

Projekt zvýšení efektivity magnetické linky ve firmě Metso Czech Republic, s.r.o.

Bc. Aneta Jeřábková

Diplomová práce
2018

 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: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Aneta Jeřábková**
Osobní číslo: **M15350**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zvýšení efektivity magnetické linky ve firmě Metso Czech Republic, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická práce

- Zpracujte literární rešerši k dané problematice jako podklad pro analytickou a projektovou část diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu magnetické linky ve firmě Metso Czech Republic, s.r.o.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a vytvořte návrh pro zlepšení současného stavu.
- Zpracujte návrhy do projektové podoby a vyhodnoťte.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.

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

LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill, c2004, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.

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

MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN. Maynard's industrial engineering handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, c2001, 1 sv. (různé stránkování). McGraw-Hill standard handbooks. ISBN 0-07-041102-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: ANETA JERÁBKOVÁ


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na zvýšení efektivity magnetické linky ve firmě Metso Czech Republic, s.r.o. Cílem práce bylo zvýšení plynulosti výroby odstraněním neproduktivních činností z procesů. Podstatou řešení bylo vypracování podrobné procesní analýzy současného stavu složené z procesní mapy, materiálového toku a mapy hodnotového toku pro výrobek XY. Na základě naměřených dat z analytické části byla definována plýtvání. Jako hlavní problémy firmy se jevíly neskutečné množství manipulace a špatné rozložení pracovišť. V návaznosti na definování plýtvání a nedostatků byly uskutečněny Kaizen workshopy, které sloužily k navržení efektivních změn pro optimalizaci dílčích pracovních operací. Tato řešení byla nově vizualizována ve zmíněných procesních analýzách již budoucího stavu. Ve vyhodnocení projektu jsou vypsány a vyhodnocené přínosy, které se týkají především dodržení taktu zákazníka, zkrácení průběžné doby, snížení cyklových časů, minimalizace manipulace a transportu.

Klíčová slova: analýza procesů, zlepšování, štíhlá výroba, layout, časová studie

ABSTRACT

This thesis is focused on increasing efficiency of a magnetic line in the company Metso Czech Republic, s.r.o. The aim of this thesis was to increase a fluency of production by unproductive activities removal from the processes. The essence of the solution was to draw up a detailed analysis of current state composed by a process map, material flow and a value stream map for a XY product. Based on the analysis data it was defined as a waste. The main problems of the company were a huge amount of handling and a poor workplace layout. As a follow-up to the waste and shortage defining, the Kaizen workshops were held to design effective changes for partial working procedures optimization. These solutions were newly visualized in the process analyses of yet future state aforementioned. The project evaluation includes a list and a subsequent evaluation of particular benefits related to the takt time, continuous-time regulation, cycle time reduction, handling and transport.

Keywords: Process analysing, Improvements, Lean Manufacturing, Layout, Time Studies

V úvodu této práce bych chtěla vyjádřit poděkování své vedoucí, Ing. Denise Hruškové, Ph.D. za ochotu a věcné připomínky.

Velké díky patří Ing. Dušanu Dostálovi za užitečné a odborné rady, pomoc a trpělivost, kterými přispěl k vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat firmě Metso Czech Republic, s.r.o., že mi poskytla možnost zpracovat tento projekt zároveň jako diplomovou práci. Dále děkuji všem zainteresovaným zaměstnancům, kteří byli ochotni se mnou při vypracovávání spolupracovat.

OBSAH

ÚVOD.....	8
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 PRODUKTIVITA A JEJÍ ZVYŠOVÁNÍ	11
1.1 ZPŮSOBY ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY	12
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	14
2.1 PŘÍSTUPY K PRŮMYSLOVÉMU INŽENÝRSTVÍ	15
2.1.1 Klasické PI	15
2.1.2 Moderní PI	15
2.2 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	16
2.3 LEAN	17
2.3.1 Lean production, Štíhlá výroba	18
2.3.2 Znaký podniku s principy štíhlé výroby.....	19
2.4 FORMY NEEFEKTIVITY	19
2.4.1 Muda	19
2.4.2 Mura	22
2.4.3 Muri.....	22
2.5 ANALÝZA PROCESŮ	24
2.5.1 Procesní mapa	24
2.5.2 Spaghetti diagram.....	25
2.5.3 Analýza toku hodnot	25
2.6 MĚŘENÍ PRÁCE	26
2.6.1 Přímé měření	27
2.6.2 Nepřímé měření.....	29
2.7 KAIZEN ZLEPŠOVÁNÍ	30
2.7.1 Small Kaizen	30
2.7.2 Péče o pracoviště 5S.....	30
2.7.3 Vizualní řízení.....	31
2.7.4 Štíhlý layout, způsoby uspořádání & projektování	32
3 ANALYTICKÉ METODY PROJEKTU	35
3.1 LOGICKÝ RÁMEC	35
3.2 RIZIKOVÁ ANALÝZA	35
3.3 SWOT ANALÝZA	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	38
5 FORMULACE PROJEKTOVÉHO ZADÁNÍ	39
5.1 DEFINOVÁNÍ PROJEKTU ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY MAGNETICKÉ LINKY	39
5.1.1 Časový harmonogram	40
5.1.2 Logický rámec.....	41

5.1.3	Riziková analýza	41
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU	42
6.1	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH PROCESŮ.....	42
6.1.1	Pracoviště indukce	43
6.1.2	Magnetizační linka	44
6.1.3	Cídírna.....	44
6.1.4	Expedice.....	45
6.2	SWOT ANALÝZA VYBRANÉHO VÝROBNÍHO PROCESU	45
6.3	ANALÝZA PROCESŮ	47
6.3.1	Procesní mapa	48
6.3.2	Chronometráž vybraných operací	50
6.3.3	Materiálový tok	51
6.3.4	Mapa hodnotového toku.....	53
6.4	SHRnutí ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU	55
7	PROJEKT ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY MAGNETICKÉ LINKY	59
7.1	NÁVRHY NA ZEFEKTIVNĚNÍ PRACOVNÍCH OPERACÍ	59
7.1.1	Návrh na zefektivnění kontroly magnetizací	59
7.1.2	Shrnutí návrhů na zefektivnění kontroly magnetizací	66
7.1.3	Návrh na zefektivnění broušení a měření tvrdosti	67
7.1.4	Shrnutí návrhu na zefektivnění broušení a měření tvrdosti	70
7.1.5	Návrh na zefektivnění vážení.....	70
7.1.6	Shrnutí návrhu na zefektivnění vážení.....	72
7.1.7	Návrh na zefektivnění balení a expedice	72
7.1.8	Shrnutí návrhu na zefektivnění balení a expedice.....	75
7.2	SHRnutí NÁVRHŮ NA ZEFEKTIVNĚNÍ PRACOVNÍCH OPERACÍ.....	77
7.2.1	Procesní mapa budoucího stavu	78
7.2.2	Nový layout s materiálovým tokem	80
7.2.3	Mapa hodnotového toku budoucího stavu	81
8	VYHODNOCENÍ PROJEKTU	83
	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	87
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK.....	92
	SEZNAM PŘÍLOH.....	93

ÚVOD

Chce-li firma obstát nátlak konkurence, je třeba poskytovat zákazníkovi výrobky nejlepší kvality, ceny a času dodání. Proto efektivita procesů, flexibilita a neustálé zlepšování i po malých krůčcích napomáhá firmě přežít, ba dokonce generovat zisky a umožnit tak i příjemné pracovní prostředí pro své zaměstnance.

Práce si klade za cíl zvýšit efektivitu magnetické linky ve společnosti Metso Czech Republic, s.r.o. Konkrétně se jedná o interní nazvání vybrané části výrobního procesu výrobku XY s počátkem na pracovišti indukce a zakončenou expedicí do DC (Distribution Center). V současné době magnetická linka představuje část výroby s příliš dlouhou průběžnou dobou, značným podílem činností nepřidávajících produktu hodnotu a nevhodným rozmístěním pracovišť. Účelem tohoto projektu je zvýšit plynulost výroby, snížit či dokonce eliminovat neproduktivní činnosti a dosáhnout taktu zákazníka při současném navýšení výroby.

Práce je strukturována do dvou částí, teoretická a praktická. Teoretická část poskytuje literární rešerši k tématu týkajícímu se zvyšování produktivity a oblasti štíhlého, efektivního podniku. V rámci štíhlého podniku se teoretická část zaměřuje na štíhlou výrobu a na plýtvání, které se v rámci výroby nejvíce vyskytují. Následně v rámci kapitoly analýzy a měření procesů jsou vysvětleny metody, díky kterým je možné tato plýtvání odhalit a změřit. Vizualně lze tato plýtvání zobrazit v procesní mapě a mapě hodnotového toku, které jsou součástí kapitoly analýzy procesů. V další kapitole jsou popsány způsoby zlepšování procesů. V závěru teoretické části jsou uvedeny další metody a nástroje týkající se projektového řízení, dále použité v praktické části.

Získané poznatky z teoretické části poslouží pro zpracování části praktické. V úvodu je krátce představena společnost Metso, ve které byl projekt zpracován na základě žádosti samotnou firmou. Dále je formulován zadání a cíl projektu, který provází celou následující část praktické části. Další kapitola se zabývá analýzou procesů a měřením dílčích pracovních operací. V závěru analytické části je shrnutí s návrhy ke zlepšení. V projektové části budou v rámci Kaizen workshopů navržena zlepšení pro každou pracovní operaci magnetické linky se závěrečným zhodnocením v podobě budoucího stavu procesní mapy, budoucího materiálového toku i budoucí mapy toku hodnotového. V poslední části bude projekt zhodnocen jak z ekonomického hlediska, tak z hlediska přínosů. Již z úvodu je třeba zmínit, že si společnost nepřeje uvádět název výrobku, přesné hodnoty nákladů a úspor a stejně tak zveřejnění jakékoli fotografie.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce je zefektivnění magnetické linky a dosažení taktu zákazníka při současném navýšení výroby. K dosažení jsou využity Kaizen workshopy, prostřednictvím kterých dojde k zvýšení plynulosti výroby a ke snížení či naprosté eliminaci neproduktivních činností.

Kaizen workshopy pracují s daty získanými v analýze současného stavu. Pro snazší uchopení procesu jsou využity v počátku některé empirické metody jako rozhovory s pracovníky a pozorování. Z takto nabytých poznatků je vypracována SWOT analýza s cílem zjistit silné a slabé stránky, popřípadě hrozby a příležitosti magnetické linky. Následně jsou v rámci analýzy a měření procesů získána data, a to pomocí jak stopek, tak videonahrávek pro přesnější náměry. Výsledky z chronometráží a předchozích procesních analýz jsou shrnuty do mapy hodnotového toku, která pracuje s tokem informací i materiálu mezi jednotlivými procesy a v rámci jich samotných.

Většina plýtvání je objevena již v rámci analýzy procesů a měření dílčích pracovních operací a v rámci Kaizen workshopů jsou formou brainstormingu navržena jejich zlepšení a případná eliminace. Zároveň jsou navrženy varianty pro zefektivnění činností produktivních.

Na základě navržených zlepšení jsou pozměněny pracovní postupy a samotné rozvržení pracoviště. Chronometráží jsou stanoveny nové cyklové časy a spolu s dalšími změnami jsou zaneseny do budoucí procesní mapy, nového materiálového toku a budoucí mapy hodnotového toku.

Pro projektovou část jsou použity další metody jako je logický rámec, riziková analýza RIPRAN a časový harmonogram.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRODUKTIVITA A JEJÍ ZVYŠOVÁNÍ

Produktivita podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 21) představuje míru využití zdrojů při tvorbě produktů. Jiří Dědina a Václav Cejthamr (2010, s. 22) tuto definici ve své knize rozšířil a píše o tvorbě produktů v zákaznickem požadované kvalitě a za určité období.

Vzorec pro vyjádření produktivity je následující:

$$Produktivita = \frac{Výstupy}{Vstupy}$$

Průmyslové podniky čelí silící konkurenci a neustávající potřebě využívat efektivněji veškeré zdroje. Rozhodujícím faktorem je vysoká produktivita, který určuje, zda podnik přežije v rámci domácího, evropského či světového trhu. Nedílnou součástí při definování produktivity je požadavek na vysokou kvalitu. Známkou úspěchu u zvyšování produktivity tedy představuje dosažení vysoké kvality při co nejnižších nákladech. Není divem, že se řízení produktivity stává u většiny podniků vedoucí strategií. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 21)

O daný zájem se postarala celá řada faktorů, jak už národních, tak celosvětových. Celosvětovými se rozumí globální intenzivní konkurence ve spojení s tlakem na rostoucí kvalitu za stávajících, ba dokonce nižších cen.

Nízká úroveň produktivity či pomalý růst ovlivňuje přežití jakéhokoli ekonomického útvaru a významně potlačuje růst životní úrovně obyvatel. Mašín a Vytlačil (2000, s. 14) ve své knize udávají následky pomalého růstu, jež se točí v začarovaném kruhu. Počínaje vysokými náklady, které mají vliv na vysoké ceny, následuje pokles tržeb, a tudíž snižování výroby, jenž zapříčiní další pokles produktivity a tím růst inflace a pokles životní úrovně.

Na opačné straně řízení a zvyšování produktivity má pro podnik mimo jiné i následující přínosy (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 14-15):

- Snižování cen výrobků a služeb – díky aktivitám vedoucím k zvýšení produktivity jsou snižovány náklady
- Efektivně využití zdrojů – stejná spotřeba zdrojů umožní vyšší produkci
- Větší profit – díky sníženým nákladům
- Zlepšení ohodnocení zaměstnanců

1.1 Způsoby zvýšení produktivity

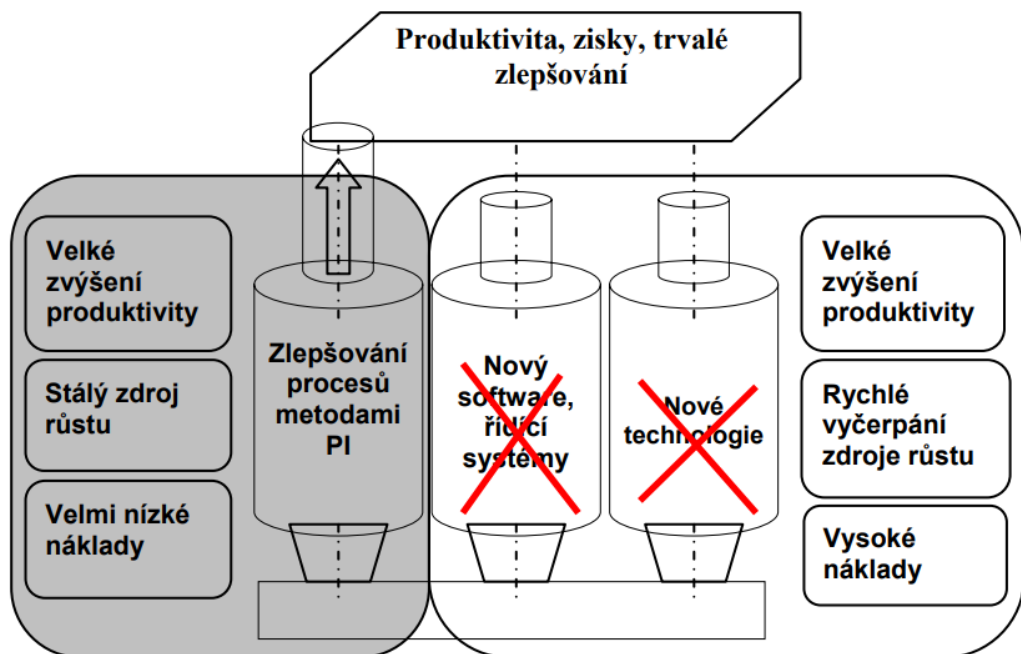
Tradičně podniky zlepšovaly svou produktivitu prostřednictvím automatizace a v menší míře školením zaměstnanců. V osmdesátých letech začaly podniky zvyšovat produktivitu tím, že snižovaly počet svých pracovníků a očekávaly, že méně lidí bude pracovat více. I když je to legitimní a efektivní způsob jak zvýšit produktivitu, je ve skutečnosti kontraproduktivní, protože lidé nejsou stroje. Došlo se k závěru, že fráze „Pracuj chytřeji, ne víc“ je pravdivá. (Ronald Blank, 2013, s. 7-9) Ke zvýšení Produktivity tedy mohou být využity následující možnosti:

- Zvýšení efektivity pracovní síly na všech úrovních
- Zlepšení metod, zavedení metod průmyslového inženýrství
- Zjednodušení návrhu výrobku a snížení rozmanitosti
- Zlepšení základních výrobních procesů výzkumem a vývojem
- Použití lepší výrobních zařízení
- Lepší plánování výroby a kontrola

Ve světě produktivity se při transformaci vstupů hledí na činnosti v rámci transformace, přidávající konečnému produktu hodnotu. Je tudíž nutné se zaměřit na správné rozlišení činností, zda jsou VA (přidávající hodnotu) či NVA (nepřidávající hodnotu) a dále VA činnosti rozvíjet a NVA eliminovat. (Polášková, 2011, s. 21) Chromjaková (2013, s. 73, 77) dodává, že navržení procesů musí být takové, že prostřednictvím každého procesu musí být vytvářena maximální hodnota. Výkon procesu se dále měří indexem přidané hodnoty (Value Added Index):

$$\text{VA index} = \frac{\text{čas tvorbry přidané hodnoty}}{\text{celková průběžna doba výroby}}$$

Hodnotový tok je tvořen veškerými procesy od samotného vstupu materiálu až po vytvoření hotového výrobku. Hodnotový tok zahrnuje veškeré aktivity spojené s transformací vstupů na výstupy ať se jedná o aktivity přidávající hodnotu nebo hodnotu nepřidávající. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 43)



Obrázek 1 Co trvale zvyšuje produktivitu (Polášková, 2011, s. 21)

S pomocí metod průmyslového inženýrství je možné produktivitu zvýšit, a to za pomoci zlepšování stávajících procesů, jejich racionalizací a optimalizací.

Hodnota produktivity má přímý dopad na zvyšování zisku společnosti. Proto řízení produktivity by mělo být jednou z hlavních činností podniku. Samotná produktivita potom představuje ručičku kompasu určující směr, kterým se podnik ubírá. (Polášková, 2011, s. 22)

Při navyšování produktivity se nejedná o žádnou krátkodobou jednorázovou akci. Jedná se o celkovou změnu přístupu a myšlení a vyžaduje maximální podporu napříč celou firmou od vrcholového managementu po operátory. (Mašín Vytlačil, 2000, s. 19)

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství (PI) je jedním z nejmladších inženýrských oborů. Neustále prochází vývojem a zároveň pružně reaguje na změny. Zjednodušená definice z výkladového slovníku (Mašín, 2005, s. 65) říká, že se jedná o vědní obor zaměřený na plánování, navrhování, implementování a řízení produkce výrobků nebo poskytování služeb. Zároveň se zabývá podporovou vysoké produktivity, kvality, údržby a řízení nákladů. (Popesko, 2016, s. 21) Jak ve své knize Bařiru (2014, s. 4) cituje Susan Blake:

Díky průmyslovému inženýrství spolu systémy fungují lépe s menším množstvím plýtvání, lepší kvalitou a se spotřebou méně zdrojů.

