI	KT 15 / 2017	1							X								
Im- ple- men- tace	Prezentovat projekt ve- dení firmy	KT 16 / 2017	2								X	X						
	Objednat zařízení	KT 18 / 2017	1											X				
	Instalovat zařízení	KT 21 / 2017	1														X	
Pře- dání a cel- kové hod- no- cení	Zkušební výroba	KT 22 / 2017	1															X
	Vyhodno- cení splnění cílů projektu	KT 22 / 2017	1															X

Projekt je ohraničen časovým úsekem a má stanovený začátek a konec. Je rozdělen do čtyř fází:

- příprava
- plánování a zdroje
- implementace
- předání a celkové hodnocení

V plánu je zahrnuto celkem 15 úkonů a celkové trvání projektu je 14 týdnů.

8.3 Analýza rizik

Nejzávažnějších rizika jsou vyhodnocena v následující tabulce.

Každá zjištěná hrozba byla ohodnocena

- Pravděpodobností hrozby
 - o 1 – malá
 - o 3 – střední
 - o 9 – velká
- Hodnocení dopadu

- 1 – malý
 - 3 – střední
 - 9 – velký
- Hodnota rizika jako součin pravděpodobnosti hrozby a hodnocením dopadu, opatření byla přijata tam, kde hodnota rizika přesáhla hodnotu 8

Tab. 9. Analýza rizik projektu (vlastní zpracování)

Hrozba	Důsledky	pravděpodobnost hrozby	hodnocení dopadu	Hodnota rizika	Opatření
Špatně provedená analýza současného stavu a kalkulace rozpočtu projektu	Příliš dlouhá doba návratnosti projektu	1	3	3	bez opatření
Sušící pás se nevléze na pracoviště	Nutné přepracování rozmístění	1	6	6	bez opatření
Nakupované zboží dodáno pozdě	Celkové prodloužení trvání projektu	3	3	9	Upravit časový plán projektu a umístit do něj časovou rezervu
Vedení firmy se nebude projekt líbit	Vedením firmy zamítnutý projekt	3	9	27	Průběžná konzultace se zástupcem organizace
Požadovaný budoucí stav po přijmutí opatření nebude dosažen	Delší doba návratnosti projektu	3	3	9	Přezkoumání výpočtu dle MOST nezávislou osobou

8.4 Možné způsoby zvýšení produktivity

Jako první krok, společný pro všechna řešení, je zapotřebí zkrátit činnosti, které vykonává operátor 1, pod čas taktu obráběcího stroje. Tj. z 46,5 s na 37,22 s.

Možnosti, jak toho docílit, jsou následující opatření:

1. Změnou ovládání upínání dílů na tlačítko – úprava stroje (za současného stavu se upíná pedálem při zavřených dveřích, který není stabilní na pracovišti a je na něm zapotřebí cca 2 s stát, na tlačítko přímo na stroji, které stačí stisknout při zavřených dveřích)
2. Přiblížením odkládacího místa obrobených odlitek na dosah ruky (za současného stavu je místo 3 kroky od operátora)
3. Změnou odkládání dílů na volnou plochu (za současného stavu je skládá a rovná do oplachového koše)
4. Změnou kontroly správnosti založení dílu – po dvou (za současného stavu kontroluje po jednom)

Bod 1 dokáže realizovat dodavatel stroje a dle konzultace s technikem se jedná o běžné řešení. Bod 2 a 3 lze uskutečnit tak, že bude obsluha odkládat odlitky na krátký dopravníkový pás nebo odkládací stůl ve své blízkosti. Bod 4 lze realizovat okamžitě. Těmito opatřeními se dostáváme pod hranici 37 s. Tento stav je simulován v analýze MOST po zavedení zlepšení, která je uvedena v přílohách (PŘÍLOHA P 6 - MOST PO OPTIMALIZACI PRACOVIŠTĚ – 1 - 2)

Je však nutné zlepšit průběh práce obou operátorů. Zvážit lze následující řešení.

8.4.1 Uspořádání do buňky, Yamazumi chart

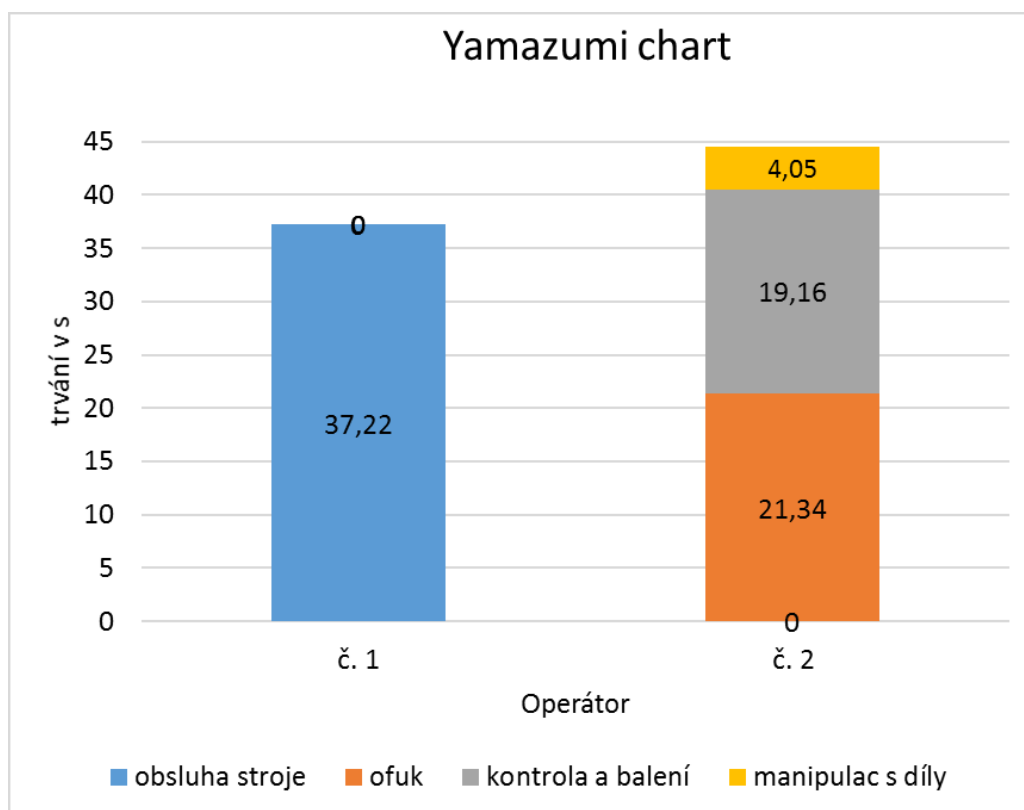
V úvahu přichází uspořádání pracoviště do buňky o dvou operátorech. Je známo, že čas taktu je 37,22 s a že operátor 1 bude mít kratší trvání svých činností a nebude zapříčínovat prostoje stroje. To znamená, že pokud je uvažováno uspořádání do buňky, musí operátor 2 stihnout své operace za kratší dobu než 37,22 s.

Z přímého měření i analýzy MOST vyplývá, že ofouknutí dílů, kontrola a balení čtyř dílů trvá přibližně 45 s. To znamená, že při rychlosti 4 kusů každých 37,22 s by operátor 2 nestačil operátorovi 1, protože by potřeboval 45 s na své činnosti a byl tak o 7,78 s pomalejší ve svých činnostech než operátor 1.

Pro jednoduché znázornění lze situaci zaznamenat do jednoduché Yamazumi chart, ve které je zohledněn také čas na manipulaci s díly.

Tab. 10. Příprava pro Yamazumi chart (vlastní zpracování)

Operátor	Činnost	Trvání v s
č. 1	obsluha stroje	37,22
č. 2	ofuk	21,34
č. 2	kontrola a balení	19,16
č. 2	manipulace s díly	4,05



Graf 5. Yamazumi graf (vlastní zpracování)

Protože uspořádáním do buňky by úzkým místem zůstal operátor 2 a stroj by nebyl plně vytížen, řešení formou buňky o dvou operátorech není vhodné.

8.4.2 Zvýšení počtu operátorů, kalkulace ekonomičnosti

Splněním zadaného cíle bude ušetřeno ročně 483 hodin a 118 849 Kč na mzdových nákladech ročně. Pokud by byl zvýšen počet operátorů na tři, respektive byl přidán operátor k operátorovi 2, mzdový náklad by byl ušetřen méně výrazně. Pro kalkulaci výpočtu je uveden výpočet pro rok 2016 níže.

Tab. 11. Kalkulace nasazení dodatečného operátora v roce 2016 (vlastní zpracování)

Výro- bek	spotřebova- ných směn	spotřebova- ných hodin	teoreticky spotřebova- ných směn	teoreticky spotřebova- ných hodin	proplýva- ných hodin
C	8,5	68,2	5,2	41,9	26,3
D	32,5	260,2	20,0	159,9	100,3
E	104,8	838,7	64,4	515,4	323,4
F	10,7	86,0	6,6	52,8	33,1
	Celkem	1253,1		770,0	483,1

Přidáním operátora by bylo ušetřeno 483,1 výrobních hodin, ale zároveň by mu muselo být vyplacena mzda za 770 hodin. To by představovalo celkovou ztrátu 35 162 Kč ročně na mzdových nákladech. Nicméně uvolněná kapacita stroje v podobě 483 hodin za rok by mohla být využita pro navýšení výroby jiného druhu výrobku, což by při kalkulované hodinové ziskovosti střediska CNC obrábění přineslo zisk přibližně 90 000 Kč ročně. Celkově by toto řešení tedy přineslo roční zisk 54 832 Kč.

8.4.3 Automatizace jednoduchých činností

Lze uvažovat zařízení, které stojí na dosah operátorovi 1 i 2. Operátor 1 do něj vkládá výrobky po obrobení a operátorovi 2 na druhé straně přichází výrobky připravené k balení. Operátorovi 2 zbývá díly jen prohlédnout a zabalit do bedny.

Za takového stavu by odpadla operátorovi 2 velká část práce a dostal by se na teoretický výkon 3057 kusů za směnu. Nutným opatřením by bylo přizpůsobení pracoviště. Operátor 2 by získal dostatek prostoru a času na manipulaci s polotovary a tím pádem by šlo změnit počítaný dostupný časový fond za směnu z 400 na 410 minut. V takovém případě by byl dosažen celkový výkon pracoviště 2400 kusů za směnu.