Projektování, zavádění a zlepšování, jako tři základní činnosti PI rozdělil Mašín a Vytlačil (2000, s. 82) do čtyř skupin. Skupiny v sobě nesou veškeré metody a techniky, které se používají v PI. Jedná se o tyto aktivity:

1. Plánování, navrhování a management, pod kterými si můžeme představit měření práce, kapacitní výpočty atd.
2. Lidské hledisko – ergonomie, zlepšování procesů, týmy
3. Technologická stránka – např. layout a rozložení výroby
4. Kvantitativní a kreativní metody

Cílem každé organizace je eliminovat plýtvání. Ve výsledku může být průmyslové inženýrství vysvětleno jako praktické uplatnění kombinace inženýrských oborů s určitými prvky vědeckého vedení. Jedná se o inženýrství pracovních procesů a aplikaci metod průmyslového inženýrství. Průmyslové inženýrství klade důraz na porozumění pracovníků, jejich motivů a potřeb, za účelem zlepšení činností jak výrobních, tak činností spojených se službami. (Bařiru, 2014, s. 5)

Průmyslové inženýrství si s sebou nese hrdé dědictví s odkazem, jež lze vystopovat až k průmyslové revoluci. Přestože se průmyslové inženýrství praktikuje už po staletí, první formální zmínka a oficiální vznik se pojí k Fredericku Winslow Taylorovi a datuje se k počátku dvacátého století. Jeho činnost a strategie se primárně zabývala otázkou produktivity. Ve svých firmách sledoval dva klíčové faktory: produktivitu člověka a produktivitu stroje. Uvědomoval si problematiku zvyšování kvantity s úkorem na kvalitě. Řídil se heslem, které cituje ve své knize Chromjaková (2013, s. 4) „Nejdřív vytvoř fungující systém, který bude produkovat produktivitu a pak zvyšuj kvalitu a kvantitu.“

V České republice se o průmyslovém inženýrství (PI) jako o oboru začíná mluvit po letech 1989. Přesto už v letech dřívějších se určité prvky PI prováděly a aplikovaly při výrobní činnosti.

2.1 Přístupy k průmyslovému inženýrství

V zásadě se setkáváme se dvěma základními přístupy a dělením průmyslového inženýrství. Reflektují v sobě základní přístup v použití metod.

2.1.1 Klasické PI

Mašín a Vytlačil (2000, s. 89) blíže upřesňují, že klasické průmyslové inženýrství se zaměřuje a vyvíjí exaktní metody. Záměrem studia práce, prvním ze dvou exaktních metod klasického PI, je dosažení optimálního a efektivního využití lidského a materiálového zdroje v daném podniku. Studium práce vychází ze dvou technik: studium metod a měření práce.

Studium metod bývá popisováno jako technika s pomocí, které se rozloží lidská činnost na jednotlivé prvky. Tyto prvky se dále analyzují, navrhnou se zlepšení nebo se eliminují.

Technika měření práce se zakládá na aplikaci technik pro stanovení norem potřebných pro vykonání určité činnosti.

V závěru díky kombinaci využití obou technik je podnik schopen dosahovat vyšší produktivity. (Mašín, 2000, s. 89)

2.1.2 Moderní PI

Na rozdíl od klasického PI se v moderním bere v potaz dynamické, vyzývající a turbulentní prostředí. Firmy, které nejsou schopny být flexibilní a reagovat na rychlý vývoj, jsou ztraceny.

Moderní průmyslové inženýrství začíná usilovně pracovat s faktorem, mimo jasně vytyčené techniky a metody, kterým je sám pracovník vykonávající danou práci. Investuje se do rozvoje pracovníků, namísto nadměrného investování do nových strojů a technologií.

Program moderního průmyslového inženýrství vychází z japonských učení a jsou založeny na socio-technickém přístupu k utváření trvalého rozvoje produktivity. Což svým způsobem doplňuje samotný lean, kterému budou následující kapitoly věnovány.

2.2 Průmyslový inženýr

Často se u průmyslového inženýra setkáváme s nálepkou člověka se stopkami v rukách, zápisníkem pod paží a foťákem v ruce. Někdo, kdo mění lay-out, stanovuje nelidské normy, snižuje počty zaměstnanců. Ten, co říká lidem, kteří svou práci znají jako své boty, protože ji dělají přes třicet let, že to dělají pomalu nebo dokonce špatně!

V první řadě průmyslový inženýr má za cíl motivovat kolegy a všechny zaměstnance ke změně myšlení a přístupu k dávno zajetým procesům, motivovat k vnímání produktů především ke zvyšování hodnoty, kterou daný produkt přináší zákazníkům. Snaží se vyprovokovat v lidech nápady vedoucí ke zlepšení pracovního prostředí, procesů, ba dokonce samotných výrobků. (Chromjaková, 2013, s. 9)

Definici role průmyslového inženýra, jeho úlohu v moderní organizaci lze nejlépe shrnout v jednom slově rozmanitost. Maynard (2001, s. 12) ve své knize popisuje průmyslového inženýra jako člověka zaměřeného na navrhování, zlepšování, zavádění ucelených systémů lidí, materiálů, informací, zařízení a energie. Odráží se od teoretických znalostí v matematice, fyzice a spolu se znalostmi zásad a metod PI je schopen analyzovat a navrhovat, specifikovat, předvídat a vyhodnocovat výsledky, které jsou z takovýchto integrovaných systémů získávány. (Maynard, 2001, s. 12)

Mezi základní znalosti průmyslového inženýra se řadí (Chromjaková, 2013, s. 9):

- Plánování a řízení projektů
- Plánování a organizování výroby
- Technická a technologická příprava produkce
- Řízení produktivity a procesů
- Analýza a měření práce
- Vývoj a inovace
- Strategické plánování
- Flexibilní management změn
- Finanční management

Chromjaková (2013, s. 10) ve své knize rozšiřuje potřebu znalosti základů matematiky a fyziky o chemii, výrobní technologii, elektroniku, informační systémy, počítačem řízené výroby, ergonomii a fyziologii. Ovšem nejvíce ceněnou dovedností každého průmyslového

inženýra je profesionální interpersonální komunikace, motivování, moderační schopnosti, prezentační a komunikační dovednosti.

2.3 LEAN

Slovo lean je v dnešní době i v České republice hojně skloňován, a to nejen výrobními firmami. Toto slovo užívají banky, supermarkety a mnoho jiných, pro které je zákazník klíčový.

Lean není pouze o plýtvání. Plýtvání se odstraňuje se snahou zlepšit výhody či užitek pro zákazníka. Stejně tak zásoby nejsou jen nutné zlo, když se vytváří, tam kde jsou nutné. Lean není jen o 5S – jako nástroj má ovlivnit především důslednost a kvalitu. Není to o SMED – SMED je pouze nástrojem pro zlepšení času odezvy a služeb pro zákazníka. TPS bylo založeno s primárním cílem mít na mysli zákazníka. Opakem Leanu jsou například EOQ (optimální velikost objednávky), masová výroba, dlouhý lead time, tlakový systém a jiné. Ty všechny jsou navrženy s ohledem na výrobce, ne na zákazníka. (John Bicheno, 2004, s.4)

Stejně tak není přesné brát Lean jen jako nástroj. Jako bonboniéru plnou nástrojů, z které si stačí vybrat.

Lean dle Womacka (2005, s. 2) je založen na pěti lean principech:

- Poskytování **hodnot**, které jsou skutečně vyžadovány zákazníkem. V konečném důsledku zákazník si kupuje výsledky, ne produkty (čistě tričko, ne pračku). Přesto plno výrobců tíhne k poskytování zákazníkům toho, co je nejpříhodnější samotnému výrobcu. (Bicheno, 2004, s. 10)
- Určení **toků hodnot** pro každý výrobek. Jedná se o řadu procesů či činností od konceptu po uvedení na trh (skrz proces vývoje) a od objednávky až k rukám zákazníka. Je nutné podrobit celý proces a každý krok v procesu analýze, zdali opravdu vytváří hodnotu pro zákazníka. Případně je nutnost eliminace činností, které hodnotu nevytváří.
- Třetím principem je sestavení ze zbývajících kroků, které přidávají zákazníkovi hodnotu **tok**. Docílení plynulého toku je podloženo eliminací prostoje a čekání, nadbytečných zásob mezi jednotlivými kroky a snížení doby odezvy. Plynulý tok vyžaduje značnou míru plánování a přípravných činností, avšak vize a strategie je dobrým pomocníkem dosažení.

- Čtvrtý princip ponouká firmy, aby nechaly zákazníka získat či vytáhnout si hodnotu z firmy. Jedná se o opak tlakového systému s dlouhou dobou odezvy, který se snažil přesvědčit zákazníka, že chce to, co firma už navrhla nebo vyrobila. **Tahový systém** je ve firmě znázorněn ve dvou úrovních (Bicheno, 2004, s.11). Makro úroveň představuje tah zákazníka. Mikro úroveň je na úrovni jednotlivých procesů, kdy každý další krok v procesu představuje zákazníka kroku předešlému. Každé rozšíření tahového systému snižuje prognostickou nejistotu.
- Nakonec přichází **dokonalost**. Po aplikování předchozích principů se ten poslední ani nezdá tak nemožný. Nejedná se pouze o dokonalost v kvalitě, ale o produkci přesných požadavků zákazníka. Ve stanovenou dobu bez zpoždění, s férovou cenou a s minimálním plýtváním.

Těchto pět principů nepředstavuje jednorázový postup, ale jedná se o cestu neustálého zlepšování.

2.3.1 Lean production, Štíhlá výroba

Na jaře roku 1950 navštívil mladý japonský inženýr Eiji Toyoda továrnu Forda v Detroitu. V tu dobu byly jeho rodinné firmy Toyota Motor Company ve velké krizi. Zatímco jeho firma byla schopna vyrobit 2685 aut v průběhu třinácti let, Ford v Detroitu jich vyrobil 7000 za den. Jeden z hlavních důvodů, na kterém se spolu s Taiichi Ohno shodli, byla nevhodnost masové výroby. Domácí trh byl malý a vyžadoval širokou škálu vozů. Od velkých nákladních aut pro přepravu přes malá nákladní auta pro farmáře, luxusní auta pro elitní smetánku nebo malé osobní auto vhodné pro japonské úzké cesty. (Liker, 2013, s. 16) (Dennis, 2007, s. 6) Důvodů bylo ovšem víc (Dennis, 2007, s. 10):

- Fragmentovaný trh vyžadující mnoho výrobků v malých objemech
- Tvrdá konkurence
- Pevné nebo klesající ceny
- Rychle se měnící technologie
- Vysoké náklady na kapitál
- Schopnost pracovníků vyžadujících vyšší míru zapojení

Dalo by se říct, že problémy, jimž čelili v letech 1950 jsou ty samé, kterým čelíme dnes a denně.

Štíhlá výroba dle Marchwinskeho (2003, s. 40) je obchodní systém pro organizování a řízení vývoje výroby, procesů, dodavatelů a vztahů se zákazníky. Štíhlá výroba vyžadují méně lidského úsilí, méně místa, méně kapitálu, méně potřebného času pro výrobu produktů s méně vadami, které slouží k dosažení přesných požadavků zákazníku ve srovnání s předchozím systémem hromadné výroby.

2.3.2 Znaky podniku s principy štíhlé výroby

Podle Tučka (2006, s. 229) se organizace praktikující štíhlou výrobu vyznačují základními znaky jako:

- *Spolupráce se zákazníky* – dokonalá synchronizace a komunikace pro zajištění „štíhlých“ prodejních kanálů.
- *Spolupráce s dodavateli*, která umožňuje redukci zásob a zvýšení jakosti.
- *Zjednodušení výrobní struktury*
- *Pružné výrobní zařízení*
- *Tlak na vysokou kvalitu*
- *Přehledný informační systém*

2.4 Formy neefektivity

Jak už bylo zmíněno, pokud firma se rozhodne jít cestou štíhlé výroby, je nutné porozumět zákazníkům, a především jejich potřebám. S cílem uspokojit zákazníka je nutné eliminovat, nebo alespoň zredukovat zbytečné činnosti, za které zákazník není ochoten zaplatit. Byly identifikovány tři druhy neefektivity muda, mura a muri. Aby firma dokázala jít cestou štíhle výroby a zůstat na této cestě a nesejít zpět k tomu, co bylo, musí se soustředit na všechny tři druhy neefektivity ne pouze na mudu jako plýtvání. (Hines, 2008, s.5)

2.4.1 Muda

Muda je japonský výraz pro označení plýtvání. Plýtvání je jakákoli činnost, která spotřebovává zdroje bez tvorby jakékoli hodnoty pro zákazníka. (Marchwinski, 2003, s.40) Identifikace a eliminace plýtvání je jeden ze základních kroků lean organizace. Přesto samotné odstranění plýtvání je zřídka kdy postačující a jen stěží udržitelné. Existují dva typy muda.

Typ 1. – činnosti, které nepřidávají zákazníkovi žádnou hodnotu, ale v současné době jsou nezbytné vzhledem k stávajícím technologiím nebo výrobním aktivitám.

Typ 2. – činnosti, které nepřináší žádnou hodnotu a mohou být ihned odstraněny. (Bicheno, 2004, s. 15)

Shiego Shingo identifikoval sedm druhů muda či plýtvání (Hines, 2008, s. 6):

- Nadvýroba
- Defekty/chybovost
- Zbytečné zásoby
- Složité a nestandardní postupy
- Nadměrná přeprava/zbytečná manipulace
- Čekání
- Zbytečné pohyby

Zbytečné pohyby se objevují jak v práci člověka, tak stroje. Zbytečné lidské pohyby jsou uskutečňovány v přímé souvislosti s ergonomií na pracovišti. Nevhodné ergonomické navržení pracoviště má negativní dopad jak na produktivitu, tak na kvalitu a v první řadě na bezpečnost práce. (Dennis, 2007, s.21) Pro ušetření zbytečných pohybů pomůže jak změna layoutu, nebo 5S na pracovišti, instalace zrcadel, a především nápady samotných operátorů reportovaných například skrz karty nápadů.

Nadměrná či zbytečná manipulace je dalším projevem plýtvání, které nepříznivě ovlivňuje jak kvalitu, tak produktivitu. Ivan Mašín (2003, s. 18) dělí zbytečnou manipulaci na makro-plýtvání, které je způsobeno nevhodným layoutem a mikro-plýtvání, kdy v rámci jednoho pracoviště se výrobek přenáší sem a tam. S převozem je úzce svázána komunikace. Kde je dlouhá vzdálenost, komunikace je tím chudší a nedostatečná a jednoznačně tím utrpí kvalita. Nejčastější a nejefektivnějším řešením nadměrné manipulace je úprava layoutu a analýza a následná úprava transportovaného množství.

Defekty či chybovost jsou svázány s deviací výrobku, polotovarů od standardu. Nejčastější otázka při nahlášení nekvality je „Kolik nás to bude stát?“ Defekty stojí firmu peníze, ať už za materiál, čas nebo energie. Lepší varianta je, pokud to lze ještě opravit. Defekty zvyšují náklady, které nezplatí nikdo jiný než firma. Eliminovat defekty a chybovost lze různými způsoby. Ať už průběžnými audity dodržování technologie postupu, aplikováním nástrojů pro řízení jakosti, a především dodržováním nápravných řešení, jež vyšly z minulých vad. (Bicheno, 2004, s. 18) Další řešení je vydat se cestou filozofie pro předcházení zbytečných chyb za pomoci nástroje poka-yoke. (Mašín, 2003, s.19)

Složité a nestandardní postupy jsou příkladnými ukazatele plýtvání, kdy se vynakládá zbytečná energie a náklady na činnost jež není zákazníkem vyžadována. Firmy s přílišným zaměřením na technologie, vysoké technické nebo technologické parametry opomíjí to nejdůležitější. Co chce a co potřebuje zákazník. Příliš procesů vede k více chybám, více transportu a manipulaci. Zde pomůže zaměřit se na hodnoty zákazníků a jejich potřeby. (Dennis, 2007, s. 23)

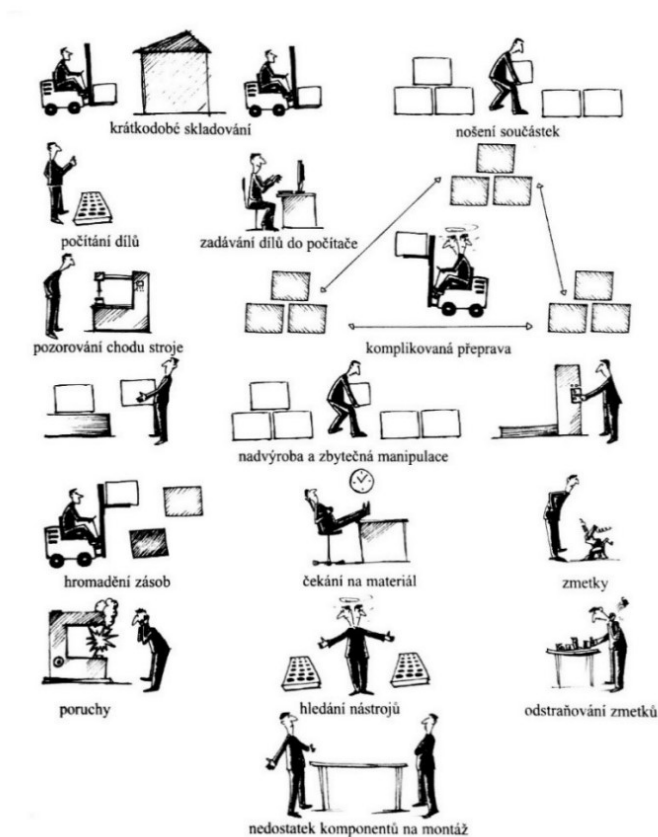
V kombinaci více druhů plýtvání se přetváří další druh plýtvání, kterým je přemíra **zásob**. Nulové zásoby jsou cíl, kterého není možné dosáhnout. Zásoby se vážou k údržbě a správě nepotřebných surovin, meziproductů, dílů atd. Mimo to, že zásoby k sobě vážou finanční prostředky, zabírají místo a je s nimi spojen nadbytečný transport a manipulace. Přemírou zásob disponují firmy praktikující push systém a firmy s nedostatečným plánováním. Výchozí diskem se jeví metoda Just-in-time nebo kanban systém. Je důležité dbát na takt zákazníka. (Bicheno, 2004, s. 18)

John Bicheno hodnotí **čekání** jako druhé nejdůležitější plýtvání, kterým je nutné se zabírat. Je to přímo spojeno s plynulou výrobou. Lean se více soustředí na to, aby výrobek plynule procházel výrobou než, aby se operátoři uměle udržovali zaneprázdnění. Avšak Mašín (Mašín, 2003, s.18) pravdivě poukazuje na plýtvání ve formě prostoje pracovníka při čekání na dodání materiálu, nebo při čekání na jeřáb nebo když pracovník pouze stojí a pozoruje chod zařízení. Čas může být využit pro přípravu, údržbu, úklid a mnoho jiných činností. (Bicheno, 2004, s.16)

Taiichi Ohno vnímal **nadvýrobu** jako „kořen všeho zla“ jak ve své knize píše Ivan Mašín (2003, s.19). Nadvýroba je kořenovou příčinou mnoha problémů a dalších plýtvání, kdy se vyrábí příliš hodně, příliš brzy nebo jen tak pro jistotu. Nadvýroba může být příčina úzkých míst, nadbytečných zásob, vysoké zmetkovitosti, zbytečného transportu, pohybu a manipulace a mnoha dalších zbytečně vynaložených nákladů. Pomocníkem proti nadvýrobě je tažný systém. Prevencí proti nadvýrobě značně pomůžeme přiblížit se našim cílům. (Dennis, 2007, s.23)

V posledních letech vznikl nový list s druhy plýtvání. Jeden z těchto nově přidaných stojí rozhodně za zmínku. **Nevyužitý potenciál zaměstnanců** jako druh plýtvání přibyl na hlavním seznamu plýtvání a vytvořil tak díl v osmi hlavních druhů plýtvání. Kdo jiný ví lépe, kde jsou v procesu mezery a plýtvání, než samotný operátor či zaměstnanec, který denně přichází do styku s tímto plýtváním. Nástroje, které lze využít pro vyjádření nápadu, názoru,

postoje zaměstnance jsou například gemba walk, Kaizen workshop, karty nápadů, 5S, TPM a mnoho jiných.