Takové opatření přinese uvolnění kapacity pro jiné výrobky a z toho vyplývající zisk přibližně 90 000 Kč ročně, jak vypočítáno výše. Dále ušetří 483 výrobních hodin, a tedy mzdové náklady na dva operátory ve výši 118 849 Kč. Od celkového výnosu tohoto opatření, tedy přibližně 208 000 je však nutno odečíst náklady na změnu podoby pracoviště, kterou lze odhadnout na 100 000 Kč.

8.4.4 Rozhodnutí o způsobu, matice priorit

Výše uvedená popsaná řešení jsou umístěna do následující matice priorit.

Tab. 12. Matice priorit po rozhodnutí o způsobu řešení projektu (vlastní zpracování)

Rozčlenění navrhova- ných opatření	Přínos / stupeň plnění zadaného cíle		
	Vysoký	Střední	Nízký nebo žádný
	8.2.2.	8.2.3.	8.2.1.

Je třeba pracovat s opatřeními, které mají největší přínos a nejlépe splní stanovený cíl. Proto z výše uvedených bude dále pracováno s možností poslední, a to zavedení automatizace jednoduchých činností.

8.5 Popis projektu

V této kapitole je rozpracován popis projektu a upřesnění podoby zvoleného opatření, tedy jednoduché automatizace.

8.5.1 Vstup a výstup z automatizace

Zadáním pro podobu automatizace je budoucí stav, ve kterém operátor 1 položí na pás nebo podobné zařízení mokré díly ihned po ukončení jednoho cyklu stroje a operátor 2 naopak dostane suché díly zbavené nečistot připravené k balení.

Byl proveden test: Byly odebrány čtyři vzorky operátorovi 1 ihned poté, co je vyjmul ze stroje. Jejich vzhled je vyobrazen na následujících obrázcích.



Obr. 23. Fotka 1 právě vyjmutých dílů (vlastní zpracování)



Obr. 24. Fotka 2 právě vyjmutých dílů (vlastní zpracování)

Díly byly dle očekávání mokré od řezné emulze a na jedné straně byly vidět malé špony. Protože díly musí být baleny v suchém stavu, kterého v současnosti operátor 2 dosahuje důkladným ofoukáváním dílu stlačeným vzduchem, bylo využito přítomnosti průběžného sušicího pásu ve firmě k pokusu, který simuluje jiné dosáhnutí požadovaného stavu dílu pomocí automatizace. Díly byly vystavené sušení na páse teplým vzduchem po dobu pěti minut.

Po provedeném testu lze konstatovat, že automatický průběžný sušicí pás dokáže díly zbavit vlhkosti stejně dobře, jako stlačený vzduch.

Před samotným ofouknutím dílu, jeho kontrolou a balením provádí operátor 2 ještě oplachování dílů v kádi s vodou, aby byly díly zbaveny špon, které na nich ulpěly při obrábění. Lze konstatovat, že část špon se z dílů smyje a část na nich zůstává. Nesmyté špony jsou z povrchu dílů odstraněny zmíněným stlačeným vzduchem.

Množství špon na dílech po usušení v automatickém sušícím pásu dokládá následující obrázek.



Obr. 25. Celkové špony na dílech (vlastní zpracování)

Množství špon na dílech je po usušení velmi malé, přesto je třeba tyto nečistoty z dílů před zabalením odstranit. Ofukování dílů stlačeným vzduchem musí tedy zůstat součástí provádění práce. Pro úplnost je nutno uvést, že z pohledu mastnoty odpovídají díly usušené dílům opláchnutým.

8.5.2 Návrh automatizace

Ideálním řešením by bylo zařízení, které stojí na dosah operátorovi 1 i 2. Operátor 1 do něj vkládá výrobky po obrobení a operátorovi 2 na druhé straně přichází výrobky připravené k balení.

Takové zařízení by v sobě mělo integrováno sušení teplým vzduchem a následně trysky, které by díly ofoukly tlakovým vzduchem. Ačkoliv takové zařízení má mnoho výhod a pomocí něho bychom dokonale splnili cíl projektu, má i své nevýhody:

- jedná se o nestandardní řešení – po průzkumu dostupných zařízení na internetových stránkách různých výrobců a navštívení dvou firem zabývajících se obráběním, lze tvrdit, že nebyl nalezen podobný produkt na trhu. Z toho vyplývá, že pro zhotovení zařízení by musela být oslovena externí firma se zvláštní zakázkou
- složitost zařízení vyžaduje vyšší kompetenční úroveň uživatelů, respektive seřizovačů, z hlediska používání, seřizování a údržby
- nutná fixace dílů při ofouknutí tlakovým vzduchem by zvyšovala složitost zařízení

Z výše uvedených důvodů je třeba návrh automatizace zjednodušit. V úvahu připadá následující řešení, které představuje další náplň projektu.



Obr. 26. Sušicí pás/tunel od firmy Miedl & Schnall (20)

Nasazení sušícího tunelu s parametry (20):

- efektivní transportní trasa: 2000 mm
- šířka pásu: 300 mm
- transportní výška: nastavitelná 700–800 mm
- rychlost pásu: plynule nastavitelná 0–20 cm/sec
- se dvěma potenciometry pro plynulé nastavení topícího výkonu a množství vzduchu s integrovanou digitální tepelnou sondou

- plynulé nastavení teploty 0–650 °c
- plynulé nastavení množství vzduchu 200–900 l/min, tlak 1050 Pa

Tento pás dostane výrobky v suchém stavu od operátora 1 k operátorovi 2, který provede dodatečné ofouknutí.

Protože v současnosti operátor 2 provádí ofukování dílů stlačeným vzduchem, který je aktivován pomocí pedálu a pro samotné ofukování je třeba současně se nahýbat přes hranu stolů do jejich rohu (jak lze vidět na obrázku níže), je vhodné ofukovací stanici přizpůsobit a lépe ergonomicky nastavit. Možným řešením je současný pracovní stůl opatřit jednoduchou jednobodovou světelnou závorou a elektromagnetickým ventilem se zpoždovacím relé - když operátor přeruší světelnou trasu, elektromagnetický ventil na vedení tlakového vzduchu se otevře a zpoždovací relé ho nechá 2 vteřiny otevřené, čímž dojde k ofouknutí dílu. Toto řešení zlepší práci operátora 2 následujícím způsobem:

- ofukování se zkrátí z 11 s na 2 s, protože bude využito jen k odstranění malých špon, a ne k sušení dílů, které je časově náročné
- aktuálně se operátor nahýbá přes hranu dvou stolů do jejich rohu a současně šlape na pedál, nově bude ofukování probíhat za ergonomicky lepších podmínek

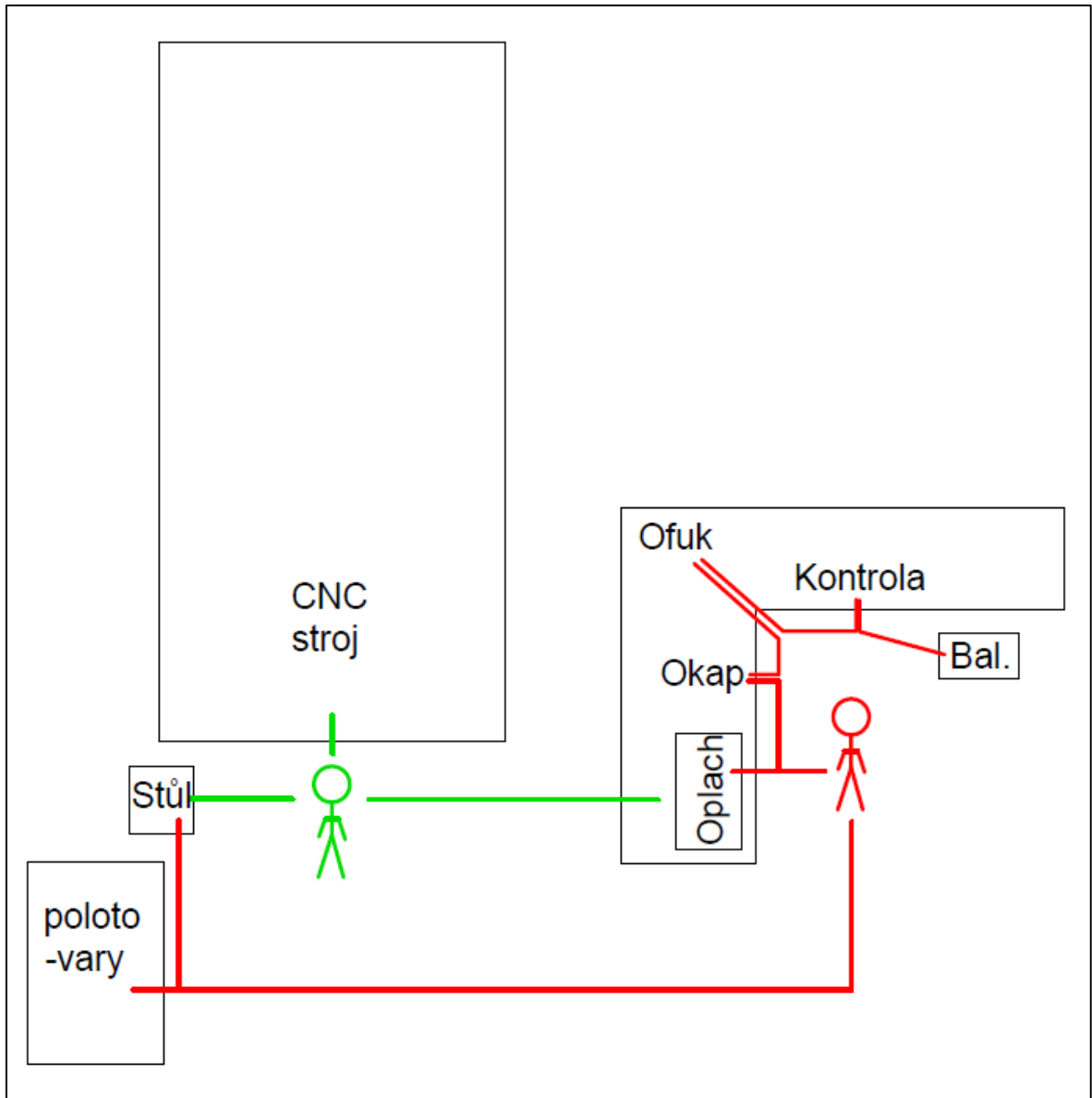
8.5.3 Úprava uspořádání pracoviště a ověření řešení pomocí nástroje Basic Most



Obr. 27. Pracoviště (firemní materiály)

Využijí se stávající stoly, které jsou vytvořeny z hliníkových profilů a jsou k sobě připojeny horní deskou z plastu. Plastovou desku lze jednoduše rozdělit řezem, čímž se stávající spojené stoly stanou třemi samostatnými stoly a připevněním koleček s aretací třemi samostatnými pohyblivými stoly, jejichž polohu lze přizpůsobovat podle aktuální potřeby a výrobního plánu.