Obrázek 2 Druhy plýtvání v podniku (Košturiak, 2006, s. 19)

2.4.2 Mura

Neboli v českém překladu nestejnoměrnost nebo variabilita bývá způsobena taktem výrobního systému nebo nerovnoměrným pracovním tempem. Ve výrobě může být příkladem operace, kdy operátor jeden den nemá téměř co dělat a druhý den nemá čas se asi napít. (Marchwinski, 2003, s. 46) Dost případů plýtvání muda nachází kořenovou příčinu právě v mura anebo naopak. (Hines, 2008, s. 6) Lean systém usiluje o snížení mura za pomoci metody heijunka, neboli výrobním vyrovnaním. Heijunka pomáhá řídit a rozvrhovat pomocí mixování jednotlivých modelů výrobu v určitém čase. (Dennis, 2007, s. 25)

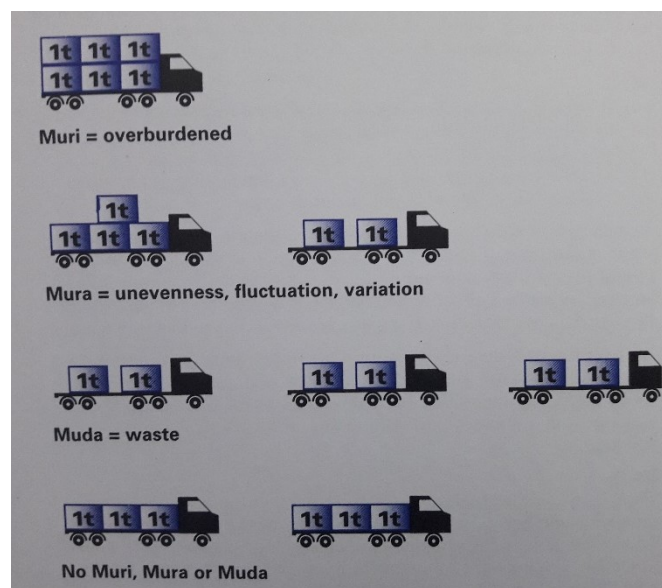
2.4.3 Muri

V českém překladu přetěžování. Muri jako neefektivní způsob přetěžuje jak pracovníky, tak stroje. Je od nich vyžadována práce ve vysokém tempu nebo vynakládání velké síly po delší

dobu, než konstrukce stroje nebo fyzický stav pracovníka dovoluje. (Marchwinski, 2003, s. 48)

Muda, Mura, Muri

Všechny tři druhy neefektivit na pracovišti, ve zkratce označovány jako 3MU, bývají často užívány společně. Muda slouží jako kontrolní seznam podle, který sám o sobě vybízí k zahájení zlepšování na pracovišti, mura jako nepravidelnost spolu s muri (námaha, zátěž, přetížení) naznačují, že se objevil problém, který je třeba řešit do hloubky. Mura i Muri jsou svým způsobem plýtvání, které je nutné odstranit. (Imai, 2005, s.86) V praxi často dochází k zaměření pouze na Muda a jeho odstranění, přičemž po určité době se vše vrací k výchozí situaci, protože jak už bylo zmíněno, Mura i Muri jsou častokrát příčinou Muda. Proto je důležité zabývat se všema. (Hines, 2008, s. 5) Užitečným příkladem důležitosti všech tří je následující příklad, kdy je potřeba převést 6 tun materiálu zákazníkovi, přičemž pro nákladní vůz se počítá optimální zatížení rovno třem tunám.



Obrázek 3 Muri, Mura, Muda (Hines, 2008, s. 5)

V prvním případě, kdy firma expeduje šest tun najednou, ušetří na nákladech za cestu, ovšem vůz je značně přetížen (Muri), mohlo by dojít k havárii a všech šest tun by přišlo k úhoně. V druhém případě by byly vyslány dva vozy. První s nákladem dvě tuny a druhý s nákladem čtyř tun. V tomto případě by se jednalo o neefektivitu Mura, kdy nepravidelnost by způsobila v koncovém doku Muda plýtvání. A stejně tak by docházelo k Muri plýtvání při přetížení druhého vozu. Při třetí možnosti se jedná o plýtvání Muda, kdy jsou vyslány tři vozy nenačplněny do maximální povolené výše. Jediný způsob jak eliminovat Muda, Mura a Muri je

čtvrtá možnost, kdy vozy nejsou ani přetíženy, ani nejde o neregulárnost. (Marchwinski, 2003, s. 48)

2.5 Analýza procesů

Proces je série individuálních činností, které mění vstupy na výstupy. (Marchwinski, 2003, s. 60)

Hlavní činností podnikových procesů je doručit výrobek zákazníkovi v požadovaném:

- čase
- množství
- kvalitě
- ceně

(Košturiak, 2010, s. 16)

Příležitosti ke zlepšení procesu nacházíme podle Košturiaka (2010, s. 16) v:

- úzkých místech
- redukci plýtvání
- redukci nestálosti procesů
- změně procesu díky novým technologiím a inovacím
- neproduktivních procesech
- neúměrné zátěžových činnostech pro člověka

Výrobní a podnikové procesy jsou navzájem úzce spjaty a propojeny. Změnou a zlepšením jednoho procesu však nemusí nutně dojít ke zlepšení procesu jiného. Je důležité se zaměřovat nejen na plýtvání v daném procesu, ale na plýtvání vznikající v samotných propojených procesech. Výkonnost dnešních organizací se poměřuje strategickou a provozní pružností a výkonností. Způsobilost rychle reagovat se odvíjí od správných informací a znalostí. Vyhrává firma, která má v zásobníku informace a znalosti a umí je náležitě využít skrz zlepšení a inovace. (Košturiak, 2010, s. 18)

2.5.1 Procesní mapa

Procesní analýza nebo mapa je jednou z počátečních metod při mapování procesů v organizaci. Procesní analýza neobsahuje příliš podrobné, detailní informace procesu, proto je hojně využívána při mapování složitých procesů, kdy slouží jako nástroj k orientaci. Důležitou roli

v analýze je pozorování. K zefektivnění pozorování je možné využít videozáznam, fotografování, krokoměry a další možní prostředky. (Svozilová, 2011, s. 135)

V procesním diagramu jsou uvedeny všechny kroky, které se zabývají výrobou výrobku nebo její části. Standardní symboly se pak užívají k označení operace, čekání, pohybu, nebo kontroly. Procesní analýza pomáhá identifikovat zbytečné činnosti k eliminaci nebo ke zlepšení. (Bicheno, 2004, s. 85)

2.5.2 Spaghetti diagram

Špagetový diagram je dlouho zavedený a používaný nástroj pro zefektivnění layoutu. Sleduje plýtvání způsobené transportem a pohybem. Neexistuje snad lehčí analyzování pohybu výrobku. (Bicheno, 2004, s. 76)

Postup Spaghetti diagramu dle Michaela George (2010, s. 42) zahrnuje následující kroky:

1. Vypracovat diagram či layout pracoviště v případě, že žádný neexistuje.
2. Ze stávajícího výrobního procesu utvořit seznam dílčích kroků a označit tyto kroky v diagramu.
3. Zaznamenat první krok výrobního postupu a postupně pospojovat s kroky dalšími.
4. V posledním kroku v rámci workshopu hovořit o stávající situaci a hledat možná řešení ke zlepšení.

Cílem je zjednodušení toku výrobku, informací nebo lidí a zároveň eliminovat plýtvání ve formě nadbytečného a složitého transportu.

2.5.3 Analýza toku hodnot

Jak Mašín (2003, s. 21) ve své knize píše, „*jestliže chceme naše procesy zlepšovat, musíme je nejprve pozorovat, studovat je a rozumět jim.*“

Mapování toku hodnot je zachycení všech klíčových toků v procesu, a to jak práce, materiálu, tak informací s cílem identifikovat plýtvání a následně zoptimalizovat tok hodnot. (George, 2010, s. 45)

Bicheno (2004, s. 68) však upozorňuje, že nevede-li mapování k akci, jedná se pouze o plýtvání.

Samostatné kroky pro vytvoření mapy toku hodnot:

1. Výběr výrobku – dle objemu nebo náročnosti, nákladovosti výroby

2. Zakreslení toku procesu – od dodání zákazníkovi po samotného dodavatele
3. Zakreslení toku materiálu
4. Přidání toku informací
5. Sběr dat o procesu a propojení s jednotlivými kroky v procesu
6. Sběr dat o procesech a průběžných dobách
7. Ověření mapy

(George, 2010, s. 46-48)

Je velice přínosné identifikovat jednotlivá plýtvání v současném stavu, ale to samo o sobě organizaci nikterak nepomůže ke zlepšení. Dalším krokem je vytvoření budoucího stavu, který eliminuje veškeré činnosti, které nepřidávají stávajícímu procesu hodnotu a zároveň vyplynou činnosti v rámci akčního plánu, které nový stav zjednoduší a zefektivní. (Hines, 2008, s. 52)

2.6 Měření práce

V prvopočátcích průmyslového inženýrství se data pro stanovení určitých norem spotřeby času získávaly skrz reportování namísto přímého dohledu nebo přímého získávání. To znamená, že vedoucí reportoval pouze počet odvedených položek. Počet sloužil k následnému vytvoření plánu. Na závěr časového období byla porovnána skutečná produkce s odhadovanou pro vytvoření hodnocení relativního produktivního výkonu zaměstnance. (Maynard, 2001, s.88) S potřebou určení normy spotřeby času, začaly vznikat techniky k určení času potřebného pro vykonání určité práce. Výsledkem je norma spotřeby času pro průměrného pracovníka. Měření práce ulehčí plánování a je efektivní nástroj pro zvyšování produktivity. (Mašín, 2005, s. 47)

Dlabač (©2015) uvádí další důvody, proč je měření práce důležitým tématem pro většinu organizací.

- Lidský faktor je v rámci kalkulací jedním z nejdražších, proto je kladen vysoký požadavek na přesnost norem, a ne pouze odhady.
- Pro samotné pracovníky je těžké určit za jak dlouho by měli opracovat daný kus. Pracují tak, jak všichni okolo. I přestože normovač často naráží na nepříjemný odpor operátorů, je nutné každou činnost učinit co nejprůhlednější i kvůli provázanosti se mzdovým systémem.

Jak Dlabač (©2015) říká, měření práce je poměrně jednoduchý, avšak velice efektivní nástroj, který napomáhá eliminovat plýtvání. Dále podotýká, že je nutné před samotným měřením práce provést analýzu práce. Identifikovat a odstranit plýtvání až poté se věnovat samotnému měření.

Při rozlišování druhu měření práce vycházíme ze způsobu získávání dat měření.

- Pokud dochází k měření za použití stopek nebo jiných nástrojů, hovoříme o **přímém měření**.
- Při stanovení normy nepřímým způsobem za pomoci předem určených časů se jedná o **nepřímé měření**. (Dlabač, ©2015)

2.6.1 Přímé měření

Přímé měření se provádí za pomoci stopek, hodinek s vypisováním do předem stanovených formulářů, či za pomoci různých softwarů. Softwary pro stanovení spotřeby času v sobě zahrnují jak stopky, tak formulář a ulehčí práci s převodem do elektronické verze včetně závěrečného vyhodnocení. (Dlabač, ©2015)

Za pomoci časových studií dokážeme stanovit normy buď pro pracovníka skrz snímek pracovního dne či momentové pozorování, nebo pro stroj s pomocí snímku operace. (Tomek, 2014, s. 143)

Snímek pracovního dne

Jedná se o metodu přímého a nepřerušovaného měření spotřeby času. Do záznamového formuláře se zaznamenávají časy a k nim se pojící činnosti po celou dobu směny. Cílem snímkování je zjistit strukturu spotřebovaných časů za směnu, podíly činností přidávajících hodnotu ve vztahu k těm, co hodnotu nepřidávají. Podíly přestávek, prostojů, administrativních činností a jiných. (Lhotský, 2005, s. 66)

Data ze snímkování se dále upotřebí při:

- Analýze a následného navržení optimálního organizování práce s cílem zamezit plýtvání
- Objasňování kolísavé či nízké výkonnosti
- Stanovování norem obsluhy a počtu pracovníků
- Analýze využití pracovníků a strojů
- Plánování a rozvrhování

(Lhotský, 2005, s. 66)

Značnou výhodou snímku pracovního dne jsou podrobné informace, které plynou z nepřetržitého zaznamenávání všech časů v průběhu směny. Nevýhodou se jeví časová náročnost. V případě zapisování časů do formulářů se jedná také o značně pracnou metodu, která je nejen nepříjemná pro pozorujícího, především pak pro pozorovaného. (Hüttlová, 1999, s. 88)

Dále se snímek pracovního dne dělí dle počtu pozorovaných osob na snímek **pracovního dne jednotlivce nebo čty**.

Pokud je pozorující schopný zaznamenávat časy z více pracovišť najednou jedná se o **hromadný snímek**.

V případě, kdy člověk chce mít přehled o vlastním využití čase, nakolik je produktivní, existuje možnost **vlastního snímku dne**, kde pozorující je zároveň pozorovaným a vede si záznamy o vlastní spotřebě času jednotlivých jím provedených činností. (Lhotský, 2005, s. 66)

Momentové pozorování

Momentové pozorování značnou mírou nahrazuje metodu snímku pracovního dne. Jedná se výrazně jednodušší způsob pozorování s menší časovou náročností a menším psychickým zatížením. (Hüttlová, 1999, s. 88) Metoda vychází z teorie pravděpodobnosti a jak Lhotský (2005, s. 68) dodává, vychází ze zásady, kde *reprezentativní počet náhodně vybraných údajů zpravidla vykazuje shodné rozdělení jednotlivých druhů údajů, jako je ve skutečnosti*.

U momentového pozorování se získávají data z náhodně vybraných momentových pozorování a zaznamenávání hodnot jednotlivých aktivit a děje, který se na pracovišti odehrává. (Hüttlová, 1999, s. 88)

Výhodou, jak bylo zmíněno výš je rozhodně menší časová náročnost, s tím tedy nižší nákladovost, jednoduchost metody a menší psychická náročnost. Naopak nevýhodou jsou nedostatečně podrobné informace. Pokud jsou potřebná podrobná data, je nutné udělat násobně víc momentových pozorování. (Lhotský, 2005, s. 69)

Snímky operace

Je to metoda přímého měření pro stanovení doby trvání pracovní operace. Jedná se z pravidla o opakující se pracovní operaci. Výsledkem je doba trvání dílčí operace vyhodnocena na jednotku (ks, kg, t, l, ...) (Lhotský, 2005, s. 69)

V praxi se setkáme s využitím dvou druhů:

- Chronometráž (plynulá, výběrová)
- Snímek průběhu práce

Chronometráž, jako jedna z časových studií pro stanovení doby trvání pracovní operace, se stále řadí k nejpoužívanějším způsobům pro definování výkonové normy. (Dlabač, ©2015) V případě plynulé chronometráže se nepřetržitě zaznamenávají veškeré činnosti měřené operace s předem známým sledem jednotlivých úkonů. V případě chronometráže výběrové se zjišťují pouze určité části procesu. Tato chronometráž nachází své uplatnění v případech, kdy se zavádí nový postup a jsou do stávajícího procesu přidány nové činnosti, nebo tehdy kdy sled jednotlivých úkonů operace není předem znám. (Lhotský, 2005, s. 73)

Snímek průběhu práce se od chronometráže liší především nepravidelným cyklem. Není tedy možné dopředu vydefinovat sled činností. V průběhu snímkování operace se mimo časy zaznamenávají názvy dílčích činností. Využívá se spíše ve výroбах malosériových nebo kusových. (Lhotský, 2005, s. 73)

2.6.2 Nepřímé měření

Při nepřímém měření se dílčí úkony rozeberou na základní pohyby. Dle obtížnosti každé činnosti se dále přiřadí každému pohybu číselná hodnota, která zastupuje hodnotu potřebného času.

V porovnání s přímým měřením se bere v úvahu 100 % výkon, tudíž odpadá subjektivní stanovení výkonu. (Dlabač, ©2015)

Mezi hlavní zástupce pro systém předem určených časů se řadí MTM a dnes nejpoužívanější MOST. (Hüttlová, 1999, s. 101)

2.7 Kaizen zlepšování

Podstatou samostatného japonského pojmu Kaizen je neustálé zlepšování a zdokonalování. Jedná se o filozofii, která předpokládá neustálý proces zlepšování nejen v práci, ale i v domácnosti a osobním životě. (Imai, 2004, s. 23)

Imai (2004, s. 24) ve své knize udává, že *základním sdělením strategie KAIZEN je, že ani jediný den by neměl proběhnout bez toho, aby kdekoli ve společnosti nedošlo alespoň k nějakému zdokonalení*. Jako strategie se tedy zaměřuje na nepřetržité zlepšování za pomoci lidí napříč celou organizací.