Současné uspořádání pracoviště je vyobrazeno na následujícím obrázku. Zelený operátor představuje operátora 1 a červený operátora 2.



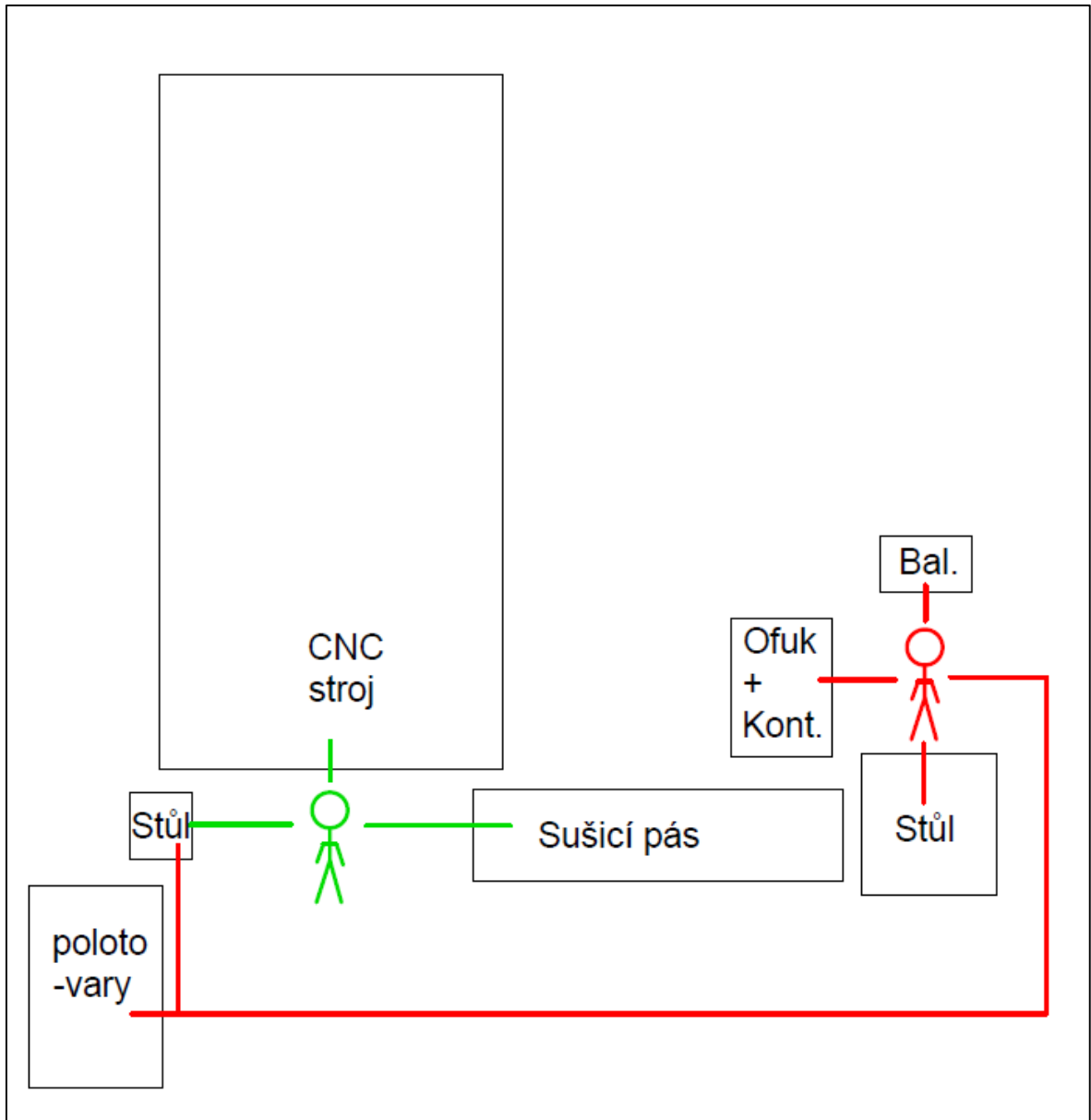
Obr. 28. Současný layout (vlastní zpracování)

Operátor 1 za stávajícího stavu vykonává činnosti, které jsou uvedené v následující tabulce.

Tab. 13. Současné činnosti operátora 1 (vlastní zpracování)

ID	Pracovní krok	celkový čas v cyklu [s]
100	Vyjmutí dílů	
101	zmačknutí pedálu (deaktivace hydrauliky a pneumatiky) a držení 2s	4,32

102	Otevření dveří stroje (simo)	2,16
103	vzít dva kusy a položit do jedné ruky na sebe	1,44
104	Odstranit z nich emulzi (simo)	0,36
105	Odebrat třetí kus a položit na první dva	1,44
106	vylít z něj emulzi	0,36
107	vzít čtvrtý kus a vylít a položit na první tři	1,44
108	vylít z něj emulzi	0,36
109	položit do síta pro oplach	6,48
200	Oplach lože přípravku	
201	vzít pistoli a odložit ji	1,80
202	postříkat s ní upínací plochy	9,36
300	Vložení polotovarů	
301	vložit první dva kusy z přepravky (simo)	3,60
302	vložit další dva kusy z přepravky (simo)	3,60
302	zkontroluj založení "zakvedláním"	1,80
303	zavři dveře	2,16
400	Obrobení	
402	zmačkni pedál (aktivace hydrauliky a pneumatiky) a drž ho 2s	4,32
403	zmačkni tlačítko uvolnění stolu	1,08
405	otočení stolu (2s)	2,16
	Celkem	48,24



Obr. 29. Budoucí layout (vlastní zpracování)

Operátor 1 za budoucího stavu vykonává následující činnosti:

Tab. 14. Budoucí činnost operátora 1 (vlastní zpracování)

ID	Pracovní krok	celkový čas v cyklu
100	Vyjmutí dílů	
101	zmačkni tlačítko (deaktivace hydrauliky a pneumatiky) a čekej 1s	1,80

102	otevři dveře stroje (simo)	2,16
103	vzít dva kusy a položit na pás	1,80
104	vylít z nich emulzi (simo)	0,36
105	vzít dva kusy a položit na pás	1,80
106	vylít z nich emulzi (simo)	0,36
200	Oplach lože přípravku	
201	vzít pistoli a odložit ji	1,80
202	postříkat s ní upínací plochy	9,36
300	Vložení polotovarů	
301	vložit první dva kusy z Gi-Bo(simo)	3,60
302	vložit další dva kusy z přepravky (simo)	3,60
302	zkontroluj založení dílů "zakvedláním"	3,60
303	zavři dveře	2,16
400	Obrobení	
401	zmačkni tlačítko (aktivace hydrauliky a pneumatiky) a čekej 1s	1,80
402	zmačkni tlačítko uvolnění stolu	0,72
403	otočení stolu (2s)	2,16
	Celkem	37,08

Promítnutím změn pracoviště do analýzy MOST vychází, že operátor 1 může v budoucnu vyrobit 2402 kusů při časovém fondu 410 minut a přírůzích 10 %, namísto současných 1764 ks za směnu. Operátor 2 při tomtéž čase a přírůzích může vyrobit 3057 kusů za směnu, namísto současných 1425 kusů za směnu.

Celkový výstup z pracoviště bude činit tedy 2400 kusů za směnu a cíle projektu budou takto splněny. Kompletní analýzy MOST po optimalizaci obou operátorů jsou uvedeny v přílohách (PŘÍLOHA P 6 - MOST PO OPTIMALIZACI PRACOVIŠTĚ – 1 - 2)

Na závěr lze srovnat stav před a po optimalizaci v následující tabulce.

Tab. 15. Srovnání stavu před a po zlepšení (vlastní zpracování)

	Současný stav	Stav po zlepšení
Parciální produktivita	180 ks na hodinu stroje v provozu	300 ks na hodinu stroje v provozu
Výkon pracoviště	1440 kusů za směnu	2400 kusů za směnu
Počet operátorů	2	2
Počet potřebných výrobních hodin za rok	1256 hod	752 hod
Mzdové náklady za rok na operátory	308 976 Kč	184 992 Kč

8.6 Analýza zdrojů a nákladů

Analýza zdrojů a nákladů je uvedena v následující tabulce.

Tab. 16. Analýza zdrojů a nákladů projektu (vlastní zpracování)

FÁZE	ČINNOST	ZDROJE (lidské, materiální)	NÁKLADY
Příprava	Stanovit cíl projektu	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Vypracovat možnosti řešení projektu	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Vybrat řešení	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Vypracovat nový lay-out	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Ověřit řešení pomocí BasicMOST	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
Plánování a zdroje	Zaslat poptávku na změnu ovládání upínání	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Zaslat poptávku na sušící pás	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Spočítat náklady na ofukovací stanici	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Provést analýzu rizik	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Analýza nákladů a výpočet ROI	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
Implementace	Prezentovat projekt vedení firmy		
	Objednat zařízení <ul style="list-style-type: none"> - Pás - Ofukovací stanice (úprava stolu) - Změna upínání z pedálu na tlačítko 	<ul style="list-style-type: none"> - Nákup hotového zařízení - Nákup materiálu, údržbář se seřizovačem dostačující pro sestavení - Provedení servisním technikem 	<ul style="list-style-type: none"> - 62 500 Kč - 20 000 Kč - 9 800 Kč
	Instalovat zařízení <ul style="list-style-type: none"> - Rozřezání stolů - Přivedení energií (elektrina, tlakový vzduch) - Instalace ofukovací stanice 	<ul style="list-style-type: none"> - údržbář se seřizovačem dostačující pro provedení - náklady na doplňky pro rozvod energií 	<ul style="list-style-type: none"> - 0 Kč - 1 000 Kč
Předání a celkové hodnocení	Zkušební výroba	Dostupné zdroje dostačující	0 Kč
	Vyhodnocení splnění cílů projektu		

Celkové vypočítané náklady činí 83 500 Kč. Převážná většina fází a činností projektu bude pokryta stávajícími lidskými, pracovními a materiální zdroji. Výjimku tvoří nákup zařízení

sušícího pásu a přebudování systému ovládání upínání CNC stroje, právě jejichž náklad tvoří vesměs celou sumu nákladů.

8.7 Návratnost investice (ROI) a doba návratnosti investice

Výše popsaným projektem lze zvýšit index produktivity ze současných 61,45 % na 100 % a ušetřit 504 hodin (rozdíl v potřebném počtu výrobních hodin před a po zlepšení) a 123 984 Kč ročně (uspořené množství výrobních hodin x hodinový mzdový náklad na dva operátory). Při plánovaných stejných výrobních objemech výrobní skupiny C, D, E, F po dobu dalších pět let, dostáváme následující návratnost investice:

$$\text{Návratnost investice} = ((\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}) / \text{počáteční investice}) * 100 [\%]$$

$$\text{Návratnost investice} = ((619\,920 - 83\,500) / 83\,500) * 100 [\%]$$

$$\text{Návratnost investice} = 642 \%$$

$$\text{Doba návratnosti investice} = \text{investiční výdaj} / \text{roční úspora nákladů v důsledku investice}$$

$$\text{Doba návratnosti investice} = 83\,500 / 123\,984$$

$$\text{Doba návratnosti investice} = 0,67 \text{ roku}$$

8.8 Závěrečné zhodnocení projektu

SMART cíl projektu byl splněn s velmi pozitivními finančními ukazateli. Podařilo se zvýšit výstup pracoviště CNC obrábění za zlepšení současných vstupů a tím pádem zvýšit produktivitu. Současný výstup 1440 kusů za směnu se podařilo zvýšit na 2400 kusů za směnu zlepšením metod práce. Doba projektu stanovená na maximální dobu 6 měsíců nebyla překročena, naopak je kratší než stanovená a činí 14 týdnů, což představuje asi 3,5 měsíce.

Co se týče dalšího rozvoje pracoviště, tak jako první lze doporučit ergonomickou analýzu, která by navrhla zlepšení vztahu mezi jednotlivými operátory a pracovním prostředím. Dále by bylo vhodné zabývat se systémem odměňování a motivace, který by více nabádal vedoucí pracovníky zlepšovat metody práce a zvyšovat produktivitu, stejně jako by motivoval jednotlivé pracovníky u strojů k těm nejlepším výkonům.

9 ZÁVĚR

Stanovených celkových cílů na začátku práce bylo dosaženo, stejně jako cíle projektu. Výsledek práce je konkrétním popisem, jak přispět ke zvýšení produktivity v podniku.

Tato práce není úplným návodem, jak se stát ze dne na den efektivnější organizací a co nejlépe využívat své zdroje, ale ukazuje na cestu, kterou se firma může vydat a postupně se takovému cíli přibližovat. V práci lze pokračovat dále a byla by škoda zůstat jen u vypracovaného projektu a zapomenout na všechna zjištění z provedených analýz. Potenciál pro zlepšení je velký a nebyl zdaleka vyčerpán. Například ergonomická zátěž pracovníků zmíněná v analytické části je sama o sobě velkým tématem, stejně jako ostatní výrobky, které stojí za studium metod a měření práce. Trvalé zlepšování v těchto oblastech přispěje k udržitelnému rozvoji společnosti a jistě i ke snížení nákladů a tím pádem ziskovosti organizace.

Další kroky podniku by měly směřovat k přezkoumání všech výkonových norem na středisku CNC obrábění a k analýze plýtvání, které je přítomné a lze snížit. Dalším krokem a důležitým tématem, které v této práci nebylo rozebráno, je správně nastavené odměňování lidí za pracovní výkony. Velmi důležité je co nejlépe postavit pozitivní motivaci pracovníků tak, aby se snažili stanový standard produktivity dosáhnout a zlepšením pracovních podmínek a metod práce takové dosáhnouti umožnit. Za závěrečnou zmínku stojí i aktuální informační systém, který by se měl lépe využívat k monitorování a vyhodnocování časů přetypování a sledování/controllingu stavu jednotlivých výrobních operací z pohledu poměru vstupů a výstupů.

Použité metody a přístup aplikovaný v práci spíše využívaly takzvané klasické průmyslové inženýrství, které operuje s „tvrdými“ technikami. Ideálním a pravděpodobně více vzdáleným budoucím stavem je začlenění také metod moderního průmyslového inženýrství do normálního fungování podniku, ze kterých lze například zmínit nefyzické investice do školení zaměstnanců, programy totálně produktivní údržby nebo počítačové simulace výrobních procesů.

Podniku lze jen doporučit trvalé zaměstnání průmyslového inženýra, nebo další spolupráci se studenty průmyslového inženýrství, kteří zpracují v podniku své projekty.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006.
- (2) MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000.
- (3) SALVENDY, Gavriel. *Handbook of Industrial Engineering. Technology and Operations Management. Third Edition*. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: John Wiley & Sons, Inc, 2001.
- (4) VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů. Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999.
- (5) BADIRU, Adeleji. *Handbook of industrial and systems engineering. Second edition*. New York: CRC Press, 2014.
- (6) LIKER, Jeffrey K. . *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004.
- (7) KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing: Praha, 2006.
- (8) FEKETE, Milan. *Efektívny produkčný systém*. Bratislava: KARTPRINT, 2012.
- (9) CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011.
- (10) BLACKMORES, . The Power of Using 'Turtle Diagrams'. *Blackmores* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://blackmoresuk.com/the-power-of-using-turtle-diagrams/>
- (11) ÚNMZ, . *Systémy managementu kvality - Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2008 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

- (12) STŘELEČ, Jiří. Vlastnicestac. *Modelování procesů* [online]. 2012 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/modelovani-procesu/>
- (13) MICKLEWRIGHT, Mike. Auditors, Turtle Diagrams and Waste. *QualityDigest* [online]. 2007 [cit. 2017]. Dostupné z: <http://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-article/auditors-turtle-diagrams-and-waste>
- (14) (VDA), Verband *Audit procesu 2. zcela přepracované vydání*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2010.
- (15) ANDERSEN, Bjorn a Tom FAGERHAUG. *Analýza kořenových příčin*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011.
- (16) CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství. Trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013.
- (17) MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. 1. vydání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003.
- (18) DLABAČ, Jaroslav a Marek PAVKA. *Analýza a normování práce. Trénink*. Slaný: API - akademie produktivity a inovací, 2016.
- (19) HAIZER, Jay a Barry RENDER. *Principles of Operations Management. Fourth Edition*. New Jersey: Prentice-Hall, 2001.
- (20) MIEDL&SCHNALL, . *Durchlauftrockner, Bandtrockner, Tunneltrockner. Miedl&Schnall GmbH | Durchlauftrockner, Bandtrockner, Tunneltrockner* [online]. 2017 [cit. 2017]. Dostupné z: [Durchlauftrockner, Bandtrockner, Tunneltrockner](#)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AOE	Absolute operational efficiency
CNC	Computer numeric control
OEE	OEE (Overall quipment efficiency = výkon x dostupnost x kvalita)
MOST	Maynard operation sequence technique
ROE	Relative operational efficiency
ROI	Return of investment (Návratnost investice)
VZV	Vysokozdvížený vozík

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Studium práce (Mašín, a další, 2000)	16
Obr. 2. Příklady některých vzorců pro výpočet produktivity (Mašín, a další, 2000)	22
Obr. 3. Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu (Mašín, a další, 2000)	23
Obr. 4. Situace, ve kterých vzniká plýtvání ve výrobě (Košturiak, a další, 2006)	24
Obr. 5. Model želvy ((VDA), 2010)	28
Obr. 6. Vzor diagramu příčiny a následků (Andersen, a další, 2011)	29
Obr. 8. Vzor protokolu časové studie – základní část (Mašín, 2003).....	31
Obr. 9. Vzor protokolu při časové studie – rozšířené informace (Mašín, 2003)	32
Obr. 10. Protokol přímého měření – chronometráž (Dlabač, a další, 2016).....	33
Obr. 11. Sekvenční modely Basic MOST (Mašín, 2003).....	36
Obr. 12. Sekvence obecného přemístění MOST (Mašín, 2003).....	36
Obr. 13. Sekvence řízeného přemístění MOST (Mašín, 2003)	37
Obr. 14. Výrobní hala firmy Mesit & Rödgers (firemní materiály)	41
Obr. 14. Vstupní ingoty (firemní materiály).....	42
Obr. 15. Tavicí pec (firemní materiály).....	43
Obr. 16. Lící stroj, lis a forma (firemní materiály).....	43
Obr. 17. Lící forma a hranicí lis (firemní materiály)	43
Obr. 17. Organizační schéma (vlastní zpracování).....	45
Obr. 18. Grafické znázornění analýzy současného stavu (vlastní zpracování)	46
Obr. 20. Želví diagram (vlastní zpracování).....	49
Obr. 21. Diagram příčin a následků (vlastní zpracování)	50
Obr. 19. Počítadlo CNC stroje (vlastní zpracování)	56
Obr. 22. Fotka 1 právě vyjmutých dílů (vlastní zpracování)	71
Obr. 23. Fotka 2 právě vyjmutých dílů (vlastní zpracování)	71
Obr. 24. Celkové špony na dílech (vlastní zpracování).....	72
Obr. 25. Sušicí pás/tunel od firmy Miedl & Schnall (2017).....	73
Obr. 26. Pracoviště (firemní materiály)	75
Obr. 27. Současný layout (vlastní zpracování).....	76
Obr. 28. Budoucí layout (vlastní zpracování).....	78

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Příprava pro Paretův graf (vlastní zpracování).....	47
Tab. 2. Výpočet ukazatelů produktivity (vlastní zpracování).....	51
Tab. 3. Výpočet totální produktivity (vlastní zpracování).....	52
Tab. 4. Přehled proplývaných nákladů (vlastní zpracování)	53
Tab. 5. Odečtené hodnoty pro časový snímek stroje (vlastní zpracování)	56
Tab. 6. Matice priorit pro rozhodnutí o opatřeních (vlastní zpracování).....	63
Tab. 7. Cíl projektu (vlastní zpracování)	64
Tab. 8. Časový plán projektu (vlastní zpracování)	64
Tab. 9. Analýza rizik projektu (vlastní zpracování)	66
Tab. 10. Příprava pro Yamazumi chart (vlastní zpracování).....	67
Tab. 11. Kalkulace nasazení dodatečného operátora v roce 2016 (vlastní zpracování).....	69
Tab. 12. Matice priorit po rozhodnutí o způsobu řešení projektu (vlastní zpracování).....	70
Tab. 13. Současné činnosti operátora 1 (vlastní zpracování)	76
Tab. 14. Budoucí činnost operátora 1 (vlastní zpracování)	78
Tab. 15. Srovnání stavu před a po zlepšení (vlastní zpracování)	80
Tab. 16. Analýza zdrojů a nákladů projektu (vlastní zpracování)	81