2.7.1 Small Kaizen

Jindy nazývaný jako systém zlepšovacích návrhů se snaží o zainteresovanost všech zaměstnanců. Systém je součástí řízení a počet reportovaných zlepšení je následně důležitý faktor při hodnocení činnosti mistrů. Díky systému zlepšovacích návrhů se mohou sami zaměstnanci podílet na zlepšování nejen kvality, ale odbourávání různých druhů plýtvání a neefektivit v rámci výrobního procesu. (Imai, 2004, s. 34)

Manažeři podaný návrh ke zlepšení zpravidla podpoří vede-li návrh ke změně jednoho z následujících bodů:

- Usnadnění práce
- Eliminace těžké fyzické práce
- Zvýšení bezpečnosti
- Zvýšení produktivity
- Zvýšení kvality
- Úspora času a nákladů

(Imai, 2004, s. 126)

2.7.2 Péče o pracoviště 5S

5S je pět provázaných termínů začínajících na písmeno S. (Marchwinski, 2003, s. 19) Jedná se o základní disciplínu v péči o pracoviště s vlivem na lean, kvalitu, a především bezpečnost. Práce v čistém a uklizeném prostředí je více než příjemná, ovšem aby člověk v takovémto prostředí mohl být i v práci, je nutné změnit postoj. (Bicheno, 2004, s. 52)

Seiri – první princip vizuálního pracoviště, tkví ve vytřídění všeho zbytečného. Ze zvyku lidé přehlíží věci, které si ani nepamatují, kdy byly použity naposled. Stohy nepotřebných věcí, strojů, nástrojů mohou být překážkou pro plynulý tok. (Dennis, 2007, s. 38)

Seiton - japonský název pro uspořádání věcí, které jsou potřebné tak, aby byly na tom ne-
joptimálnějším místě. *Místo pro vše a vše na svém místě* dostatečně vystihuje druhý krok. (Bicheno, 2004, s. 52)

Seiso – právě třetí krok odkrývá deviace, předchází poruchám a nebezpečí úrazu. V překladu čištění, leštění nabádá k pravidelnému udržování pracoviště. (Tuček, 2006, s. 117)

Seiketsu - standardizace, jako čtvrtý princip vizuálního pracoviště má za úkol dosahovat prvních tří principů skrz standardizaci práce. Seiketsu 5S pro operátory (2009, s. 70) definuje jako *výsledek, který existuje, když jsou první tři pilíře – seiri, seiton, seiso – řádně zachovány*.

Shitsuke – jako sebedisciplína je jeden z nejdůležitějších a nejtěžších kroků. Sebedisciplína je o participaci a kontinuálním zlepšování. (Bicheno, 2004, s. 52) Pevná vůle pomůže s pátým principem udržet všechny čtyři předchozí kroky pospolu. (5S pro operátory, 2009, s. 90)

Některé firmy přidávají šesté S (Safety) jako bezpečnost. Přestože, je důležité klást na bezpečnost velký důraz, mohlo by to být matoucí. Správně zavedený program 5S by měl zdůrazňovat v každém z jednotlivých kroků důležitost bezpečnosti. Bezpečnostní postupy a normy by tak měly být kontrolovány jako součást celého programu a každé etapy. (Bicheno, 2004, s. 52)

2.7.3 Vizuální řízení

Metoda, zakládající se na faktu, že člověk je schopen nejvíce informací vnímat zrakem. (Mašín, 2005, s. 87) Vizuální management se snaží o přehledné zobrazení všech nástrojů, výrobních činností a jednotlivých výrobních ukazatelů a na první pohled všemi pochopitelný stav systému. (Marchwinski, 2003, s. 87)

Informace zahrnuté ve vizuálním managementu by měly být včasné a srozumitelné, aby pomohly řídit a zdokonalit proces. Trojúhelník vizuálního řízení (společně vidíme, společně činíme, společně víme a známe) je založen na konceptu sdílených znalostí a odpovědností. Pokud jsou na pracovišti informace viditelné, na problémy se přichází snáze a rychleji a lze je lépe řídit a zlepšit a lépe sledovat vývoj. Vizuální řízení má bezprostřední dopad na řešení

problému, pokud je k dispozici skupinám lidí, kteří mohou sdílet znalosti a účastnit se řešení problémů. (Hines, 2008, s. 69)

Tuček (2006, s. 286) spatřuje cíle vizuálního řízení v:

- Postupování a sdílení informací bez zbytečných prodlení
- Zacílení informací na každého jednoho zaměstnance
- Začlenění každého pracovníka do procesu zlepšování
- Týmové práci
- Posuzování stavu projektů
- Předávání informací o pokroku

2.7.4 Štíhlý layout, způsoby uspořádání & projektování

Uspořádání výrobního procesu předchází plánování, projektování a fyzické uspořádání s cílem vytvořit layout, který bude podporovat výrobní, a především firemní strategie. Optimální uspořádání pracoviště má vliv na efektivní využití zdrojů zatím co plní další kritéria a požadavky na kvalitu, kontrolu, nákladovost a jiné faktory. (Maynard, 2005, s. 1210)

Štíhlý layout

Jedná se o efektivně vytvořený přímočarý layout ve vztahu k materiálovým a hodnotovým tokům, pohybům pracovníků, objemu zásob atd. Cílem je navrhnout pracoviště, které bude schopné rychle reagovat na potřeby zákazníka, tudíž dosáhnout co nejkratších průběžných dob, minimálního plýtvání, vysoké kvality a vykazovalo maximální produktivitu. (Tuček, 2006, s. 228)

Přestože rozhodnutí o přeuspořádání výrobního procesu jsou často dosti obávaná kvůli velkým počátečním investicím, potřebám strategického myšlení, a celkově zvýšené nákladovosti, jedná se o nutnost. V době neustálého zlepšování a zvyšování požadavků od zákazníků je technický a technologický pokrok jeden z předních důvodů změn a zlepšování uspořádání výrobních procesů, layoutu. (Kavan, 2002, s. 186)

Uspořádání layoutu

K hlavním typům uspořádání layoutu se řadí:

- a) Individuální rozmístění – bývají k vidění v malých organizacích, kde nedochází k opakování výrobních procesů. Častokrát je těžké stroje rozmístit dle určitých pravidel. Příkladem mohou být laboratoře, prototypové dílny, modelárny a jiné. (Heřman, 2001, s. 22)
- b) Skupinové rozmístění – se užívá v komplexnějších výrobních procesech, kde dochází ke slučování pracovišť. K nejnámějším typům buněk se řadí:
- Předmětné uspořádání
 - Technologické uspořádání

(Heřman, 2001, s. 22)

Málo kdy najdeme organizaci s čistě předmětným uspořádáním nebo naopak s čistě technologickým uspořádáním. V praxi se setkáme s kombinací obou.

Předmětné uspořádání se soustředí na minimální pohyb výrobku mezi dílčími operacemi výrobního procesu, aby byla výroba co nejvíce plynulá. Uspořádání vychází z technologického postupu. (Keřkovský, 2009, s. 16)

K hlavním výhodám daného uspořádání se řadí nízké kusové náklady, velice efektivní výroba, nízké náklady na školení lidí, vysoká kvalita, vysoká produktivita, nepotřeba náročného dispečerského řízení. (Kavan, 2002, s. 187)

Nevýhody předmětného uspořádání jsou významná jednotvárnost práce, nepružnost systému, náchylnost k poruchám, která směřuje ke zhroucení celého systému. (Keřkovský, 2009, s. 17)

Technologické uspořádání se zakládá na seskupování výrobních strojů dle technologické podobnosti. Vznikají tak pracoviště s podobnými technologickými operacemi. Materiálové toky jsou dlouhé tím, že materiál po zpracování přechází z jedné dílny do druhé a častokrát se vracejí i zpět. (Heřman, 2001, s. 22)

Hlavní výhodou technologického uspořádání je jednodušší uspořádání a vyšší pohotovost, větší pružnost výroby, vyšší odolnost proti poruchám, lehčí kontrola výroby. (Heřman, 2001, s. 22)

Nevýhodou, která drásá uši každého průmyslového inženýra je nárůst nákladů na rozpracovanou výrobu a zásoby. K dalším nevýhodám se řadí vysoký stupeň manipulace, složitější řízení výroby, přibývající mezioperační kontroly, a především složitost toků.

Moderní výrobní prostředí musí zvládat rozmanité požadavky zákazníků, a to s minimálním plýtváním, maximální flexibilitou a nesmíme opomíjet zaměstnance, tudíž s co nejpříjemnějším prostředím pro pracovníky. Je toho příliš, proto by se firmy v počátku měly soustředit podle Mašína (2000, s. 163) na eliminování:

- Zbytečných pohybů pracovníků
- Zbytečných hledání
- Zbytečných transportů

Pomocníkem je uspořádání výroby do takzvaných buněk. **Buňková výroba** představuje autonomní a flexibilní analogii předmětného uspořádání. Je to snaha o využití toho nejlepšího z obou jak předmětného, tak technologického uspořádání za předpokladu dobře pracujícího výrobního informačního systému. Princip buňkového uspořádání tkví v rozmístění strojů v buňce s minimálními nároky na přepravu, maximálními nároky na rychlý průchod a dobré podmínky pro pracovníky. (Kavan, 2002, s. 188)

Projektování výrobních linek

Jinak řečeno balancování linek (z anglického Line Balancing) se zaměřuje na časovou synchronizaci činností do řady základních úkonů. Úspěšné vybalancování linky přináší vyrovnání a synchronizaci práce individuálních pracovišť se zánikem úzkých míst a vytvořením hladkého a plynulého výrobního toku. Synchronizace eliminuje nebo alespoň minimalizuje prostoje, náklady spojené s rozpracovanou výrobou a zásobami, a naopak zvyšuje produktivitu a využití lidí a strojů. (Kavan, 2002, s. 189)

Při balancování výrobní linky je důležité brát v úvahu ukazatele jako je čas cyklu a čas taktu.

Čas cyklu (Cycle Time, C/T) podle Mašína (2005, s. 17) je *čas, který uběhne od zahájení jedné operace do jejího dokončení*. Marchwinski (2003, s. 11) doplňuje, že se jedná o čas, který v sobě obsahuje veškeré časy spojené s provedením operace jako je příprava, naložení, vyložení atd.

Čas taktu (Takt Time) je definovaný podílem čistého dostupného výrobního času a celkovým denním požadavkem zákazníka. (Marchwinski, 2003, s. 11) Upřesňuje rychlost toku produktu výrobou, aby byla organizace schopna splnit zákaznickovy požadavky. (Mašín, 2005, s. 17)

3 ANALYTICKÉ METODY PROJEKTU

Aby byl projekt úspěšný, je nutné si vydefinovat cíle, očekávání, ale zároveň rizika a hrozby. Úspěšný projekt Hrázdilová Bočková (2016, s. 200) definuje jako *takový, který dosáhl stanoveného cíle v plánovaném čase a nákladech, při zachování požadované úrovně kvality dodaného výstupu a bez negativního vlivu na okolí.*

3.1 Logický rámec

Logický rámec napomáhá zmapovat cíle a očekávání, dále je propojit s konkrétními výstupy a aktivitami při samotné realizaci projektu. Užívá si jak pro určení problému, tak pro stanovení cílů a jednotlivých aktivit spojených s řešením daných problémů. Metodika je využitelná nejen ve fázi příprav projektu, ale především v hodnocení, samotné implementaci a permanentní udržitelnosti projektu. (Hrázdilová Bočková, 2016, s. 165)

Logický rámec vypracovává nejen projektový manažer, ale celý tým za účasti sponzora projektu. (Šviráková a Doležal, 2010, s. 79)

Struktura logického rámce podle Doležala a Krátkého (2017, s. 46) zobrazuje přehlednou tabulku čtyři na čtyři.

Přínosy	Ověřitelné ukazatele přínosů	Způsob ověření ukazatelů přínosů	
Cíl	Ověřitelné ukazatele cíle	Způsob ověření ukazatelů cíle	Předpoklady, za kterých dosažení cíle přispěje k naplnění přínosů
Výstupy (produkty)	Ověřitelné ukazatele výstupů	Způsob ověření ukazatelů výstupů	Předpoklady, za jakých výstupy povedou k dosažení cíle
Aktivita projektu	Zdroje (Kč, člověkodny)	Časový rámec aktivit	Předpoklady, za jakých aktivity povedou k výstupům
Co v projektu nebude řešeno		Předběžné podmínky	

Obrázek 4 Struktura logického rámce (Doležal a Krátký, 2017, s. 46)

3.2 Riziková analýza

Má-li být projekt úspěšný je nezbytné znát případná rizika projektu. (Šviráková a Doležal, 2010, s. 123) Podstatou řízení rizik je předcházení problémů. Jedná se o systematický proces

skládající se z deseti kroků. Případné odhalení a identifikace rizik nestačí. Důležitá jsou opatření s cílem minimalizovat či eliminovat dopad rizik na projekt. (Hrázdilová Bočková, 2016, s. 165)

Hrázdilová Bočková (2016, s. 165) definuje riziko jako *nejistý jev nebo stav, který v případě, že nastane, má pozitivní nebo negativní dopad na projekt.*

Risk Project Analysis

Jedna z metod řízení rizika je RIPRANTM složená ze slov RIsk PRoject ANalysis. Empiricky založená metoda autora doc. Bronislava Lacko. Projektové riziko je bráno jako proces se vstupy, výstupy a transformujícími činnostmi. (Šviráková a Doležal, 2010, s. 127)

Proces rizikové analýzy je shrnut do pěti kroků (RIPRAN, [b. r.]):

1. Příprava analýzy rizik
2. Identifikace rizik
3. Kvantifikace rizik
4. Tvorba opatření snižujících nebo eliminujících vliv rizik na projekt
5. Zhodnocení rizikovosti projektu
6. Sledování a vyhodnocování rizik v průběhu projektu

3.3 SWOT analýza

SWOT analýza nebo metoda je akronym pojmů Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti), Threats (hrozby).

Model pomáhá organizaci rychle identifikovat jak interní faktory, které se vážou na interní funkce, tak externí faktory, které závisí na prostředí, ve kterém se organizace pohybuje. Externí faktory jsou firmou neovlivnitelné naopak faktory interní jsou v plné moci organizace. Síla celé metody spočívá v jednoduchosti. (Seth, 2015, s. 5-7)

Prvním krokem pro tvorbu analýzy je určení silných a slabých stránek organizace a zároveň příležitostí a hrozeb. Silné a slabé stránky organizace se určují dle vnitropodnikových analýz a hodnotících systémů. V dalším kroku se k jednotlivým položkám přiřadí hodnoty. U silných stránek a příležitostí jsou hodnoty od jedné do pěti, přičemž pět je nejlepší. U slabých stránek a hrozeb se užívá záporná stupnice (-1 až -5). V třetím kroku se rozliší položky dle důležitosti přiřazením hodnot s celkovým součtem 1. V posledním kroku se vypočítá bilanční stav. (Jakubíková, 2008, s. 103)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost Metso Czech Republic, s. r. o. začala se svou působností na českém trhu v roce 1995. Řadí se do skupiny Metso, která patří mezi přední světové společnosti se zaměřením na těžební průmysl, recyklaci, ropný, plynárenský, papírenský a zpracovatelský průmysl.

Společnost má v České republice tři provozovny, a to v Přerově, Brně a Kralupech nad Vltavou. Na Slovensku pak provozuje organizační složku sídlící v Trnavě. V současné době zaměstnáváme více jak 270 zaměstnanců ve všech provozovnách.

V průběhu minulých let se česká společnost stala významnou součástí skupiny Metso. Hlavním důvodem je provoz slévárny v Přerově, která je téměř výhradně vytížená výrobou pro samotnou skupinu Metso. Další slévárny skupiny Metso sídlí v Brazílii, Číně, Indii a Jihoafrické republice.

Slévárna v Přerově sídlící v bývalém areálu PSP vyrábí díly pro strojní zařízení, a to zejména pro těžbu a zpracování kameniva a minerálu pro recyklaci a energetiku. Produkce slévárny je zaměřena na manganovou ocel včetně ocelové litiny a bílé litiny. Průměrná váha odlitků se pohybuje okolo dvou tun.

K nejvýznamnějším zákazníkům na tuzemském trhu patří zpracovatelé cementu a minerálů – EUROVIA Kamenolomy, COLAS CZ, KMK Granit, BASALT, KÁMEN Zbraslav, KAMENOLOMY ČR. Prodeje na zahraničních trzích jsou určeny převážně do skupiny Metso, tedy sesterským společnostem po celém světě – např. Finsko, USA, Rusko, Švédsko, Rakousko, Německo, Kanada, Francie a další.

Organizační struktura

Společnost Metso Czech Republic s. r. o., stejně jako celá skupina Metso, je řízena maticově.

Jediným jednatelem společnosti je Administrative Managing Director (AMD), který je přímo zodpovědný za administrativu, finance a IT. Mimo jiné zodpovídá za bezpečnostní politiku skupiny Metso. Dále reprezentuje celou společnost vůči státní správě, obchodním partnerům a dalším institucím.

Vzhledem k širokému záběru společnosti jsou dále jmenováni tři prokuristé, kteří přímo řídí své divize a také se přímo podílí na řízení celé společnosti Metso Czech Republic, s. r. o.

5 FORMULACE PROJEKTOVÉHO ZADÁNÍ

Projekt se zaměřuje na zvýšení efektivity magnetické linky, což je interní nazvání pro vybranou část výrobního procesu. Cílem projektu je zvýšení plynulosti výroby výrobku XY v dané části výrobního procesu a snížení, či dokonce eliminace neproduktivních činností. Dílčím cílem je dosažení taktu zákazníka se současným navýšením výroby. V první části je popsán a analyzován vybraný současný výrobní proces a je vytvořena mapa hodnotového toku. V návaznosti na jednotlivé analýzy, měření a audity byly organizovány Kaizen workshopy. Cílem těchto workshopů bylo zefektivnění stávajících činností, které mají přidanou hodnotu, a naopak eliminace nebo snížení činností, které hodnotu produktu nepřidávají. V rámci projektu jsou navrženy změny pro zvýšení efektivity dílčích pracovních operací a tyto změny jsou zobrazeny v nové procesní mapě, nové mapě materiálového toku a budoucí mapě hodnotového toku. Firma si nepřije zveřejnit jakékoli fotografie ani název produktu včetně postupu jeho výroby. Proto označení výrobku bude: Výrobek XY.

5.1 Definování projektu zvýšení efektivity magnetické linky

Název projektu/hlavní cíl:

Zvýšení efektivity magnetické linky

Projektový tým:

- Vedoucí kvality
- Vedoucí údržby a investic
- Operátor
- Mistr cídírny
- Diplomantka Univerzity Tomáše Bati
- Vedoucí diplomové práce
- Generální ředitel – sponzor

Doba trvání projektu:

1. 11. 2017 – 30. 6. 2018

Hlavní cíl:

Zvýšení efektivity magnetické linky a dosažení taktu zákazníka.

Popis projektu:

Zkrácení průběžné doby výroby o 50 % díky odstranění neproduktivních činností a zvýšením plynulosti výroby.

Definování problému:

Dlouhá průběžná doba od vstupu výrobku XY na pracoviště indukce do expedování do DC skladu s velkým podílem manipulace. Mnoho mezioperačních skladů vzniklé v návaznosti na velké mezioperační vzdálenosti, které musí výrobek vykonat.