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Paretův graf nahlášených víceprací v jednotlivých výrobních operacích (vlastní zpracování)	48
Graf 2. Počet proplývaných hodin dle výrobních skupin (vlastní zpracování)	55
Graf 3. Rozdíl v nákladech na pracovníky (vlastní zpracování).....	55
Graf 4. Vyhodnocení časových snímků stroje (vlastní zpracování)	58
Graf 5. Yamazumi graf (vlastní zpracování)	68

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P 1 - VYHODNOCENÍ NASBÍRANÝCH DAT – ANALÝZA PRŮMĚRNÝCH VÝKONŮ VZHLEDEM K ČASU CYKLU STROJE	91
PŘÍLOHA P 2 - VÝROBNÍ DATA – SBÍRANÉ ÚDAJE 1-9	92
PŘÍLOHA P 3 - ČASOVÝ SNÍMEK STROJE 1-6	101
PŘÍLOHA P 4 - CHRONOMETRÁŽ 1-2	106
PŘÍLOHA P 5 - MOST – 1-2	108
PŘÍLOHA P 6 - MOST PO OPTIMALIZACI PRACOVNÍHO MÍSTĚ – 1 - 2.....	110

PŘÍLOHA P 1 - VYHODNOCENÍ NASBÍRANÝCH DAT – ANALÝZA PRŮMĚRNÝCH VÝKONŮ VZHLEDEM K ČASU CYKLU STROJE

Analýza průměrných výkonů vzhledem k taktu stroje

Označení výrobku	-	sec	-	ks / směna	ks / směna	ks	%	počet směn	počet směn	hod	Kč
Násobnost obráběcího přípravku2	Čas taktu stroje	Počet centrum obsluhujících operátorů	Standard produktivity "takt stroje = cyklus operace"	Skutečná produktivita	Prodáno 2016	Index produktivity "takt stroje = cyklus operace"	Spotřetovaný čas	Teoreticky spotřetovaný čas, kdyby "takt=cyklus"	Proplývaný čas za rok v hodinách	Teoretický rozdíl v nákladech na pracovníky	
			Teoretický výkon za 400 minut (8x60 = jedna směna) - 40 minut čištění - 30 minut oběd								
A	1	184,64	1	118	73	2 799	61,78%	38	24	117,2	14 421 Kč
B	1	184,64	1	118	73	2 799	61,78%	38	24	117,2	14 421 Kč
C	4	37,24	2	2344	1440	12 284	61,45%	9	5	26,3	6 472 Kč
D	4	37,24	2	2344	1440	46 831	61,45%	33	20	100,3	24 675 Kč
E	4	37,24	2	2344	1440	150 972	61,45%	105	64	323,4	79 548 Kč
F	4	37,24	2	2344	1440	15 474	61,45%	11	7	33,1	8 153 Kč
G	1	33,26	1	656	558	693	85,06%	1	1	1,5	183 Kč
H	3	73,75	1	888	488	13 025	54,98%	27	15	96,1	11 823 Kč
I	2	97,88	1	446	365	43 874	81,87%	120	98	174,3	21 441 Kč
J	1	33,26	1	656	558	3 980	85,06%	7	6	8,5	1 048 Kč
K	3	76,85	1	852	619	70 314	72,68%	114	83	248,3	30 541 Kč
L	1	33,26	1	656	558	8 558	85,06%	15	13	18,3	2 254 Kč
M	1	70,66	1	309	218	5 649	70,60%	26	18	60,9	7 496 Kč
N	1	741,12	1	29	18	1 098	61,14%	61	37	189,6	23 324 Kč
O	1	741,12	1	29	18	1 062	61,14%	59	36	183,4	22 559 Kč
P	0,5	97,84	1	111	84	1 401	75,34%	17	13	32,9	4 048 Kč
Q	0,5	97,84	1	111	84	1 401	75,34%	17	13	32,9	4 048 Kč
Průměr						382 214	69,27%	697	476	1764	276 455 Kč

PŘÍLOHA P 2 - VÝROBNÍ DATA – SBÍRANÉ ÚDAJE 1-9

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: H
Datum měření: 25.11.2016
Obráběcí přípravek: 2 ks na každé straně stolu
 stoly totožné

Čas cyklu [s]: **73,76**
Ø Čas cyklu: 01:13,76
Měření cyklů:

1. kolo	01:13,54
2. kolo	01:13,93
3. kolo	01:13,73
4. kolo	01:13,80
5. kolo	01:13,82

Poznámky:

- 1) spousta nahromaděných kusů na stole
- 2) pravděpodobně zdržuje nadměrné měření a záznamy: 1x za hodinu náměr a záznam 40 odstupů - měření posuvkou

Možná investice do měřicí stanice bez ručních záznamů by zvedla zvykon a návratnost by byla přijatelná.

Výkon za směnu [ks]:

1 24.11.2016	450
2 28.11.2016	503
3 25.11.2016	462
4 23.01.2016	540
5 24.01.2016	487

Ø výkon za směnu [ks]: **488**

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: P,Q
Datum měření: 25.11.2016
Obráběcí přípravek: 1 ks párově na vlastním stole
stoly zrcadlové

Čas cyklu [s]: 97,85
Ø Čas cyklu: 01:37,85
Měření cyklů:

1. kolo	01:38,66
2. kolo	01:37,51
3. kolo	01:37,79
4. kolo	01:37,38
5. kolo	01:37,92

Poznámky:

- 1) 6 kroků (5 metrů) k odložení OK kusu do gitter boxu
- 2) 5m a 8m pro levý a pravý vyzvednutí polotovru
- 3) schůdek chybí, upínací stůl je vysoko a z ergonom. hlediska příliš namáhá - obsluha drží ruce vysoko
- 4) časté čištění pásu - mnoho špon a špatný odvod - manuální zapínání pásu a vybírání špachtlí, propichování nahromaděných špon skrz stůl na pás

Zbytečné ztráty z pohybu a nevyřešený odvod špon.

Výkon za směnu [ks]:

21.11.2016	160
22.11.2016	166
23.11.2016	166
24.11.2016	166
25.11.2016	166
23.11.2016	156

Ø výkon za směnu [ks]: 163

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: K
Datum měření: 30.11.2016
Obráběcí přípravek: 3 ks na každé straně stolu
stoly totožné

Čas cyklu [s]: 77,35
Ø Čas cyklu: 01:17,35
Měření cyklů:

1. kolo	01:18,92	strana A	01:18,82
2. kolo	01:15,74	strana B	01:15,88
3. kolo	01:18,66	rozdíl	00:02,94
4. kolo	01:15,95		
5. kolo	01:18,88		
6. kolo	01:15,94		

Poznámky:

- 1) Čas cyklu je rozdílný pro dvě strany stolu o 3s; to dělá celkový takt stroje zbytečně (A+B) o 10% delší (30 vs 33s)
- 2) manipulace s díly po obrobení složitější (nabýbaní přes stůl k oplachu a vložení do bedýnky) a ergonomicky by mohlo být lépe řešeno

Výkon za směnu [ks]:

25.08.2016	680	602
29.08.2016	628	646
30.08.2016	631	642
31.08.2016	504	645
01.09.2016	636	508
02.09.2016	626	496
05.09.2016	840	610
06.09.2016	593	

Ø výkon za směnu [ks]: 619

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: A,B
Datum měření: 05.12.2016
Obráběcí přípravek: 1 ks na dvě upnutí
stoly jiné

Čas cyklu [s]: 184,64
Ø Čas cyklu: 03:04,64
Měření cyklů:
1. kolo 03:07,3
2. kolo 03:04,3
3. kolo 03:03,3
4. kolo 03:03,5
5. kolo 03:04,7

Poznámky:
1) Obrábění z jedné strany na straně A a z druhé strany na straně B
2) mnoho kontrol kalibry, ačkoliv nejsou předepsány
(obsluha neví, že má předepsanou jinou četnost zkoušení)
3) když jede strana A (dlouhá), tak má čas na další manipulaci, při straně B (delší) manipulaci nestíhá
4) ruční odjehlení otvorů ergon. velmi náročné a možné stržení hran strojně (strana B), čímž by se vybalancoval cyklus dvou stran, ušetřila manipulace a značně snížila zátěž na zápěstí obsluhy - zde by byla vyplešení snadná a velmi přínosná

Výkon
za směnu [ks]:
07.11.2016 64
22.11.2016 74
16.08.2016 75
17.08.2016 75
12.11.2016 75
18.08.2016 75
17.08.2016 75

Ø výkon
za směnu [ks]: 73

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: C,D,E,F
Datum měření: 02.12.2016
Obráběcí přípravek: 4 ks na každé straně stolu
stoly totožné

Čas cyklu [s]: 37,34
Ø Čas cyklu: 00:37,34
Měření cyklů:

1. kolo	00:37,13
2. kolo	00:37,38
3. kolo	00:37,47
4. kolo	00:36,82
5. kolo	00:37,37

Poznámky:

- 1) stejný program pro všechny díly.
- 2) ruční oplach v košíku by mohl být nahrazen jednoduchou automatizací

Výkon
za směnu [ks]:

01.11.2016	1440
02.11.2016	1440
09.11.2016	1440
24.10.2016	1440
10.11.2016	1440

Ø výkon
za směnu [ks]: 1440

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: I
Datum měření:
Obráběcí přípravek: 2 ks párově na jednom stole
stoly totožné

Čas cyklu [s]: 97,91
Ø Čas cyklu: 01:37,91
Měření cyklů:

1. kolo	01:37,7
2. kolo	01:38,1
3. kolo	01:37,8
4. kolo	01:37,8
5. kolo	01:38,0

Poznámky:

- 1) Obrábí se párově
- 2) Možné pýtávání - otáčení čtvrté osy a výměna nástroje by mohlo probíhat simultánně

Výkon
za směnu [ks]:

05.11.2016	381
09.11.2016	346
07.11.2016	363
12.11.2016	391
04.11.2016	348
08.11.2016	363
11.11.2016	360

Ø výkon
za směnu [ks]: 365

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: M
Datum měření: 08.12.2016
Obráběcí přípravek: 1 ks na každé straně stolu
stoly totožné

Čas cyklu [s]: 70,66
Ø Čas cyklu: 01:10,66
Měření cyklů:

1. kolo	01:10,83
2. kolo	01:10,54
3. kolo	01:10,51
4. kolo	01:10,74
5. kolo	01:10,67

Poznámky: 1) pracoviště nevhodně řešeno, vstupní kusy přes stolek 5 kroků od stroje; stůl s oplachem 3 kroky od stroje. Dokončovací stůl jako vedlejší pracoviště.