Přínosy:

- Zkrácení průběžné doby výroby
- Kratší cyklové časy pracovních operací
- Snížený podíl plýtvání neboli zmenšení podílu činností nepřidávajících hodnotu na celkovém operačním čase
- Snížení rozpracované výroby
- Snížení pracnosti
- Snížení vzdálenosti, kterou produkt urazí během výroby
- Zvýšení maximálního výkonu za směnu

Kontrolní metriky:

- Vyšší VA index
- Stav rozpracované výroby
- Vzdálenost v metrech
- Mezioperační sklady
- Výkon procesu za den
- Pracnost na kus (čas na výrobu jednoho kusu)

5.1.1 Časový harmonogram

Projekt byl zadán na začátku listopadu 2017. Do konce roku proběhlo seznámení s chodem společnosti, byly vytyčeny cíle projektu a následovalo seznámení se s provozem a výrobním procesem. Velice nápomocnými byly rozhovory se samotnými operátory, kteří se nebáli říct, kde jsou značné problémy. V prosinci byla dále zpracována SWOT analýza. Do konce února byly vypracovány veškeré analýzy procesu a potřebná měření a bylo provedeno vyhodnocení současného stavu. V návaznosti na zjištěné nedostatky byly organizovány Kaizen

workshopy. Byly navrženy kroky ke zlepšení, které byly zakomponovány do různých návrhových řešení. Návrhy byly dále prezentovány projektovému týmu. Některé z návrhů byly ihned schváleny o ostatních se ještě jedná a bude o nich rozhodnuto do konce června.

Tabulka 1 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

	11/2017	12/2017	1/2018	2/2018	3/2018	4/2018	5/2018	6/2018
Seznámení s chodem společnosti	■							
Zadání a definování cílů projektu	■							
Prostudování literatury	■	■	■	■	■			
Seznámení s provozem a výrobním procesem		■	■	■				
Pozorování a rozhovory			■	■				
Zpracování SWOT analýzy			■	■				
Měření a analýza současného stavu			■	■	■			
Tvorba VSM				■	■			
Vyhodnocení současného stavu					■	■		
Workshopy kaizen					■	■		
Vytvoření návrhu na zvýšení efektivity						■		
Prezentace výsledků a návrhů						■		
Výběr návrhu, který bude realizován						■	■	
Realizace návrhu							■	■
Ukončení projektu								■

■ Dokončeno ■ Zbývá dokončit

5.1.2 Logický rámeček

Pro potřeby projektu byl vypracován zjednodušený logický rámeček obsahující popis uvedených cílů spolu s objektivně ověřitelnými ukazateli. Dále jsou zde uvedeny veškeré prováděné činnosti spolu s předpoklady pro úspěšné dokončení projektu i prostředky, potřebné k naplnění cílů. Celý logický rámeček je uveden v příloze P I.

5.1.3 Riziková analýza

Pro identifikaci a analýzu rizik svázaných s projektem byla zvolena riziková analýza RIPRAN. V rámci metody byla identifikována rizika, pro která vznikly možné scénáře vývoje. V rámci přípravy na rizika byla vypracována preventivní opatření, která spolu s celou rizikovou analýzou jsou k vidění v příloze P II.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

Cílem analýzy současného stavu je popsání vybraných procesů, které přichází na řadu po samotné výrobě, kdy je vzhled výrobku finální. Dále je součástí analýzy zmapování současného stavu těchto procesů, aby byly odhaleny veškeré formy plýtvání a formy neefektivností práce.

Analýza byla provedena s pomocí metod pro analyzování procesů jako jsou procesní mapa, spaghetti diagram a mapy hodnotového toku. Jednotlivé analýzy slouží ke komplexnímu pohledu na procesy. Aby bylo možné plně uchopit analýzy, je nutné charakterizovat a pochopit vybrané procesy, které budou popsány v následující kapitole.

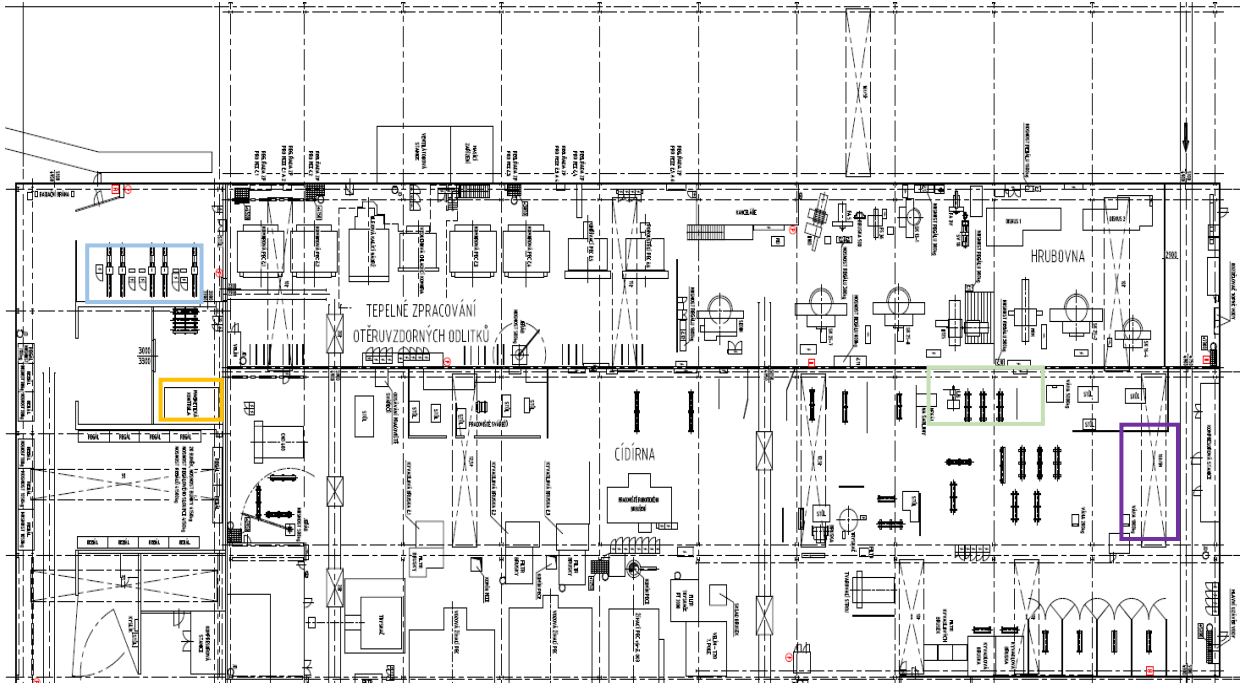
6.1 Charakteristika vybraných procesů

Výrobek XY prochází velkou řadou procesů ať už přípravných nebo samotných výrobních či podpůrných. Mezi přípravné se řadí příprava výroby z hlediska jejího naplánování, přípravy modelů a technologické přípravy tak, aby mohly být dodrženy požadavky zákazníků na kvalitu, množství a termín dodání. Samotná výrobní fáze pak zahrnuje výrobu modelu, formování, výrobu tekutého kovu pro odlití, odlití, výtluč, urážení, tryskání, tepelné zpracování, broušení a samozřejmě spoustu kontrol mezi jednotlivými kroky. To ovšem není předmětem ani cílem této diplomové práce. Předmětem se stává proces od okamžiku, kdy výrobek překročí hranici pracoviště indukce. Procesy tedy přichází na řadu po finální úpravě vzhledu výrobku XY, kterou je broušení na cídrně. Po broušení je výrobek naskládán do bedny po šesti kusech a odvážen elektrickým paletovým vozíkem na pracoviště indukce.

Přeprava mezi jednotlivými operacemi je prováděna za pomoci elektrického paletového vozíku. V některých úsecích provozu se nachází kolejnice, které nejsou pro takový vozík vhodné. Proto převážení je značně zdlouhavé a vratké.

Společnost si v poslední době zakládá v první řadě na bezpečnosti. Vše ostatní je na druhém místě. Ne vždy jsou stávající procesy 100 % bezpečné, protože se jedná o manipulaci s velkými odlitky. V našem případě výrobek XY má průměrnou váhu 170 kg. Jedná se o jeden z nejmenších odlitků ve slévárně.

Rozložení dílčích pracovišť je znázorněno na následujícím schématu.



Obrázek 4 Layout (vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti)

6.1.1 Pracoviště indukce

První operace probíhá na pracovišti indukce, které je na schématu znázorněno modrou barvou. Jedná se o indukční povrchové kalení, který se používá u elektricky vodivých materiálů. Účelem je zlepšení mechanických vlastností daného výrobku, především jeho tvrdosti. Hloubku vniku kalení do oceli se ovlivní nastavením kmitočtů. Čím je nastaven vyšší kmitočet, tím menší je hloubka, do které proniká elektromagnetické vlnění. Po tomto procesu dochází úpravě vlastností jako je tvrdost na zákazníkem požadovaný počet Brinellů. Po indukování následuje proces chladnutí, kdy je výrobek vyndán z indukční pece, je navrácen do bedny a v následujících pěti hodinách chladne na okolní teplotu.

Na pracoviště indukce denně přivezou v nepravidelných časech dávky výrobku XY po šesti kusech v jedné bedně. Pracoviště indukce je obhospodařováno jedním operátorem, který má na starosti pět indukčních pecí. Pro manipulaci s jednotlivým výrobkem mu slouží jeden sdílený jeřáb, který je ovládán tlačítkovým ovladačem. Převoz beden je zabezpečen paletovým vozíkem.

6.1.2 Magnetizační linka

Po vychladnutí je pomocí paletového vozíku přesunuta bedna s výrobky na pracoviště magnetické, které je na schématu znázorněno oranžovou barvou. U daného výrobku je zákazníkem požadováno aplikování nedestruktivní zkoušky kvality. Každý výrobek tedy musí podstoupit magnetické zkoušce.

Společnost pro tuto zkoušku zvolila magnetizační linku UNIMAG 2400 AC. Linka umožňuje určit povrchové vady magnetickou fluorescenční metodou. Horizontální defektoskop je určen k nedestruktivnímu zkoušení feromagnetických ocelí a litin magnetickou metodou práškovou. Výrobek se umístí za pomoci magnetu horizontálně na linku, která je uzavřená v kabině s minimálním přístupem světla. Zkoušený výrobek je následně polit tekutinou s ocelovými pilinami. Dále je zmagnetizován přímo průchodem elektrického proudu a je tak vytvořeno elektromagnetické pole. V místě praskliny nebo jiné povrchové vady jsou siločáry vytlačovány na povrch a utváří magnetické póly. Piliny se poté zachytí na pólech a zobrazují místo praskliny. Výrobek je následně vytažen z magnetické linky a z kabiny ven. Je položen na zem a za pomoci háku je otočen na druhou stranu. Pomocí magnetu zavěšeném na jeřábu je výrobek vrácen zpět na linku a je provedena magnetizace druhé strany. Následně je výrobek magnetem vytažen a umístěn zpět do bedny, jedná-li se o kvalitní kus. V opačném případě se jedná o zmetek a je odvezen na zmetkoviště.

Na pracovišti magnetizační linky pracuje jeden pracovník z oddělení kvality. K manipulaci s výrobkem XY se používá jeřáb. Pro vytažení výrobku XY z bedny se užívá hák a pro uložení výrobku se mění hák za magnet.

6.1.3 Cídírna

Broušení

V dalším kroku se výrobek XY převáží zpět na pracoviště cídírny. Každý výrobek XY obsahuje přílitek. Přílitek slouží pro upřesnění místa k měření tvrdosti. V této operaci před expedicí je přílitek zbroušen, aby se zabezpečilo kvalitní změření tvrdosti pod povrchem odlitku a zároveň výrobek XY nebyl nikterak znehodnocen vyhloubeninami, které by vznikaly pokud by nebyl odlit přílitek. Broušení je prováděno jedním operátorem, který po obroušení všech výrobků XY se věnuje výrobkům jiným.

Měření tvrdosti

Na broušení navazuje kontrolní činnost, kdy se v místě po přílitku měří tvrdost materiálu. Tvrdost odlitku se definuje jako odolnost povrchu materiálu proti vniknutí cizího tělesa. Tvrdost je měřena za pomoci tvrdoměru jedním pracovníkem kontroly, kdy se provádí zkouška tvrdosti podle Brinella a zároveň je provedena poslední vizuální kontrola. Současné měření se provádí za pomoci Poldiho kladívka. Jde o takzvanou metodu porovnávací. Je to přesný mechanický tvrdoměr, který stanovuje tvrdost materiálu na základě plastické deformace, která vznikne jako reakce na úder. Dále se porovná známá pevnost materiálu od porovnávací tyčinky a pevnost zkoušeného materiálu. Naměřené hodnoty dále pracovník zapíše do formuláře, kde v závěru potvrdí jedná-li se o vyhovující výrobek či nikoli.

Vážení

Výrobek, který v kolonce vyhovuje má kladnou odpověď, dále podstoupí vážení, zavěšením na jeřáb se závěsnou váhou a je položen na paletu. Na paletě je váha výrobku napsána bílou fixou na samotný výrobek a poznačena do formuláře. Operaci vážení provádí jeden pracovník, avšak umístování na paletu bývá prováděno z 50 % ve dvou.

6.1.4 Expedice

Balení

Po umístění šesti kusů výrobku XY na paletu přichází na řadu páskování, aby výrobky byly pevně ukotveny k paletě a při dalekých převozech vydržely. Páskování je prováděno jedním pracovníkem s pomocí páskovačky.

Expedice

Zapáskované výrobky spolu s paletou jsou dále přesunuty na vyhraněné místo pro expedované zboží. Přesun je zabezpečen jeřábem. Z tohoto místa se palety přesouvají na finální místo určené pro expedici a jsou přesouvány vysokozdvížným vozíkem pracovníkem distribučního centra.

6.2 SWOT analýza vybraného výrobního procesu

Pro část pracoviště, kde probíhá vybraný výrobní proces byla provedena SWOT analýza. Byly zhodnoceny jak silné a slabé stránky, tak příležitosti a hrozby, které mohou jakkoli tento vybraný proces ovlivnit. Každý jeden řádek v jednotlivých kategoriích byl ohodnocen

body. U silných stránek a příležitostí se hodnoty bodů pohybují v kladné stupnici od hodnoty 1 (nejnižší spokojenost) až do hodnoty 5 (nejvyšší spokojenost). Záporná stupnice s hodnotami -1 (nejnižší nespokojenost) až -5 (nejvyšší nespokojenost) je přiřazena slabým stránkám a hrozbám. Všem řádkům v kategoriích byla dále přiřazena váha, která určuje důležitost položky v dané kategorii s celkovým součtem 1. Celkové hodnocení je pak dáno multiplikační přídělené váhy a dílčího ohodnocení.

Tabulka 2 SWOT analýza magnetické linky (vlastní zpracování)

	INTERNÍ FAKTORY				EXTERNÍ FAKTORY			
	SILNÉ STRÁNKY	Váha	Hodnocení	Celkové hodnocení	SLABÉ STRÁNKY	Váha	Hodnocení	Celkové hodnocení
INTERNÍ FAKTORY	Zastupitelnost pracovníků	0,1	5	0,5	Velice omezené prostory pro rozšíření výroby	0,2	-4	-0,8
	Nízká zmetkovitost	0,05	5	0,25	Nadměrná manipulace s výrobky	0,2	-5	-1
	Nenáročnost pracovních operací	0,05	4	0,2	Práce ve ztíženém prostředí (prach, hluk)	0,05	-2	-0,1
	Zkušenost pracovníků	0,1	5	0,5	Nadměrný transport	0,2	-4	-0,8
	Důraz na bezpečnost	0,2	3	0,6	Práce náročná na bezpečnost	0,1	-3	-0,3
	Dobrá pracovní kolektivita	0,2	4	0,8	Fyzicky náročná práce	0,05	-2	-0,1
	Nízká fluktuace zaměstnanců	0,05	2	0,1	Nevhodné pracovní prostředí	0,1	-2	-0,2
	Pracovníci se spoustou nápadů	0,15	3	0,45	Nedostatečné motivační ohodnocení	0,05	-1	-0,05
	Kvalifikovaný team leader	0,1	2	0,2	Nutnost použití jeřábu, která způsobuje čekání	0,05	-3	-0,15
				3,6				-3,5
	EXTERNÍ FAKTORY	PŘÍLEŽITOSTI	Váha	Hodnocení	Celkové hodnocení	HROZBY	Váha	Hodnocení
Zavedení nového informačního systému		0,2	3	0,6	Legislativní změny v požadavcích na bezpečnost práce	0,3	-3	-0,9
Zavedení moderních technologií		0,25	5	1,25	Legislativní změny v požadavcích na provoz ve ztíženém pracovním prostředí	0,3	-4	-1,2
Stabilní odběratel		0,3	5	1,5	Jediný odběratel	0,2	-5	-1
Přístavba nových pracovních prostor		0,2	1	0,2	Odchod kvalifikovaných pracovníků	0,1	-3	-0,3
Rostoucí poptávka po výrobku XY na trhu		0,05	3	0,15	Špatný vývoj kurzu měn	0,1	-2	-0,2
				3,7				-3,6

Tabulka 3 Bilance SWOT analýzy (vlastní zpracování)

BILANCE	
Externí	0,1
Interní	0,1
Celkem	0,2

Celková bilance SWOT analýzy je kladná, tudíž je možné říct, že také vhodná pro výrobu, avšak výsledná bilance nulu o moc nepřevyšuje. Hovoří to o silných prostorech pro zlepšení, proto poskytuje vybrané pracoviště představuje správné místo pro realizaci projektu ke zlepšení.

Silná stránka vybraného výrobního procesu jsou lidé, a hlavně vztahy na pracovišti. Pracovníci tvoří silný pracovní kolektiv, který drží pospolu jak na pracovišti, tak mimo něj. Další silnou stránkou je důraz na bezpečnost práce, kdy společnost je ochotna investovat nemalá peníze pro zabezpečení bezpečnosti pracovníků. Velký potenciál pro zlepšení bilance SWOT analýzy představuje snížení manipulace s výrobky a snížení transportu. Další potenciál je ve změně uspořádání pracovišť, aby poskytovala více prostoru pro případné rozšíření výroby. Převážně tyto položky budou podnětem ke zvýšení efektivity v rámci projektu.

Externí část SWOT analýzy nelze zcela ovlivnit. Je důležité tyto externí faktory znát, a zvláště u hrozeb předvídat a činit proti nim různá opatření v rámci akčních plánů. Naopak je třeba využít příležitostí, a to jak k rozvoji společnosti, tak zjednodušení práce.

6.3 Analýza procesů

Pro podrobnější popis procesů slouží procesní mapa, spaghetti diagram a mapa hodnotového toku, které jsou v této kapitole znázorněny. Veškeré analýzy byly prováděny v rámci teamu. Samotnému měření předcházela krátký workshop k určení jednotlivých kroků. Workshopu se účastnili dva operátoři, mistr a diplomant. Výstupem byl předpřipravený formulář pro vyplnění a detailní popis jednotlivých prováděných operací. Pro měření časů posloužily jak stopky, tak mobil jako dvojí kontrola. Vzdálenost byla měřena v krocích a následně dle délky kroku převedena na metry.