Jako velmi vhodné se jeví udělat tvar buňky do U.

Výkon za směnu [ks]:

20.10.2016	214
16.11.2016	231
19.10.2016	221
20.10.2016	199
05.11.2016	240
23.01.2017	205

Ø výkon za směnu [ks]: 218

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: M,O
Datum měření: 06.12.2016
Obráběcí přípravek: 1 ks na dvě upnutí
stoly jiné

Čas cyklu [s]: 741,00
Ø Čas cyklu: 12:21,00
Měření cyklů:

Poznámky: 1) žena provádí i konečnou kontrolu, případně piluje, celkový výkon tím trpí

Výkon
za směnu [ks]:

20.10.2016	17
24.10.2016	19
19.10.2016	18
16.12.2016	18
19.12.2016	18

Ø výkon
za směnu [ks]: 18

Formulář pro získání dat o procesu

Výrobek: G,J,L
Datum měření: 12.12.2016
Obráběcí přípravek: 1 ks na každé straně stolu
stoly totožné

Čas cyklu [s]: 33,26
Ø Čas cyklu: 00:33,26
Měření cyklů:

1. kolo	00:33,18
2. kolo	00:33,18
3. kolo	00:33,07
4. kolo	00:33,53
5. kolo	00:33,36

Poznámky:

- 1) paní se shýbá pro kusy do Gi-Bo, aby si je mohla přeskládat do modré bedýnky a uložit na mezistolek
- 2) odkládání hotového kusu na stůl 3 kroky tam a zpět
- 3) odebere kus -> jde ke stolu -> opláchne -> odloží -> nechá okapat -> jde zpět; poté pokračuje v obsluze
- 4) dávku 40 kusů po okapání po jednom ofoukne a uloží do šefr boxu, stroj při tom čeká

Výkon za směnu [ks]:

25.07.2016	543
26.07.2016	587
27.07.2016	582
12.12.2016	520

další záznamy nenalezeny

Ø výkon za směnu [ks]: 558

PŘÍLOHA P 3 - ČASOVÝ SNÍMEK STROJE 1-6

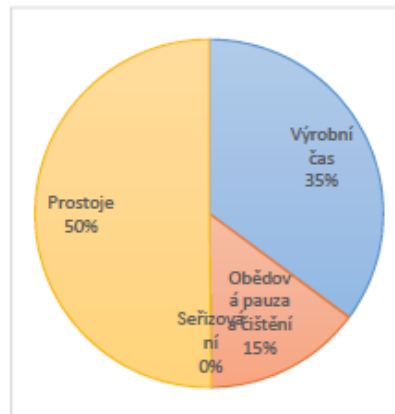
Časový snímek stroje za směnu

směna: **odpolední**
1063

Datum	03.01.2017	03.01.2017	
čas skut.	14:01	22:40	rozdíl
Hodnoty odečtené z dispeje			
Čas	13:51:15	21:50:00	7:58:45
ZAP nap.	2418:46:45	2426:46:02	7:59:17
Auto oper	9717:41:23	9725:40:40	7:59:17
Auto strt	5059:46:22	5062:34:47	2:48:25
Ext čas1	5059:44:50	5062:33:15	2:48:25
Ext čas2	122:04:32	124:52:57	2:48:25
Doba cyklu	2:36:05	5:24:29	2:48:24

Výrobní čas	2:48:25	35,18%
Obědová pauza a čištění	1:10:00	14,62%
Seřizování	0:00:00	0,00%
Prostoje	4:00:20	50,20%

100%



Časový snímek stroje za směnu

směna: **noční**
1388

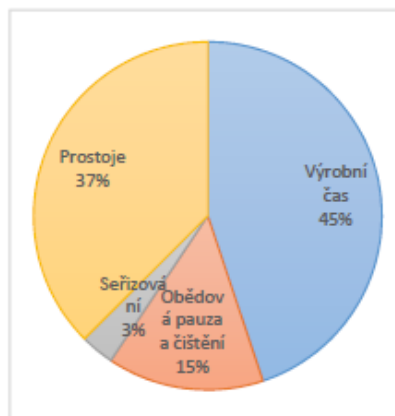
Datum	03.01.2017	04.01.2017	rozdíl
čas skut.	22:00	6:01	

Hodnoty odečtené z dispeje

Čas	21:50:00	5:52:00	8:02:00
ZAP nap.	2426:46:02	2434:48:30	8:02:28
Auto oper	9725:40:40	9733:41:45	8:01:05
Auto strt	5062:34:47	5066:11:03	3:36:16
Ext čas1	5062:33:15	5066:09:31	3:36:16
Ext čas2	124:52:57	128:29:13	3:36:16
Doba cyklu	5:24:29	1:41:04	#####

Výrobní čas	3:36:16	44,87%
Obědová pauza a čištění	1:10:00	14,52%
Seřizování	0:15:00	3,11%
Prostoje	3:00:44	37,50%

100%



Časový snímek stroje za směnu

směnná: **ranní**
1488

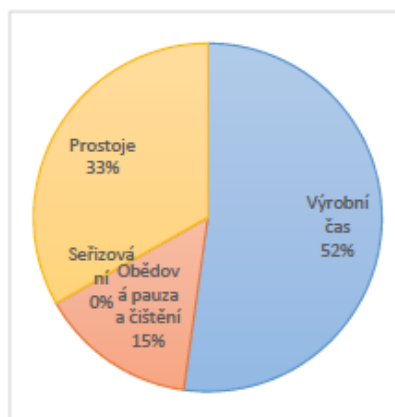
Datum	04.01.2017	04.01.2017	rozdíl
čas skut.	6:01	14:02	

Hodnoty odečtené z dispeje

Čas	5:52:00	13:51:38	7:59:38
ZAP nap.	2434:48:30	2442:47:09	7:58:39
Auto oper	9733:41:45	9741:37:47	7:56:02
Auto strt	5066:11:03	5070:21:31	4:10:28
Ext čas1	5066:09:31	5070:19:59	4:10:28
Ext čas2	128:29:13	132:39:41	4:10:28
Doba cyklu	1:41:04	1:58:58	0:17:54

Výrobní čas	4:10:28	52,22%
Obědová pauza a čištění	1:10:00	14,59%
Seřizování	0:00:00	0,00%
Prostoje	2:39:10	33,19%

100%



Časový snímek stroje za směnu

směnná: **odpolední**
957

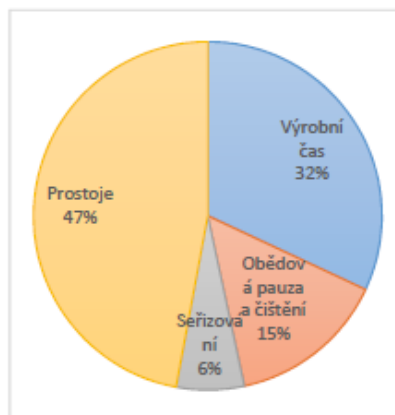
Datum	04.01.2017	04.01.2017	
čas skut.	14:02	21:58	rozdíl

Hodnoty odečtené z dispeje

Čas	13:51:38	21:48:46	7:57:08
ZAP nap.	2442:47:09	2450:44:18	7:57:09
Auto oper	9741:37:47	9749:23:10	7:45:23
Auto strt	5070:21:31	5072:54:00	2:32:29
Ext čas1	5070:19:59	5072:52:29	2:32:30
Ext čas2	132:39:41	135:12:11	2:32:30
Doba cyklu	1:58:58	0:52:41	#####

Výrobní čas	2:32:29	31,96%
Obědová pauza a čištění	1:10:00	14,67%
Seřizování	0:30:00	6,29%
Prostoje	3:44:39	47,08%

100%



Časový snímek stroje za směnu

směnná: **noční**
1389

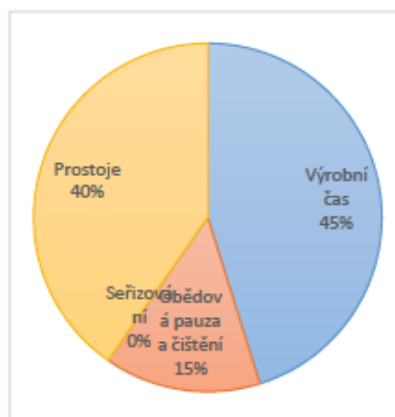
Datum	04.01.2017	05.01.2017	rozdíl
čas skut.	21:58	6:00	

Hodnoty odečtené z dispeje

Čas	21:48:46	5:50:59	8:02:13
ZAP nap.	2450:44:18	2458:46:30	8:02:12
Auto oper	9749:23:10	9757:33:54	8:10:44
Auto strt	5072:54:00	5076:31:47	3:37:47
Ext čas1	5072:52:29	5076:30:17	3:37:48
Ext čas2	135:12:11	138:49:59	3:37:48
Doba cyklu	0:52:41	1:59:06	1:06:25

Výrobní čas	3:37:47	45,16%
Obědová pauza a čištění	1:10:00	14,52%
Seřizování	0:00:00	0,00%
Prostoje	3:14:26	40,32%

100%



PŘÍLOHA P 4 - CHRONOMETRÁŽ 1-2

Chronometráž operace																
Operace: CNC-obrábění dílu C 1437 A - OP1										Datum pozorování: 25.01.2017			Pozorovací list č. ###			
										od: 10:25			do: 10:45		Krycí list č.: ###	
P. č.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezní bod	N	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)											Průměr	Průměr s faktorem výkonu
				0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00		
===	Vyjmutí dílů	Z: šlápnutí na pedál K: zpět u stroje	J P	0:15,14	0:14,81	0:18,95	0:21,05	0:19,25	0:16,54	0:18,98	0:15,09	0:18,01	0:15,61	0:17,34	0:17,01	
===	Oplach lože přípravku	Z: ruka na hadici K: Hadice zpět na háček	J P	0:10,49	0:09,07	0:10,25	0:06,55	0:08,36	0:09,27	0:08,62	0:10,24	0:07,69	0:08,52	0:08,91	0:08,73	
===	Vložení polotovaru	Z: hadice na háček K: zavřené dveře	J P	0:17,31	0:13,82	0:15,40	0:14,54	0:14,96	0:16,55	0:14,26	0:13,98	0:15,16	0:17,69	0:15,37	0:15,08	
===	Úprnutí a uvolnění cyklu	Z: zavřené dveře K: uvolněný cyklus	J P	0:04,43	0:04,44	0:04,28	0:06,91	0:05,24	0:05,11	0:06,20	0:04,29	0:06,12	0:05,35	0:05,24	0:05,14	
===	Otočení stolu (+10%)	Z: uvolněný cyklus K: stát před strojem	J P	0:02,28	0:02,36	0:01,89	0:02,09	0:02,22	0:02,27	0:02,12	0:01,93	0:02,26	0:02,10	0:02,37	0:02,32	
===		Z: šlápnutí na pedál K: ...	J P													
===		Z: ... K: ...	J P													
===		Z: ... K: ...	J P													
===		Z: ... K: ...	J P													
===		Z: ... K: ...	J P													
Stupeň výkonu				100%	95%	100%	100%	95%	100%	100%	95%	95%	100%			
Suma (celková průměrná délka trvání operace)													00:48,3			
Činnosti vykonávané v jiné četnosti opakování (pravidelně)							Identifikované plynutí a chyby ergonomie									
P.č.	činnost	čas	četnost	vysl. čas												
				00:00,0	1) 6 kroků k odložení dílů											
				00:00,0	1+4) "hledání" upínacího pedálu a šlápnutí na něj											
				00:00,0												
				00:00,0												
				00:00,0	Poznámky											
				00:00,0	Měření cyklu prac. v celku: 49,55; 52,44 s => správnost chronometráže potvrzena.											
				00:00,0	Dostupný časový fond za směnu 480m (-30m pauza, -30-10m čištění, -20m manipulace s obaly) = 390m											
				00:00,0	dostupný čas v sek. / (čas cyklu * přírážka) => počet cyklů *4 => počet kusů											
				00:00,0												
				00:00,0												
				390	60	0	60	48,27	1,1	441					1763	

Chronometráž operace																
Operace CNC-obrábění dílu C 1437 A - OP2											Datum pozorování: 27.01.2017		Pozorovací list č. ##			
											od: 9:00		do: 10:00		Krycí list č.: ##	
P. č.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezní bod	N	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)										Průměr	Průměr s faktorem výkonu	
				0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00			0:00:00
	Ofuk	Z: před ofukem K: po ofuku	J P	0:09,17	0:11,29	0:11,82	0:09,37	0:09,05	0:10,23	0:09,53	0:11,02	0:09,26	0:10,89	0:10,16	0:10,67	
	Kontrola + balení	Z: po ofuku K: po kontrole v bedně	J P	0:07,09	0:08,25	0:11,75	0:05,74	0:07,95	0:08,89	0:10,16	0:09,97	0:09,97	0:11,45	0:09,12	0:09,58	
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
		Z: K:	J P													
Stupeň výkonu				105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	105%	00:20,2			
Suma (celková průměrná délka trvání operace)																
Činnosti vykonávané v jiné četnosti opakování (pravidelně)					Identifikované plynutí a chyby ergonomie											
P.č.	Činnost	čas	četnost	vysl. čas	1) špatně přístupný rohový stůl, natahování se přes hranu 14) přeskládávání polotovary do bedýnek a přemístování na stolek u CNC											
11	Naplnění bedýnky polotovary	0:01:35	27	0:42:13												
12	Oplach a vyskládání kusů	0:00:35	62	0:35:54												
13	Zanesení plně bedy	0:00:10	33	0:05:33												
14	Přinesení prázdné bedny	0:00:10	33	0:05:33												
15	Označení zboží štítkem a nálepkou	0:00:27	33	0:15:00												
16	Provedení kontrol a zápis v KK	0:01:22	8	0:10:56												
					Poznámky											
					Dostupný časový fond za směnu 480m (-30m pauza, -30-10m čištění, -20m manipulace s obaly) = 390m											
					dostupný čas v sek. / (čas cyklu * přírážka) => počet cyklů *2 => počet kusů											
					1:55:10											
				1600	390	60	115	60	20,25	1,1	740	1481				

PŘÍLOHA P 5 - MOST – 1-2

MĚŘENÍ PRÁCE METODOU PŘEDEM STANOVENÝCH ČASŮ - MOST (MAYNARD OPERATION SEQUENCE TECHNIQUE)

Operace: CNC C1437 A - operátor 1

Datum: 14.02.2017

Současný stav

ID	Pracovní krok	Obrázek / popis	Druh operace	2	4	6	8	1	1	1	1	1	2	2	21	TMU	s	opakování v cyklu	celkový čas v cyklu		
100	Vyjmutí dílů																				
101	zmačkní pedál (deaktivace hydrauliky a pneumatiky) a drž ho 2s		řízené přemístění	A 3	B 0	G 0	M 0	X 6	I 0	A 3	/	/	/	/		120,00	4,32	1,00	4,32		
102	otevří dveře stroje (simo)		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 1	A 1	/	/	/	/		60,00	2,16	1,00	2,16		
103	vzít dva kusy, a položit do jedné ruky na sebe	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	/	/	/	/		40,00	1,44	1,00	1,44		
104	vylít z nich emulzi (simo)		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/		10,00	0,36	1,00	0,36		
105	vzít třetí kus, a položit na první dva	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	/	/	/	/		40,00	1,44	1,00	1,44		
106	vylít z něj emulzi		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/		10,00	0,36	1,00	0,36		
107	vzít čtvrtý kus, a vylít a položit na první tři	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	/	/	/	/		40,00	1,44	1,00	1,44		
108	vylít z něj emulzi		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/		10,00	0,36	1,00	0,36		
109	položit do síta pro oplach	3 kroky tam a 3 zpět, volně odložení	obecné přemístění	A 0	B 0	G 0	A 6	B 0	P 6	A 6	/	/	/	/		180,00	6,48	1,00	6,48		
200	Oplach lože přípravku																				
201	vzít pistoli a odložit ji	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 1	/	/	/	/		50,00	1,80	1,00	1,80		
202	postříkat s ní upínací plochy	stříká se cca 4x2s	řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 24	I 0	A 1	/	/	/	/		260,00	9,36	1,00	9,36		
300	Vložení polotovaru																				
301	vložit první dva kusy z přepravky (simo)	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	A 1	/	/	/	/		100,00	3,60	1,00	3,60		
302	vložit další dva kusy z přepravky (simo)	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	A 1	/	/	/	/		100,00	3,60	1,00	3,60		
302	zkontroluj založení "zakvedláním"	po jednom	řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 3	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/		50,00	1,80	1,00	1,80		
303	zavři dveře		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 1	A 1	/	/	/	/		60,00	2,16	1,00	2,16		
400	Obrobení																				
402	zmačkní pedál (aktivace hydrauliky a pneumatiky) a drž ho 2s		řízené přemístění	A 3	B 0	G 0	M 0	X 6	I 0	A 3	/	/	/	/		120,00	4,32	1,00	4,32		
403	zmačkní tlačítko uvolnění stolu		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/		30,00	1,08	1,00	1,08		
405	otočení stolu (2s)		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 0	X 6	I 0	A 0	/	/	/	/		60,00	2,16	1,00	2,16		
Celkem																					48,24

Aktuální norma dle MOST

Cyklické časy [s]	5:45:36
Dostupný čas za směnu [s]	23400
hrubá norma cyklů za směnu	485
hrubá norma ks za směnu	1940
VÝSLEDNÁ NORMA	
Čistý čas směny / čistá spotřeba času x přírážka	1764

MĚŘENÍ PRÁCE METODOU PŘEDEM STANOVENÝCH ČASŮ - MOST (MAYNARD OPERATION SEQUENCE TECHNIQUE)

Operace: CNC C 1437 A - operátor 2

Datum: 14.02.2017

Současný stav

ID	Cyklické činnosti	Obrázek / popis	Druh operace	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TMU	s	opakování v cyklu	celkový čas v cyklu																													
100	Ofuk																																																										
	Ofuk (24 ks) po dvou: vem dva kusy (nesimo), a odlož na stůl		obecné přemístění	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	60,00	2,16	1,00	2,16																													
		ofoukni zmačknutím pedálu	s otočením tam a zpět => M2	řízené přemístění	A 3	B 0	G 0	M 2	X 16	I 0	A 1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	220,00	7,92	1,00	7,92																													
100	Vizuální kontrola a balení																																																										
101	vem dva ofouknuté kusy (nesimo), a odlož do bedny		obecné přemístění	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 6	A 1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	120,00	4,32	1,00	4,32																													
102	zkontroluj je	3 body z jedné strany	použití nástroje T	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	T 16	A 0	B 0	P 0	A 0													160,00	5,76	1,00	5,76																													
103	otoč je	3 body z druhé strany	řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10,00	0,36	1,00	0,36																													
	Vlož proložku	4 vrstvy v bedýnce, 4 proložky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	70,00	2,52	0,17	0,42																													
Celkem																																																											20,94

ID	Činnosti vykonávané v jiné četnosti opakování (pravidelné)	Obrázek / popis	Druh operace	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TMU	s	opakování v úko	celkový čas v cyklu	opaková	celkový čas v cyklu2																													
1000	Činnosti vykonávané v jiné četnosti opakování (pravidelné)																																																												
	<i>příprava polotovaru</i>																																																												
1001	běž ke Gi-Bo s prázdnou mezipřevkou a dej ji na stolek		obecné přemístění	A 10	B 0	G 1	A 3	B 3	P 6	A 10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	330,00	11,88	1,00	11,88	26,67	316,80																													
	napln mezipřevkou (60 ks)		obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	40,00	1,44	60,00	86,40	1600,00	2304,00																													
	<i>oplach dílů a vyskládání na stůl</i>																																																												
1002	uchop sítku s díly (simo), odlož sítku	(ca. 24 ks, tj. 6 cyklů)	obecné přemístění	A 6	B 0	G 1	A 0	B 0	P 3	A 6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	160,00	5,76	1,00	5,76	66,67	384,00																													
	propláchni je		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 16	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	160,00	5,76	1,00	5,76	66,67	384,00																													
	a opatrně je vysyp na stůl		obecné přemístění	A 0	B 0	G 0	A 3	B 0	P 6	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	90,00	3,24	1,00	3,24	66,67	216,00																													
1003	otoč je všechny na správnou stranu		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	30,00	1,08	16,00	17,28	800,00	864,00																													
	<i>Ostatní</i>																																																												
1003	Odnes plnou bednu		obecné přemístění	A 3	B 0	G 1	A 10	B 6	P 3	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	230,00	8,28	1,00	8,28	33,33	276,00																													
1004	Přines prázdnou bednu		obecné přemístění	A 10	B 0	G 1	A 10	B 0	P 3	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	240,00	8,64	1,00	8,64	33,33	288,00																													
1006	Vem štítek a dej ho na bednu	každá bedna	obecné přemístění	A 3	B 0	G 1	A 3	B 0	P 6	A 3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	160,00	5,76	1,00	5,76	33,33	192,00																													
1007	použít označ ho		použití nástroje R	A 3	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	R 24	A 1	B 0	P 1	A 3													340,00	12,24	1,00	12,24	33,33	408,00																													
1008	Vem nálepky a odlož je		obecné přemístění	A 1	B 0	G 0	A 0	B 0	P 1	A 1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	30,00	1,08	2,00	2,16	33,33	36,00																													
1009	jednu odlep a přilep ji na štítek		obecné přemístění	A 1	B 0	G 3	A 3	B 0	P 6	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	130,00	4,68	3,00	14,04	33,33	156,00																													
Celkem																																																												181,44	5824,80