6.3.1 Procesní mapa

Zjednodušená procesní mapa znázorňuje tok práce. Slouží pro jednoduché zviditelnění určitých druhů plýtvání skrz nadměrný transport nebo čekání. Začíná od dovezení bedny s výrobky XY na pracoviště indukce. Je uložena na místo „Před indukcí“, kde čeká na uložení do jedné z indukčních pecí. Konec procesní mapy je uložení zabalených výrobku na paletě na dané místo v konečném expedičním skladu, kde se čeká pouze na odvoz.

Procesní analýze předcházelo projití veškerých kroků v procesu s mistrem cídírny a pracovníkem z kvality. Byly znovu objasněny veškeré kroky v procesu a s pomocí mistra bylo zahájeno měření.

Procesní mapa										
č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Počet operátorů	Možnosti zlepšení
1	Dovezení bedny s výrobky XY		⇒			D	61			
2	Čekání před indukcí									
3	Přesun bedny k peci		⇒				6			
4	Indukování	○						90	0,5	
5	Přesun bedny na místo pro chládnutí		⇒				6			
6	Chládnutí	○						300	0	
7	Převoz bedny na magnetizační linku		⇒				15			
8	Čekání před magnetizací					D				
9	Přesun bedny		⇒				3			
10	Kontrola magnetizací			◇				9,75	1	Zbytečná manipulaci při otáčení
11	Přesun bedny		⇒			D	3			
12	Čekání po magnetizaci									
13	Převoz bedny na broušení		⇒							Špatný layout - výrobek jde přes celou halu
14	Vrácení vozíku		⇒				117			nutnost vrátit vozík
15	Čekání na jeřáb před broušením					D				čekání
16	Broušení	○						1,5	0,5	manipulace
17	Měření tvrdosti			◇				1,5	0,5	
18	Čekání na jeřáb					D				Zdlouhavé čekání na jeřáb, jelikož se jedná o sdílený.
19	Vážení			◇				0,85	1	dlouhá doba na ustálení
20	Čekání před balením					D				
21	Balení	○						0,625	0,5	
22	Přesun na expediční místo		⇒				15			mnoho transportu
23	Čekání před expedicí					D				
24	Expedice		⇒				87			
							430	404,225	4	

Obrázek 5 Procesní mapa současný stav (vlastní zpracování)

Ve výše vypracované procesní mapě (Obrázek 6) se nachází 24 kroků. V těchto krocích je sedm operací, z nichž tři operace jsou kontrolní. Suma časů těchto operací je 404,225 minut což odpovídá 6 hodinám, 44 minutám a přibližně 13 sekundám. Z tabulky lze vyčíst, že nejnáročnější operace na čas je chladnutí a jako druhé indukování. Chladnutí jako operace se nedá nikterak ovlivnit. Výrobek XY má z technologického hlediska předepsanou dobu chladnutí. Jakýkoli zásah do chladnutí může ovlivnit mechanickou strukturu výrobku, což je nežádoucí. Čas indukování je taktéž minimálně ovlivnitelný. Každý výrobek XY má předepsaný časový diagram, proto ani do této operace není cílem zasahovat. Rozpad časů jednotlivých operací bude blíže popsán a znázorněn v rámci chronometráže vybraných procesů v následující kapitole.

Stejný počet jako je operací je četnost čekání. Čekání je z důvodu dávkového toku materiálu, kdy se výrobky XY převáží v bedně po šesti kusech a čeká se tedy na naplnění bedny pro převoz na další stanoviště operace.

Celkový počet operátorů je suma 4. Indukce obstarává jeden pracovník, pracuje na dvou pracovištích najednou. Kontrolu magnetizací provádí pracovník kontroly, který prošel speciálním školením a má v držení certifikát, že je způsobilý tuto kontrolní činnost provádět. Operace broušení plošky je vykonávána pracovníkem, pouze tehdy nashromáždí-li se dostatečné množství. Operace broušení je velice rychlá, proto se pracovník věnuje v průběhu cídnění i jiných odlitků. Jakmile má výrobek XY zabroušenou plošku, je přivolán pracovník kvality, aby zkontroloval tvrdost materiálu. Tento pracovník se taktéž věnuje výrobku XY pouze na zavolání, a ne celou směnu. Balení je zabezpečeno jedním pracovníkem. Pokud se však paleta z důvodu nedostatku místa nachází daleko od místa broušení, je přivolán na pomoc druhý pracovník.

Nejčetnější činností je transport. Bedna se neustále přesouvá ať už mezi jednotlivými operacemi, tak poté i blíže ke stroji. Blíže ke stroji nebo k místu provedení operace se bedna přesouvá z bezpečnostního důvodu. Veškerá manipulace s výrobkem XY je prováděna za pomoci dálkově ovládaného jeřábu, kdy vzdálenost přenosu zavěšeného břemen musí být z pravidla co nejmenší. Veškeré pohyby výrobku XY budou znázorněny ve schématu v kapitole 6.3.3 Materiálový tok.

6.3.2 Chronometrůž vybraných operací

K analýze časové náročnosti jednotlivých operací byla použita chronometrůž jako metoda přímého měření. Pro chronometrůž byl použit jak videozáznam, tak stopky. Rozbor videozáznamu posloužil k určení cyklických časů pracovních operací. Celá operace byla rozdělena na pracovní elementy, kterým byly přiděleny dílčí časy.

V následující tabulce je zaznamenána chronometrůž operace Magnetizace. Celková operace začíná navlečením háku do oka výrobku XY a vytažením na zem. Následně je hák jako manipulační nástroj zaměněn za magnet a výrobek je za pomoci magnetu uložen na magnetizační linku, která se nachází v plechové buňce pro zamezení přístupu světla. Po provedení magnetizace a kontroly je výrobek magnetem vytažen zpět na zem, kde dojde k obrácení a poté opětovnému položení magnetem na linku, kde dochází ke kontrole druhé strany. Po kontrole je výrobek uložen zpět do bedny.

Tabulka 4 Chronometrůž magnetizace (vlastní zpracování)

Chronometrůž operace													
Operace: Magnetizace											Den měření: 14.12.2017		
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Vytažení z bedny	Z: Navlečení háku	0:00:35	0:00:34	0:00:34	0:00:36	0:00:35	0:00:37	0:00:33	0:00:36	0:00:35	0:00:36	0:00:35
		K: Položení	0:00:35	0:10:08	0:20:10	0:30:10	0:39:47	0:49:27	0:59:23	1:09:05	1:18:55	1:28:41	0:00:35
2	Nasazení magnetu	Z: Položení	0:00:15	0:00:14	0:00:17	0:00:13	0:00:14	0:00:15	0:00:16	0:00:14	0:00:14	0:00:13	0:00:14
		K: Ukotvení magnetu	0:00:50	0:10:22	0:20:27	0:30:23	0:40:01	0:49:42	0:59:39	1:09:19	1:19:09	1:28:54	0:00:50
3	Přesun na ML	Z: Ukotvení magnetu	0:01:25	0:01:30	0:01:28	0:01:26	0:01:25	0:01:26	0:01:29	0:01:26	0:01:28	0:01:27	0:01:27
		K: Zavření střechy	0:02:15	0:11:52	0:21:55	0:31:49	0:41:26	0:51:08	1:01:08	1:10:45	1:20:37	1:30:21	0:02:17
4	Magnetizace	Z: Zavření střechy	0:00:50	0:00:49	0:00:51	0:00:49	0:00:48	0:00:46	0:00:49	0:00:50	0:00:48	0:00:49	0:00:49
		K: Uchycení lampy	0:03:05	0:12:41	0:22:46	0:32:38	0:42:14	0:51:54	1:01:57	1:11:35	1:21:25	1:31:10	0:03:06
5	Kontrola	Z: Uchycení lampy	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:28	0:00:27	0:00:24	0:00:26	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:26
		K: Otevření střechy	0:03:33	0:13:04	0:23:11	0:33:06	0:42:41	0:52:18	1:02:23	1:12:03	1:21:48	1:31:35	0:03:31
6	Přesun na zem	Z: Otevření střechy	0:01:08	0:01:26	0:01:15	0:01:10	0:01:13	0:01:23	0:01:10	0:01:11	0:01:18	0:01:16	0:01:15
		K: Položení	0:04:41	0:14:30	0:24:26	0:34:16	0:43:54	0:53:41	1:03:33	1:13:14	1:23:06	1:32:51	0:04:46
7	Otočení	Z: Položení	0:01:21	0:01:28	0:01:30	0:01:23	0:01:24	0:01:29	0:01:25	0:01:28	0:01:22	0:01:23	0:01:25
		K: Ukotvení magnetu	0:06:02	0:15:58	0:25:56	0:35:39	0:45:18	0:55:10	1:04:58	1:14:42	1:24:28	1:34:14	0:06:12
8	Přesun na ML	Z: Ukotvení magnetu	0:01:05	0:01:14	0:01:07	0:01:06	0:01:05	0:01:05	0:01:06	0:01:08	0:01:08	0:01:06	0:01:07
		K: Zavření střechy	0:07:07	0:17:12	0:27:03	0:36:45	0:46:23	0:56:15	1:06:04	1:15:50	1:25:36	1:35:20	0:07:18
9	Magnetizace	Z: Zavření střechy	0:00:48	0:00:47	0:00:51	0:00:49	0:00:47	0:00:48	0:00:49	0:00:51	0:00:48	0:00:49	0:00:49
		K: Uchycení lampy	0:07:55	0:17:59	0:27:54	0:37:34	0:47:10	0:57:03	1:06:53	1:16:41	1:26:24	1:36:09	0:08:07
10	Kontrola	Z: Uchycení lampy	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:28	0:00:27	0:00:24	0:00:26	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:26
		K: Otevření střechy	0:08:23	0:18:22	0:28:19	0:38:02	0:47:37	0:57:27	1:07:19	1:17:09	1:26:47	1:36:34	0:08:33
11	Přesun do bedny	Z: Otevření střechy	0:01:11	0:01:14	0:01:15	0:01:10	0:01:13	0:01:23	0:01:10	0:01:11	0:01:18	0:01:16	0:01:14
		K: Navlečení háku	0:09:34	0:19:36	0:29:34	0:39:12	0:48:50	0:58:50	1:08:29	1:18:20	1:28:05	1:37:50	0:09:47
			0:09:34	0:10:02	0:09:58	0:09:38	0:09:38	0:10:00	0:09:39	0:09:51	0:09:45	0:09:45	0:09:47

Chronometrůž usnadňuje identifikování činností přidávajících hodnotu výrobku a ty které hodnotu nepřidávají tím, že se celá operace rozdělí na dílčí pracovní elementy, a je tedy snáze identifikovatelné plýtvání. Výsledky z časových studií slouží jako podklad pro analýzu a eliminaci neproduktivních činností.

Rozpady všech chronometrůž jsou znázorněny v následující tabulce. K nejvýraznějším plýtváním dochází u operací Magnetizace, Broušení a Vážení. Pracovní operace vážení se provádí zavěšením výrobku XY na váhu, dále zavěšenou na jeřábu. Značnou dobu tedy zabere

ustálení výrobku, aby mohla být z váhy odečtena vážená hodnota. I přesto, že plýtvání představuje 79 % z celého času operace, jedná se o nejrychlejší způsob vážení. Při kontrole tvrdosti je nezbytné všechny hodnoty dále zapsat. 35 % plýtvání je tedy zapříčiněno nezbytnou administrativou. Další operace s výrazným podílem plýtvání je operace Magnetizace. 75 % plýtvání představuje plýtvání manipulací, která je se současnou metodou magnetování nezbytná. Plýtvání u broušení je převážně způsobeno manipulací s výrobkem a dále uchopením a odložením brusky.

Tabulka 5 Podíl plýtvání na celkovém čase operace (vlastní zpracování)

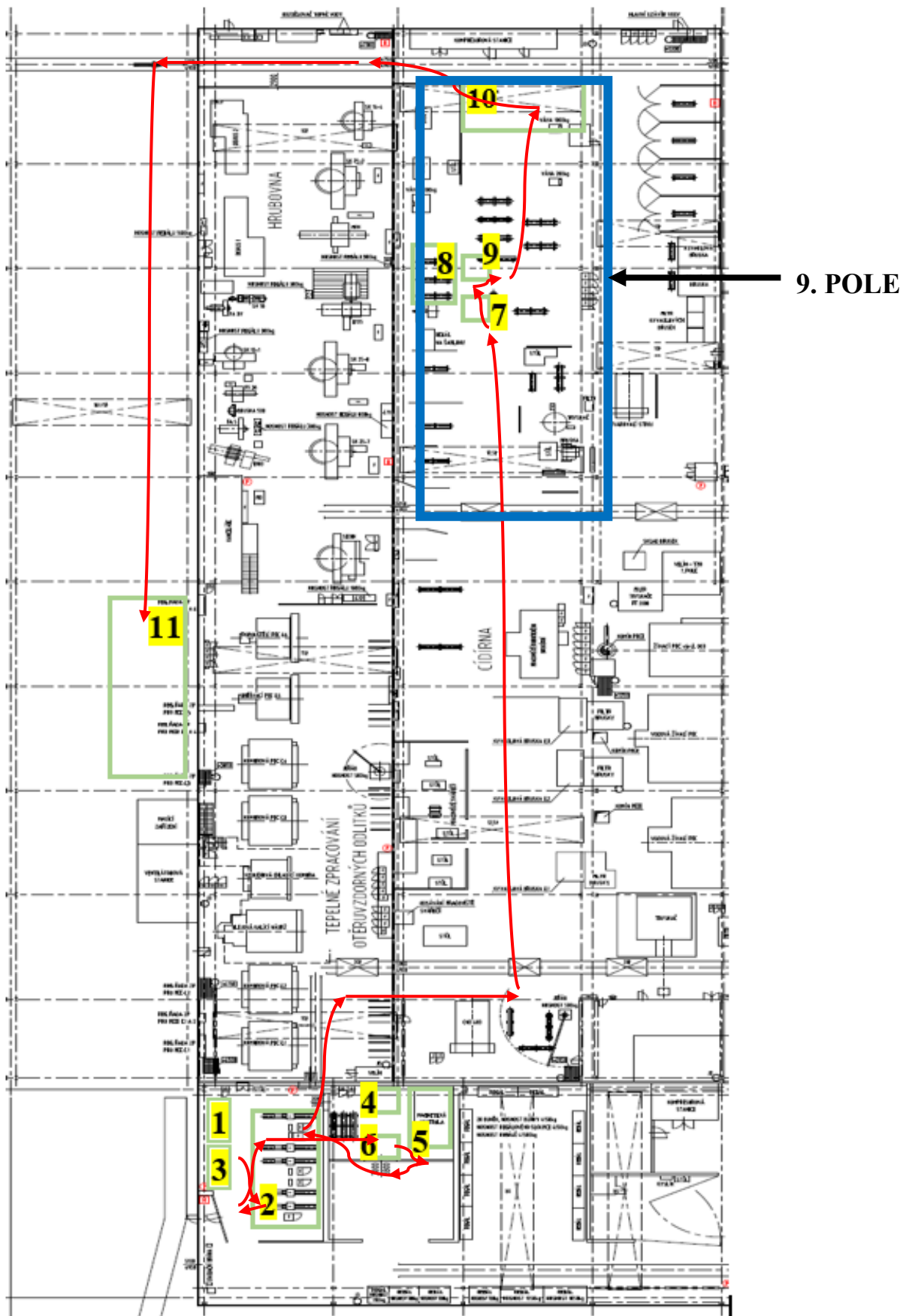
Pracovní operace	Celkový čas operace (min)	Čas přidávající hodnotu (min)	Čas nepřidávající hodnotu (min)	Plýtvání %
Indukce	90	86,5	3,5	4%
Magnetizace	9,75	2,48	7,27	75%
Broušení	1,57	0,77	0,8	51%
Kontrola tvrdosti	1,38	0,9	0,48	35%
Vážení	0,85	0,18	0,67	79%
Balení	0,97	0,84	0,13	13%

6.3.3 Materiálový tok

Schéma layoutu a znázorněný materiálový tok slouží ke zviditelnění plýtvání k němuž dochází při nadměrném transportu výrobku při převozu k jednotlivým operacím. Výsledné vzdálenosti z materiálového toku poslouží jako podklad pro analýzu a eliminaci neproduktivních činností.

Současné rozmístění jednotlivých operací odpovídá částečné kombinaci technologického a předmětného uspořádání. Indukování probíhá na pracovišti indukce, kontrola magnetizací na pracovišti magnetizační linky a broušení spolu s vážením a kontrolou tvrdosti na cídírně.

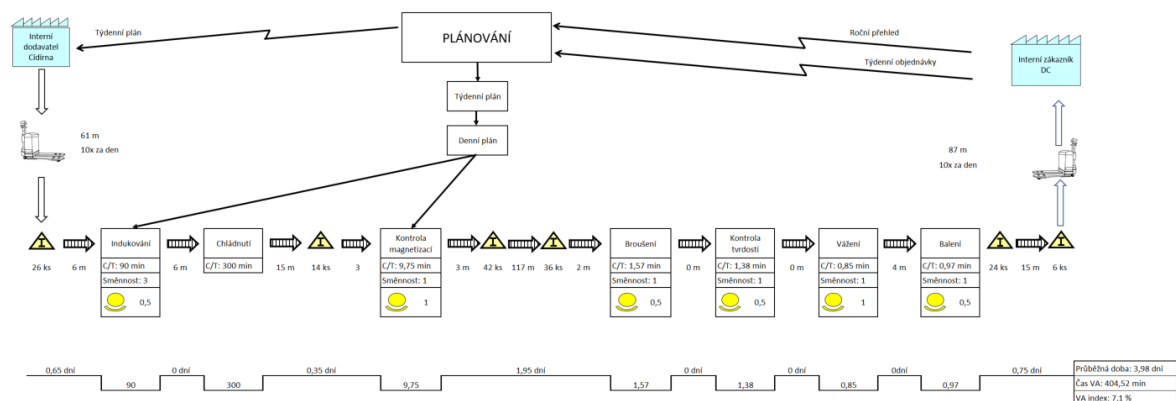
V následujícím schématu layoutu jsou znázorněny a přiřazeny čísla dle posloupnosti, přesunu výrobku XY. Největší vzdálenost je při přesunu výrobku z pracoviště magnetizační linky (6) na místo uložení před broušením (7), které je 117 metrů. Další významná vzdálenost je závěrečný přesun na expediční sklad (11) z místa uložení pro expedici (10), která je 87 metrů.



Obrázek 6 Materiálový tok současný stav (vlastní zpracování)

6.3.4 Mapa hodnotového toku

Mapa hodnotového toku napomáhá vizualizovat současný stav vybraných výrobních procesů s využitím standardizovaných ikon. Mapa hodnotového toku pro výrobek XY byla vytvořena na začátku ledna roku 2018 ve spolupráci s týmem projektu. Veškeré informace a data potřebná pro mapu byly získávány přímo ve výrobě na daných pracovištích. Velkou pomocí byla asistence samotných operátorů.



Obrázek 7 Mapa hodnotového toku současný stav (vlastní zpracování)

V samotném začátku tvorby mapy byl vydefinován současný požadavek zákazníka a disponibilní časový fond výroby a nový požadavek zákazníka. Z těchto hodnot byl odvozen **čas taktu**, který byl dále upraven o **dostupnost**, která je 90 %. Na pracovišti indukčních pecí se jede nepřetržitý provoz, to znamená, že disponibilní časový fond je vypočítán jako 24 hod x 30 dní v měsíci. Na všech ostatních pracovištích se pracuje pouze na jednu směnu. Disponibilní časový fond se pak vypočítá jako 8 hod pracovní doby, od které se odečte pauza na oběd a vynásobí počtem pracovních dní v měsíci.

Stávající požadavek zákazníka za měsíc = 800 ks

Nový požadavek zákazníka = 1765 ks

Disponibilní časový fond na pracovišti indukce = 24 hod x 60 min x 30 dní = 43 200 min

Disponibilní časový fond na ostatních pracovištích = 7,5 hod x 60 min x 20 dní = 9 000 min

$$\text{Zákaznický takt stávající (pracoviště indukce)} = \frac{43\,200}{800} = 54 \text{ min/ks} \rightarrow 48,6 \text{ min/ks}$$

$$\text{Zákaznický takt stávající (ostatní pracoviště)} = \frac{9000}{800} = 11,25 \text{ min/ks} \rightarrow 10,125 \text{ min/ks}$$

$$\text{Zákaznický takt nový (pracoviště indukce)} = \frac{43\,200}{1765} = 24,47 \text{ min/ks} \rightarrow \mathbf{22,02 \text{ min/ks}}$$

$$\text{Zákaznický takt nový (ostatní pracoviště)} = \frac{9000}{1765} = 5,1 \text{ min/ks} \rightarrow \mathbf{4,6 \text{ min/ks}}$$

Dodavatelem pro vybranou část výrobního procesu je předchozí operace na cídrně. Zákazníkem je DC (Distribution Center). Plánování výroby obdrží od DC (zákazníka) požadavky na rok dopředu a dále jsou měsíčně objednávky upřesňovány. Závaznou objednávkou společnost obdrží vždy nejpozději 3 až 4 týdny dopředu. Dodavatel se řídí týdenním plánem a dodává výrobky XY na pracoviště indukce v nepravidelných intervalech přibližně desetkrát za den. Výrobky jsou dodány v bednách po šesti kusech na stanovené místo. Plánování probíhá na týdenní bázi. Denní plán výroby si řídí sám Team leader cídrny. Poslední analyzovaná operace je balení, kdy se výrobky XY připevní na paletu a převezou se na místo pro expedici. Z expedice je přibližně desetkrát za den výrobek převezen do DC skladu, odkud je jednou týdně expedován zákazníkovi.

Mimo dodavatele a zákazníka byly do mapy zaznamenány dané výrobní procesy, a to ve směru toku materiálu. Jednotlivé pracovní operace obsahují informace získány přímým měřením:

- C/T – cyklový čas operace
- Směnnost
- Počet pracovníků
- Vzdálenost
- Rozpracovaná výroba

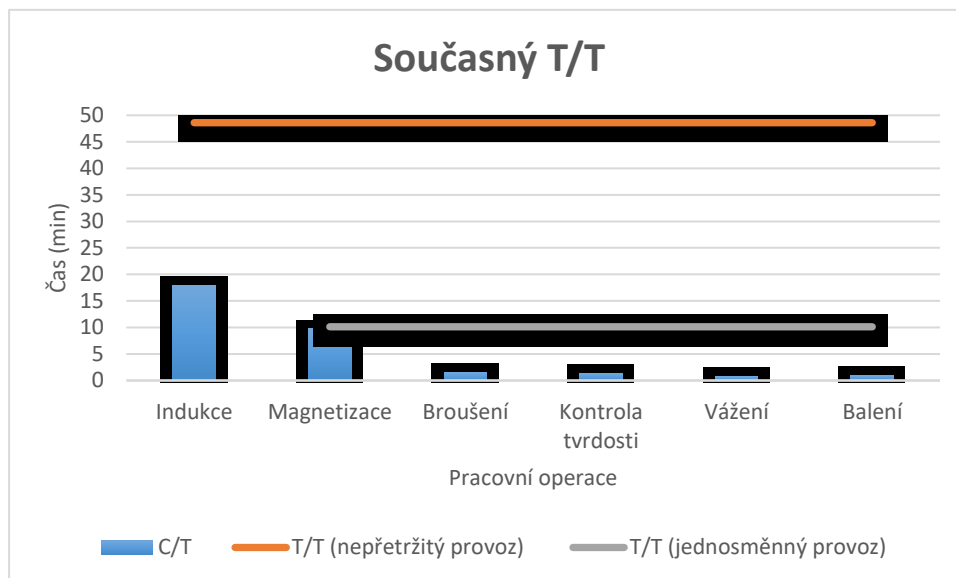
Výsledky z mapy současného stavu jsou shrnuty v následující tabulce. Čas přidávající hodnotu produktu představuje 404,52 min, průběžná doba výroby je 1,63 dní. VA index udávající procentuální hodnotu stanovenou z podílu času přidávající hodnotu výrobku na celkové průběžné době ze současné mapy představuje 17,2 %, zbývající čas 82,8 % je čas nepřidávající produktu hodnotu, tudíž je pro nás plýtváním.

6.4 Shrnutí analýzy současného stavu

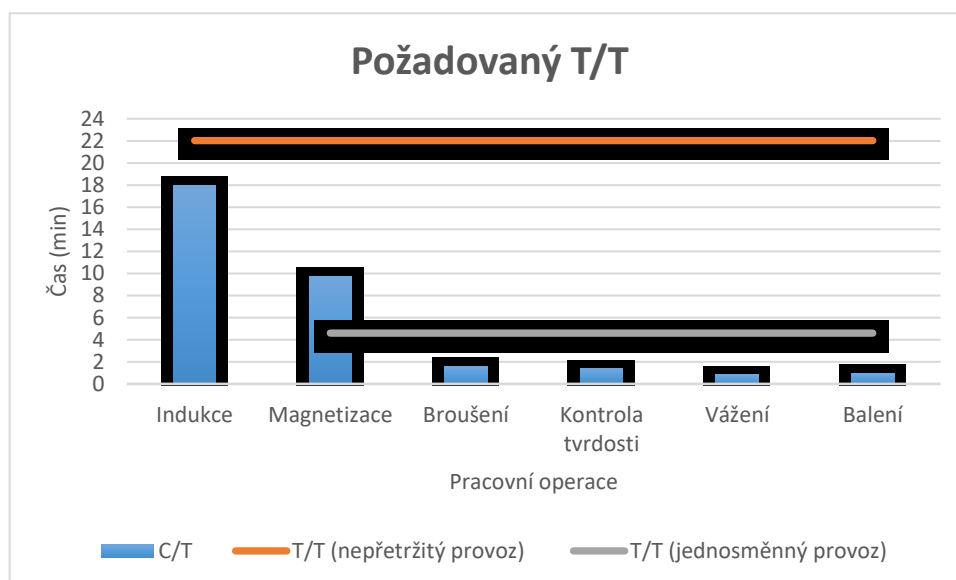
Analytická část diplomové práce se zaměřovala pouze na vybranou část výrobního procesu, kdy je vzhled výrobky XY finální. V počátku analytické části byly jednotlivé kroky popsány a byla zpracována SWOT analýza. Hlavní silnou stránku představují lidé, kolektiv a vztahy na pracovišti. Naopak slabou stránku se silným potenciálem ke zlepšení představuje snížení manipulace s výrobky a snížení transportu. Nejen, že nadbytečná manipulace a transport způsobují prostoje, zvýšené požadavky na prostor, ale především manipulace na slévárně představuje zvýšené riziko úrazu. Tyto slabé stránky představují podklad pro zlepšení a budou předmětem projektu.

Pro optimalizaci byl na začátku zvolen výrobek XY, který jako jediný prochází již popsanou částí výroby. Jelikož je naplánovaný růst objemu o víc jako 100 % stal se podnětem pro projekt zvýšení efektivity celé magnetické linky. Pro seznámení s procesem byla zpracována procesní mapa. Již z procesní mapy jsou známy určité druhy plýtvání. Především vynikne značný transport, kdy každý jeden výrobek XY pouze ve vybrané analyzované části urazí přibližně 430 m. Samotný pohyb materiálu je znázorněn ve schématu materiálového toku. Jednotlivé operace z procesní mapy jsou dále rozčleněny na časy přidávající hodnotu výrobku a časy nepřidávající hodnotu v rámci chronometrů. Ze šesti pracovních operací čtyři pracovní operace vykazují podíl plýtvání nad 30 % a tři z nich dokonce nad 50 %. Cílem v projektové části bude především zefektivnění činností přidávající hodnotu a eliminace nebo alespoň snížení činností, které hodnotu produktu nepřidávají.

V dalším kroku analytické části byla vytvořena mapa hodnotového toku. Byly sledovány cyklové časy operací, směnnost na jednotlivých pracovištích spolu s počtem operátorů, rozpracovaný materiál a vzdálenosti, které tento materiál při přesunech urazí. Současný čas taktu (T/T) společnosti na pracovišti s nepřetržitým provozem je 48,6 min/ks a jednosměnném pracovišti 10,125 min/ks. Avšak nový požadavek zákazníka mění současný čas taktu u nepřetržitého provozu na 22,02 min/ks a u jednosměnného provozu na 4,6 min/ks. Následující grafy znázorňují současný stav C/T jednotlivých operací v kombinaci s křivkami T/T a nový požadovaný T/T. První graf (Obrázek 9) je značně nevybalancovaný a je zřejmé, že na pracovišti indukce je zbytečná třetí směna. V druhém grafu (Obrázek 10) však už ne všechna pracoviště splňují takt zákazníka a je zřejmé, že pracoviště jsou dosti nevybalancovaná.



Obrázek 9 Časová analýza současného stavu (vlastní zpracování)



Obrázek 8 Časová analýza požadovaného stavu (vlastní zpracování)

Operace indukování jako taková ovlivnit nelze, protože se jedná o tepelnou úpravu, která má předepsaný diagram, a tudíž indukování nebude předmětem změny. Aby byl takt zákazníka dodržen u kontrolní činnosti magnetizací, je zapotřebí snížit cyklový čas o více jak polovinu, anebo navýšit směnnost. V projektové části budou zpracovány různé návrhy s cílem dosáhnout taktu zákazníka a zvýšit efektivitu celého procesu.

Analýza současného stavu odhalila určité nedostatky a plýtvání především v následujících oblastech:

- Vysoký podíl plýtvání v celkových cyklových časech
- Nadměrná manipulace s výrobky
- Nadměrný transport
- Mnoho skladových prostor
- Čekání na jeřáb v 9. poli
- Nevybalancované pracovní operace
- Nepřehlednost pracoviště díky nedostatku místa (nedostatečná vizualizace vstupního a výstupního materiálu na pracovišti)
- Neefektivní kontrolní technologie

V následující tabulce jsou k jednotlivým operacím přiřazena zjištěná plýtvání. Poslední sloupec zobrazuje, zda toto plýtvání bude dále řešeno v projektové části formou návrhu na zlepšení či nikoli. V rámci operace indukce žádné plýtvání zjištěno nebylo, proto nebude dále v projektové části tato činnost řešena nebude.

Tabulka 6 Výčet plýtvání (vlastní zpracování)

Zjištěná plýtvání		
Pracovní operace	Plýtvání	Návrh na zlepšení
Indukce	nebyly zjištěny plýtvání	x
Magnetizace	nadměrná manipulace	✓
	mezioperační zásoby	
Broušení a měření tvrdosti	nadměrná manipulace	✓
	mezioperační zásoby	
	nadměrný transport	
	složitá postupy	
Vážení	zdlouhavý čas pro ústálení výrobku	✓
Balení a expedice	nadměrný transport	✓
	zbytečné pohyby při donášení páskovačky	

Následující tabulka 7 shrnuje již podstatné informace pro projektovou část. První čtyři řádky obsahují procesní časy operací, kterým bude v projektové části věnována pozornost s cílem tyto časy snížit. Dále je zobrazen současný stav VA indexu, počet mezioperačních skladů, počet kusů rozpracované výroby, vzdálenost, kterou výrobek urazí a současný počet operátorů. Poslední řádek zobrazuje počet kusů, jenž je schopný protéct za jednu směnu těmito čtyřmi pracovními operacemi. Se všemi zmíněnými hodnotami se bude dále v projektové části pracovat.

Tabulka 7 Souhrn informací z analýzy současného stavu (vlastní zpracování)

	Současný stav
C/T Magnetizace	9,75 min
C/T Broušení & měření tvrdosti	1,57 + 1,38 min
C/T Vážení	0,85 min
C/T Balení	0,97 min
VA index	7,10%
Mezioperační sklady	6
Rozpracovaná výroba	98 ks
Transportní vzdálenost	430 m
Pracnost / 88 ks	26,4 hod
Max výkon	41ks

Výsledky z dílčích analýz budou sloužit jako podklad pro projektovou část. Všechna plýtvání v jednotlivých pracovních operacích a zjištěné nedostatky budou sloužit jako základ pro navržení možných řešení ke zvýšení efektivity.

7 PROJEKT ZVÝŠENÍ EFEKTIVITY MAGNETICKÉ LINKY

Cílem projektu je zvýšení efektivity magnetické linky pro výrobek XY zvýšením plynulosti výroby a odstraněním neproduktivních činností. Projekt se zakládá na navržení zefektivnění jednotlivých pracovních operací a tím odstranění zjištěných plýtvání. Zeštíhlená pracoviště budou schopny dosáhnout požadovaného taktu zákazníka. Navrhovaná řešení budou graficky vizualizována za pomoci nové procesní mapy, nového layoutu a v rámci budoucí mapy hodnotového toku.

7.1 Návrhy na zefektivnění pracovních operací

Po analytické části se uskutečnily Kaizen workshopy s cílem zefektivnit dílčí činnosti tak, aby společnost byla schopna splnit požadovaný takt zákazníka. Zároveň bylo cílem eliminovat NVA činnosti zjištěné v rámci analýz a měření. Vstupem do workshopů jsou tedy data získaná z analýzy současného stavu a z mapy hodnotového toku. Workshop probíhal v Lean místnosti společnosti za účasti některých členů z projektového teamu. V první části workshopu byly prezentovány výsledky z analýzy současného stavu a v druhé části probíhal brainstorming.

Pracovní operace indukování byla z projektové části vynechána, protože zde nebyly nalezeny hodnoty nepřidávající hodnotu výrobku. Primárně se tým soustředil na úzké místo (Magnetizační linka), jehož C/T více jak dvojnásobně převyšuje takt zákazníka. Jednotlivé návrhy týmu budou blíže rozepsány v následujících podkapitolkách. V závěru každé podkapitolky, která se věnuje jednotlivým pracovním operacím bude vyhodnocena varianta, která se v závěru stane součástí uceleného návrhu.

7.1.1 Návrh na zefektivnění kontroly magnetizací

Měřením současného stavu kontrolní operace Kontrola magnetizací byly zjištěny tyto data:

- C/T: 9,75 min
- Zákaznický takt: 4,6 min/ks
- VA činnosti: 2,48 min
- VA index: 25 %
- Manipulace: 7,27 min

V současnosti je možné linkou zkontrolovat průměrně 40 ks za směnu. Pro splnění taktu zákazníka je potřeba za den zkontrolovat 88 ks výrobku XY ta den. Magnetizační linka pracuje v jednosměnném provozu a je obsluhována jedním pracovníkem kontroly.

Při analýze cyklického času tým identifikoval jako primární plýtvání způsob navržení magnetizační linky. Způsob uložení výrobku XY na lince neumožňuje provést kontrolu obou stran v rámci jedné magnetizace, tudíž je nevyhnutelná další manipulace pro otočení výrobku a zároveň dvojnásobný čas pro samotnou kontrolu výrobku.

Tým se usnesl na třech variantách zefektivnění magnetizační linky, které budou postupně rozepsány níže.

VARIANTA 1. – přípravek na otáčení

První varianta se snaží eliminovat čas potřebný pro otočení výrobku XY mezi jednotlivými magnetickými kontrolami obou stran.

Tabulka 8 Zefektivnění magnetizace –
Varianta 1 (vlastní zpracování)

Kontrola magnetizací		
Název úkonu	Průměrný čas	Průměrný čas *
Vytažení z bedny	0:00:35	0:00:35
Nasazení magnetu	0:00:14	0:00:14
Přesun na ML	0:01:27	0:01:27
Magnetizace	0:00:49	0:00:49
Kontrola	0:00:26	0:00:26
Přesun na zem	0:01:15	0:00:45
Otočení	0:01:25	0:00:05
Přesun na ML	0:01:07	0:00:47
Magnetizace	0:00:49	0:00:49
Kontrola	0:00:26	0:00:26
Přesun do bedny	0:01:14	0:01:14
C/T	0:09:47	0:07:37

Sám pracovník kontroly přišel s nápadem přípravku pro otáčení. Výrobek po magnetizaci jedné strany by byl vytažen z linky a přímo vložen do přípravku, kde by došlo k otočení. Poté by byl magnetem přenesen zpět na linku.

S využitím přípravku by cyklický čas pro kontrolu magnetizací byl 7,61 min. Úspora času by činila 2,14 min. Poměr plýtvání by klesl ze 75 % na 67 % tedy VA index činí 33 %.

Počet výrobku XY, který projde magnetizační linkou s novým C/T časem za směnu:

$$\text{Počet výrobků XY} = 90 \% \text{ Dostupného času magnetizační linky} / \text{nový C/T}$$

$$\text{Počet výrobků XY za směnu} = 405 \text{ min} / 7,62 \text{ min} = 53 \text{ ks}$$

Jak z výpočtu plyne, i přes zakomponování přípravku na otáčení do procesu kontroly není společnost schopna dosáhnout taktu zákazníka. Jediným řešením, jak docílit T/T by bylo **otevření další směny**.

Finanční náročnost této varianty na rok je rovna nákladům spojeným s otevřením nové směny, a to přibližně 450 000 Kč. Investice pro tuto variantu se rovnají 30 000 Kč za pořízení přípravku na otáčení.

VARIANT 2. – úprava magnetizační linky

Druhá varianta se snaží naprosto eliminovat manipulaci pro otočení výrobku XY. Varianta se zakládá na úpravě současné magnetizační linky. Úprava spočívá v instalování rotujících hlavic, které umožní výrobek XY při jednom zmagnetizování zkontrolovat z obou stran.