ID	Činnosti mimo cyklus - nezávislé na počtu cyklů	Obrázek / popis	Druh operace	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TMU	s	opakování	celkový čas																																
2000	vem si kontrolní kartu		obecné přemístění	A 3	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	90,00	3,24	8,00	25,92																																
2001	přečti kontrolní kartu		použití nástroje T	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	T 67	A 0	B 0	P 0	A 0													670,00	24,12	8,00	192,96																																
2001	Kontrola kalibrem - dobrá strana + špatná strana		použití nástroje M	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	M 10	A 0	B 0	P 0	A 0													190,00	6,84	8,00	54,72																																
2002	(vem) a otoč kus		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	30,00	1,08	8,00	8,64																																
2003	Kontrola kalibrem - dobrá strana + špatná strana		použití nástroje M	A 0	B 0	G 0	A 0	B 0	P 6	M 10	A 1	B 0	P 3	A 0													200,00	7,20	8,00	57,60																																
2002	Vyplň kontrolní kartu		použití nástroje R	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	R 54	A 1	B 0	P 1	A 1													650,00	23,40	8,00	187,20																																
Celkem																																																													65,88	527,04

Aktuální norma dle MOST

Cyklické časy [s]	20,9
Ostatní časy, závislé na počtu cyklů	5824,8
Ostatní časy, nezávislé na počtu cyklu	527,0
ostatní časy součet	6351,8
ostatní časy + 10%	6987,0
Dostupný čas za směnu [s]	16413,0
hrubá norma ks za směnu	784
VÝSLEDNÁ NORMA	
Čistý čas směny / čistá spotřeba času x přírážka	1425

PŘÍLOHA P 6 - MOST PO OPTIMALIZACI PRACOVIŠTĚ – 1 - 2

Budoucí stav - polotovary blíže, automatický pás, upínací tlačítko na stroji

ID	Pracovní krok	Obrázek / popis	Druh operace	2	4	6	8	1	1	1	1	1	1	2	2	21	TMU	s	opakování v cyklu	celkový čas v cyklu		
100	Vyjmutí dílů																					
101	zmačkni tlačítko (deaktivace hydrauliky a pneumatiky) a čekej 1s		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 0	X 3	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	50,00	1,80	1,00	1,80		
102	otevři dveře stroje (simo)		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 1	A 1	/	/	/	/	/	/	60,00	2,16	1,00	2,16		
103	vzít dva kusy, a položit na pás	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 1	/	/	/	/	/	/	50,00	1,80	1,00	1,80		
104	vylít z nich emulzi (simo)		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	10,00	0,36	1,00	0,36		
105	vzít dva kusy, a položit na pás	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 1	/	/	/	/	/	/	50,00	1,80	1,00	1,80		
106	vylít z nich emulzi (simo)		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	10,00	0,36	1,00	0,36		
200	Oplach lože přípravku																					
201	vzít pistoli a odložit ji	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 1	/	/	/	/	/	/	50,00	1,80	1,00	1,80		
202	postříkat s ní upínací plochy	stříká se cca 4x2s	řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 1	X 24	I 0	A 1	/	/	/	/	/	/	260,00	9,36	1,00	9,36		
300	Vložení polotovarů																					
301	vložit první dva kusy z Gi-Bo(simo)	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	A 1	/	/	/	/	/	/	100,00	3,60	1,00	3,60		
302	vložit další dva kusy z přepravky (simo)	vše na dosah ruky	obecné přemístění	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 6	A 1	/	/	/	/	/	/	100,00	3,60	1,00	3,60		
302	zkontroluj založení dílů "zakvedláním"	simo po dvou	řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 3	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	50,00	1,80	2,00	3,60		
303	zavři dveře		řízené přemístění	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 1	A 1	/	/	/	/	/	/	60,00	2,16	1,00	2,16		
400	Obrobení																					
401	zmačkni tlačítko (aktivace hydrauliky a pneumatiky) a čekej 1s		řízené přemístění	A 1	B 0	G 0	M 1	X 3	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	50,00	1,80	1,00	1,80		
402	zmačkni tlačítko uvolnění stolu		řízené přemístění	A 0	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	20,00	0,72	1,00	0,72		
403	otočení stolu (2s)		řízené přemístění	A 0	B 0	G 0	M 0	X 6	I 0	A 0	/	/	/	/	/	/	60,00	2,16	1,00	2,16		
Celkem																						37,08

Budoucí norma dle MOST

Cyklické časy [s]	5:45:36
Dostupný čas za směnu [s]	23400
hrubá norma cyklů za směnu	628
hrubá norma ks za směnu	2513
VÝSLEDNÁ NORMA	
Čistý čas směny / čistá spotřeba času x přírůžka 1,1	2285

Odpadá manipulace s obaly 20m
(čas taktu stroje je 37,24) **2402,11**

Budoucí stav - sušící pás a krátký ofuk

ID	Cyklické činnosti	Obrázek / popis	Druh operace	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TMU	s	opakování v cyklu	celkový čas v cyklu
0:00:00	Ofuk + vizuální kontrola a balení																															
0:00:00	Ofuk po dvou: vem dva kusy (nesimo)		obecné přemístění	A	1	B	0	G	3	A	1	B	0	P	1	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	60,00	2,16	1,00	2,16
0:00:00	ofoukni je ve stanici (čas ofuku 2s)		řízené přemístění	A	1	B	0	G	0	M	0	X	6	I	0	A	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	80,00	2,88	1,00	2,88
0:00:00	zkontroluj je	3 body z jedné strany	použití nástroje T	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	T	16	A	0	B	0	P	0	A	0	A	0	160,00	5,76	1,00	5,76	
0:00:00	otoč je	3 body z druhé strany	řízené přemístění	A	0	B	0	G	0	M	1	X	0	I	0	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10,00	0,36	1,00	0,36
0:00:00	Vlož proložku	4 vrstvy v bedýnce, 4 proložky	obecné přemístění	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	A	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	70,00	2,52	0,17	0,42
0:00:00	a odlož do bedny		obecné přemístění	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	6	A	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	70,00	2,52		0,00
Celkem																															11,58	

ID	Pracovní krok	Obrázek / popis	Druh operace	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TMU	s	opakování v úko	celkový čas v cyklu	opaková	celkový čas v cyklu2
0:00:00	<i>Činnosti vykonávané v jiné četnosti opakování (pravidelné)</i>																																	
	<i>příprava polotovaru</i>																																	
0:00:00	běž ke Gi-Bo s prázdnu mezipřevkou a dej ji na stolek		obecné přemístění	A	10	B	0	G	1	A	3	B	3	P	6	A	10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	330,00	11,88	1,00	11,88	24,00	285,12
	napln mezipřevkou (60 ks)		obecné přemístění	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	40,00	1,44	60,00	86,40	1440,00	2073,60
	<i>Ostatní</i>																																	
0:00:00	Odnes plnou bednu		obecné přemístění	A	3	B	0	G	1	A	10	B	6	P	3	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	230,00	8,28	1,00	8,28	30,00	248,40
0:00:00	Přines prázdnu bednu		obecné přemístění	A	10	B	0	G	1	A	10	B	0	P	3	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	240,00	8,64	1,00	8,64	30,00	259,20
0:00:00	Vem štítek a dej ho na bednu	každá bedna	obecné přemístění	A	3	B	0	G	1	A	3	B	0	P	6	A	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	160,00	5,76	1,00	5,76	30,00	172,80
0:00:00	označ ho		použití nástroje R	A	3	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3	R	24	A	1	B	0	P	1	A	3	A	3	340,00	12,24	1,00	12,24	30,00	367,20	
0:00:00	Vem nálepky a odlož je		obecné přemístění	A	1	B	0	G	0	A	0	B	0	P	1	A	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	30,00	1,08	2,00	2,16	31,00	33,48
0:00:00	jednu odlep a přilep ji na štítek		obecné přemístění	A	1	B	0	G	3	A	3	B	0	P	6	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	130,00	4,68	3,00	14,04	32,00	149,76
Celkem																															149,40	3589,56		

ID	Činnosti mimo cyklus - nezávislé na počtu cyklů	Obrázek / popis	Druh operace	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TMU	s	opakování	celkový čas
0:00:00	vem si kontrolní kartu		obecné přemístění	A	3	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1	A	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	90,00	3,24	8,00	25,92
0:00:00	přečti kontrolní kartu		použití nástroje T	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0	T	67	A	0	B	0	P	0	A	0	A	0	670,00	24,12	8,00	192,96	
0:00:00	Kontrola kalibrem - dobrá strana + špatná strana		použití nástroje M	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	6	M	10	A	0	B	0	P	0	A	0	A	0	190,00	6,84	8,00	54,72	
0:00:00	(vem) a otoč kus		řízené přemístění	A	1	B	0	G	1	M	1	X	0	I	0	A	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	30,00	1,08	8,00	8,64
0:00:00	Kontrola kalibrem - dobrá strana + špatná strana		použití nástroje M	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	6	M	10	A	1	B	0	P	3	A	0	A	0	200,00	7,20	8,00	57,60	
0:00:00	Vyplň kontrolní kartu		použití nástroje R	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	6	R	54	A	1	B	0	P	1	A	1	A	1	650,00	23,40	8,00	187,20	
Celkem																														65,88	527,04	

Budoucí norma dle MOST

Cyklické časy [s]	11,6
Ostatní časy, závislé na počtu cyklů	3589,6
Ostatní časy, nezávislé na počtu cyklů	527,0
ostatní časy součet	4116,6
ostatní časy + 10%	4528,3
Dostupný čas za směnu [s]	19471,7
hrubá norma ks za směnu	1681
VÝSLEDNÁ NORMA	
Čistý čas směny / čistá spotřeba času x přírážka	3057