Tabulka 9 Zefektivnění magnetizace –
Varianta 2 (vlastní zpracování)

Kontrola magnetizací		
Název úkonu	Průměrný čas	Průměrný čas *
Vytažení z bedny	0:00:35	0:00:35
Nasazení magnetu	0:00:14	0:00:14
Přesun na ML	0:01:27	0:01:27
Magnetizace	0:00:49	0:00:52
Kontrola	0:00:26	0:00:32
Přesun na zem	0:01:15	0:00:00
Otočení	0:01:25	0:00:00
Přesun na ML	0:01:07	0:00:00
Magnetizace	0:00:49	0:00:00
Kontrola	0:00:26	0:00:00
Přesun do bedny	0:01:14	0:01:14
C/T	0:09:47	0:04:54

S úpravou magnetizační linky by cyklický čas pro kontrolu magnetizací byl 4,9 min. Proti původní verzi dojde k úspoře času téměř o 50 %. VA index se pohybuje na úrovni 29 %. Přestože čas klesl o 50 % stále na takt zákazníka se současným dostupným časem magnetizační linky společnost nedosáhne.

Počet výrobku, který za směnu projede magnetickou linkou se současným taktem operace je znázorněn výpočtem:

$$\text{Počet výrobků XY za směnu} = \frac{405 \text{ min}}{4,9 \text{ min}} = 82 \text{ ks}$$

Při cyklickém čase 4,9 min je linka schopna zkontrolovat 82 ks výrobku XY. Počet chybějících kusů pro splnění zákaznického taktu je 6 ks. Se současným taktom operace je potřeba pro těchto 6 ks výrobku XY 29,4 min.

$$\text{Potřebný čas ke splnění taktu zákazníka} = 6 \times 4,9 \text{ min} = 29,4 \text{ min}$$

Potřebný čas odpovídá půl hodině, o kterou je směna zkrácena z důvodu půlhodinové přestávky pro pracovníka. Jako jednoduché řešení se nabízí práce bez přestávky, kdy v době pauzy, zastoupí onoho kontrolora jiný pracovník kontroly. Nově by dostupný čas magnetizační linky byl vypočten jako 480 min x 90 % dostupnosti stroje.

$$\text{Počet výrobků XY za směnu} = \frac{0,9 \times 480 \text{ min}}{4,9 \text{ min}} = 88 \text{ ks}$$

Varianta 2 představuje návrh pro úpravu magnetizační linky přidáním otočných hlav a dále nepřetržitý provoz v rámci směny, kdy v době přestávky bude pracovník zastoupen kontrolorem jiným. VA index vzroste o 4 % a bude dodržen v rámci jedné směny takt zákazníka.

Finanční náročnost této varianty na rok odpovídá nákladům na odpis, který při zrychleném odepisování bude pro první rok 100 000 Kč. Potřené investice vztahující se k této variantě jsou 500 000 Kč.

VARIANTA 3 – ruční kontrola magnetem

Třetí varianta bere v úvahu zcela jiný způsob kontroly magnetizací, a to za pomoci ručního magnetu. Současná magnetizační linka byla navržena pro kontrolu především velkých odlitek s váhou 0,5 tun a výše. Bohužel manipulace, která by byla stejná jako u výrobku XY, kdy by výrobek byl magnetizovat 2x a musel by tudíž podstoupit všechny manipulace, nepřicházel v úvahu. Už teď z hlediska bezpečnosti zvedání výrobku XY s průměrnou váhou 170 kg do výšky 2,5 metrů není optimální. Při hledání možností, jak provádět kontrolu magnetizací jiným efektivnějším způsobem, byl navržen způsob ruční.

Rozdíl mezi ruční kontrolou a kontrolou za pomoci magnetizační linky je v hloubce prosvícení. Magnetizační linka je schopna jít až 3 mm pod povrch výrobku XY. Ruční magnet „jho“ se dostane pouze jeden milimetr pod povrch. Specifikace zákazníka na kontrolu zní ovšem pouze 1 mm, tudíž ruční magnet je dle požadavků zákazníka zcela vyhovující.

Ruční kontrola magnetem pracuje na obdobném principu jako magnetizační linka. Ruční magnet se přiloží na kontrolovaný výrobek, na který se v dalším kroku nastříká suspenze ve spreji. Suspenze ve spreji obsahuje jemný magnetický prášek, který se v místě praskliny po magnetizaci vysbírává. Dále se použije UV světlo, které případné praskliny zviditelní. Kontrola musí být prováděna certifikovaným kontrolorem.



Obrázek 10 Ruční magnet Jho (interní dokumenty)

Pro určení průměrného procesního času potřebného na ruční kontrolu magnetem byla zpracována časová studie za pomoci chronometráže. Chronometráž je k vidění v příloze číslo VIII.

Následující tabulka zobrazuje již průměrný čas získaný z deseti náměrů.

Tabulka 10 Zefektivnění magnetizace – Varianta 3 (vlastní zpracování)

Ruční kontrola magnetizací	
Název úkonu	Průměrný čas
Vytažení z bedny	0:00:38
Aplikace spreje	0:01:08
Uchopení UV světla	0:00:05
Kontrola UV světlem	0:00:16
Otočení	0:00:25
Aplikace spreje	0:00:36
Uchopení UV světla	0:00:05
Kontrola UV světlem	0:00:09
C/T	0:03:21

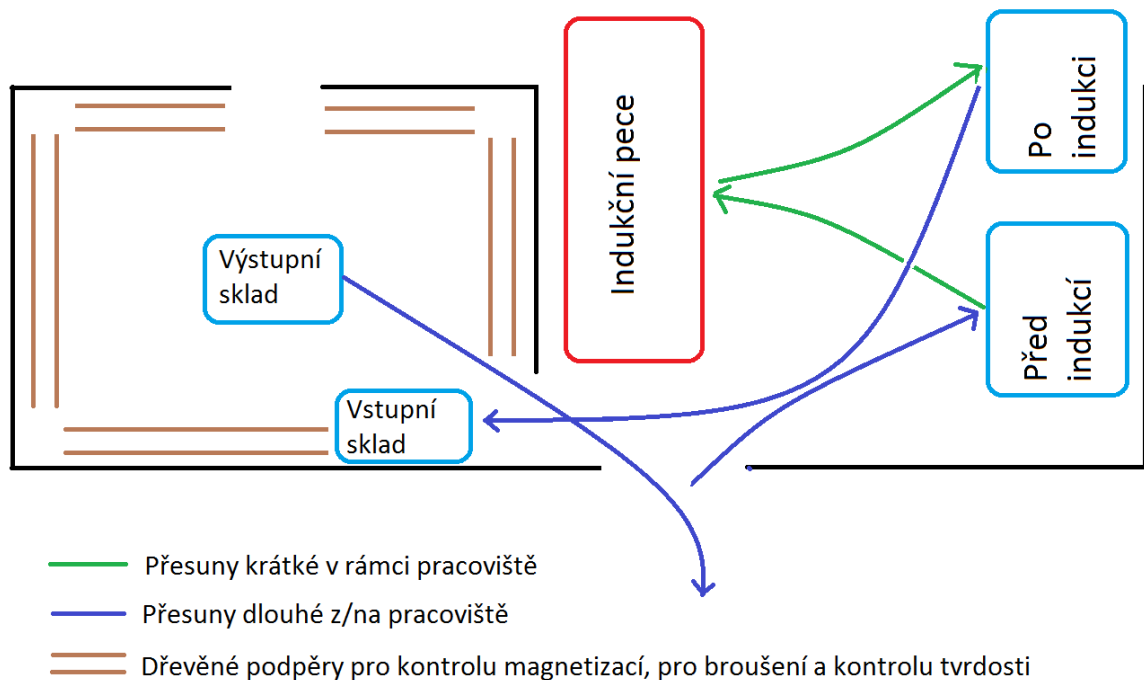
Přechod na ruční magnetickou kontrolu by představoval značnou úsporu v čase. Cyklický čas potřebný pro provedení operace je pomocí ruční kontroly 3,35 min. To představuje 65 % časovou úsporu. VA index se rázem vyšvihne na 63 %. Maximální počet výrobků, které bude možno zkontrolovat ručním magnetem v rámci jedné směny bude následující:

$$\text{Počet výrobku XY} = \frac{405 \text{ min}}{3,35 \text{ min}} = 120 \text{ ks}$$

S ručním magnetem je možné dle výpočtu zkontrolovat až 120 ks za směnu. Při požadavku zákazníka 88 ks/směnu je pracovník kontroly schopen zvládnout jeho práci za 295 minut (4 hod 55 min).

S variantou tři by došlo na pracovišti ke změně layoutu. Současná magnetizační linka by byla odvezena z pracoviště a podél stěn by se rozmístily dřevěné podpěry. Stejně podpěry

jako se používají pro broušení. Na zemi by bylo vizuálně vyobrazeno místo pro vstupní materiál. Z tohoto místa by jeřábem byly rozmístěny výrobky přímo na dřevěné podpěry. Ve středu místnosti jsou rozmístěny palety, na které by se hotové výrobky skládaly. Pak následuje už jen balení a expedice přímo z daného pracoviště.



Obrázek 11 Layout Varianty 3 (vlastní zpracování)

Finanční náročnost varianty na rok poté odpovídá roční spotřebě sprejů, která činí přibližně 92 000 Kč. Investice této varianty se odvíjí od ceny ručního magnetu, která se pohybuje okolo 15 000 Kč.

7.1.2 Shrnutí návrhů na zefektivnění kontroly magnetizací

V rámci zefektivnění kontroly magnetizací byly navrženy tři varianty. Jednotlivé varianty se liší finančními náklady, procesním časem, podílem VA a NVA činností (VA indexem), maximálním průtokem kusů za směnu. Všechny tyto ukazatele budou sloužit pro rozhodnutí volby varianty. Finanční náročnost jednotlivých variant je přibližná, protože si společnost nepřeje udávat přesné hodnoty.

Následující tabulka porovnává dané ukazatele jednotlivých variant. Zelené podbarvení označuje vždy zástupce nejlepší varianty. Varianta s největším počtem zelených je variantou vítěznou.

Tabulka 11 Vyhodnocení variant pro zlepšení magnetizace (vlastní zpracování)

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Pocesní čas	7,61 min	4,9 min	3,35 min
Podíl plýtvání	67%	71%	37%
VA index	33%	29%	63%
Výkon (ks/směna)	53	88	120
Finanční náročnost	480 000 Kč	100 000 Kč	92 000 Kč

Tabulka jasně hovoří ve prospěch třetí varianty (Varianta 3). Ve všech poměřovaných ukazatelích vyšla s přehledem jednoznačně nejlépe. Tudiž nově proces magnetizace bude probíhat následovně. Na začátku směny budou na pracoviště magnetizační linky navezeny postupně vychladlé výrobky XY, které se ihned naloží na dřevěné podpěry, stejné jako se používají pro broušení a výrobky budou jeden po druhém ručně kontrolovány. Po kontrole jedné strany se všechny výrobky XY otočí a zkontroluje se strana druhá.

7.1.3 Návrh na zefektivnění broušení a měření tvrdosti

Měření současného stavu operace broušení a měření tvrdosti byla zjištěna tato data:

Broušení:

- C/T: 1,57 min
- Zákaznický takt: 4,6 min/ks
- VA činnosti: 0,77 min
- VA index: 49 %
- Manipulace: 0,67 min
- Vzdálenost od předchozí operace: 117 m

Měření tvrdosti:

- C/T: 1,38 min
- Zákaznický takt: 4,6 min/ks
- VA činnosti: 0,9 min
- VA index: 65 %
- Administrativa: 0,48 min

V rámci Kaizen workshopu byly formou brainstormingu podávány návrhy na zlepšení těchto dvou operací, které se vážou určitým způsobem k sobě. Proto bylo rozhodnuto, že se v rámci zlepšení bude hovořit o těchto dvou operacích jako o jedné. Proces broušení plošky se dělá z důvodu měření tvrdosti. Kdyby se tvrdost neměřila, ploška by se nepřilívala a nic by se nemuselo brousit. Tento způsob odvození byl vyřčen po otázce, je-li broušení vlastně nutné. Správné položení otázky dovedlo tým k položení otázky druhé. Jelikož je kontrola tvrdosti materiálu nevyhnutelná je možnost jiného technologického způsobu kontroly tvrdosti?

ANO!

V rámci workshopu se tedy došlo na existenci jiného způsobu měření tvrdosti, a to za pomoci digitálního tvrdoměru.

Přenosný digitální tvrdoměr pracuje na principu vysokofrekvenční rezonance. Samotná obsluha tvrdoměru je velice jednoduchá a přehledná. Je možné nastavit jednoduše různé hodnoty měřených tvrdostí, takže má širší spektrum použití nejen pro výrobek XY. Hlavní přínos této metody měření je, že nevyžaduje měření na čistém povrchu. To znamená, že není nutnost přílitku, pro zbroušení. Dalším přínosem je možnost zasílání dat přímo do počítače, tudíž odpadne nutnost okamžitého zaznamenávání do papírového formuláře.

Pro vyzkoušení a ověření metody byl nejmenovanou firmou poskytnut digitální tvrdoměr. Pro ověření byl výrobek změřen jak před broušením digitálním tvrdoměrem, tak po zbroušení Poldiho kladívkem. Výsledné hodnoty se lišily o méně jak 0,5 HB (Brinell hardness), což je zcela zanedbatelná hodnota. V dalším kroku byl změřen procesní čas za pomoci chronometráže a deseti náměru činnosti. Následující tabulka zobrazuje již průměrné časy vytažené z chronometráže. Pro porovnání jsou zde oba způsoby měření tvrdosti.

Tabulka 12 Rozdíl operačních časů současného měření tvrdosti a navrhovaného (vlastní zpracování)

Digitální měření		Broušení a měření tvrdosti	
Název úkonu	Průměrný čas	Název úkonu	Průměrný čas
Uchopení tvrdoměru	0:00:02	Vytažení výrobku XY	0:00:40
Změření tvrdosti	0:00:08	Uchopení brusky	0:00:04
Odložení tvrdoměru	0:00:03	Broušení	0:00:46
Zápis tvrdosti na výrobek	0:00:04	Odložení brusky	0:00:04
C/T	0:00:17	Ťuknutí kladívkem	0:00:09
		Změření průměru	0:00:29
		Vyhledání v tabulkách	0:00:08
		Zápis tvrdosti na výrobek	0:00:04
		Zápis do formuláře	0:00:33
		C/T	0:02:57

Z tabulek je zřetelný časový rozdíl potřebný pro kontrolu pomocí digitálního tvrdoměru a současného způsobu měření. Zatím co pro zjištění tvrdosti současným způsobem měření je potřeba 2,95 minut, digitální tvrdoměr potřebuje méně jak 10 %, a to 0,28 min. Nový VA index se pohybuje na 70 % a manipulace s výrobkem je zcela eliminována.

Provozní náklady na den současného měření tvrdosti s broušením se pohybují okolo 3 650 Kč. Tyto náklady byly spočteny z časové náročnosti pro obroušení a kontrolu 88 výrobků XY vynásobené hodinovou sazbou brusnice a kontrolora. Stejně tak byl odvozen výpočet provozních nákladů na den u návrhu, který se s časem 17 vteřin na kus pohybuje okolo 160 Kč na den.

7.1.4 Shrnutí návrhu na zefektivnění broušení a měření tvrdosti

V rámci zefektivnění broušení a měření tvrdosti byl navržen zcela nový způsob měření tvrdosti. Následující tabulka sumarizuje výběr dat potřebný pro rozhodnutí.

Tabulka 13 Shrnutí zlepšení broušení a měření tvrdosti (vlastní zpracování)

	Broušení & měření tvrdosti	Digitální tvrdoměr
C/T	2,95 min	0,28 min
VA index	57%	70,50%
Manipulace s výrobkem	0,67 min	0 min
Podíl plýtvání	43%	29,50%
Výkon (ks/směna)	152 ks	1607 ks
Počet pracovníků	2	1
Náklady na provoz /den	3 650 Kč	160 Kč
Investice	0 Kč	400 000 Kč

Při této metodě není nutno brousit jakýkoli přílítek na výrobku XY, tudíž je o jednoho potřebného pracovníka méně a zároveň o jednu pracovní operaci. Navržená metoda je taktéž výrazně kratší než s použitím Poldiho kladívka.

Měření tvrdosti představuje kontrolní činnost, dle předpisů výrobce musí být tvrdoměr obsluhovat kvalifikovanou obsluhou, kterou ve společnosti splňují pracovníci kontroly.

7.1.5 Návrh na zefektivnění vážení

Měřením současného stavu činnosti vážení byly zjištěny následující hodnoty:

- C/T: 0,85 min
- Čas potřebný na ustálení: 0,25 min
- Podíl plýtvání: 79 %
- VA index: 21 %

K vážení za současného stavu probíhá v návaznosti na operaci měření tvrdosti. Výchozí poloha před vážením výrobku XY je horizontální, kdy je výrobek uložen na dřevěných podpěrách. V této pozici je výrobek zaháknut na manipulační hák jeřábu. Poté je zvednut do výšky

a čeká se na ustálení, aby mohla být z váhy odečtena hodnota. Po odečtení hodnoty je výrobek přepraven na paletu za pomoci dalšího pracovníka. V analýze současného stavu bylo jako hlavní plýtvání identifikován zdlouhavý čas pro ustálení výrobku. Při zvedání z horizontální polohy do polohy vertikální je výrobek značně rozhoupán. Doba pro ustálení je logicky delší, než by byla doba potřebná pro ustálení při zdvihu z vertikální polohy. Zdržení při použití jeřábu se jeví jako dvojnásobné plýtvání, protože čekají všechny jiné operace odehrávající se na 9. poli.

V rámci workshopu bylo jako opatření navrženo přemístění celé operace vážení ze současného místa na cídírně. Jako neoptimálnější řešení se nabízí pracoviště indukce.

Na pracovišti indukce jsou výrobky v bedně umístěny vertikálně. Zavěšením na manipulační hák jeřábu jsou přeneseny na vozík opět ve vertikální poloze. Tato přípravná činnost probíhá za chodu indukce jako externí činnost. Po vypnutí indukce je indukovaný výrobek XY vytažen z indukční pece a připravený vozík s výrobkem je zasunut do pece. Poté co je pec zapnuta vozík s horkým výrobkem XY je vytažen z vozíku zpět do bedny a nahrazen výrobkem pro indukování.

Vážení by se stalo součástí aktivity nakládání. Výrobek XY po vytažení z bedny by byl krátce ustálen, odečetla by se z váhy hmotnost a přesun by byl dokončen na indukčním vozíku. Rozdíly v procesním čase pro vážení na původním místě na pracovišti cídírny a na navrhovaném pracovišti indukce jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 14 Zlepšení C/T pracovní operace vážení
(vlastní zpracování)

Proces vážení před/po*		
Název úkonu	Průměrný čas	Průměrný čas *
Zvednutí a ustálení	0:00:17	0:00:05
Vážení	0:00:03	0:00:03
Přesun na paletu/na vozík	0:00:24	0:00:19
Popis výrobku	0:00:08	0:00:08
C/T	0:00:52	0:00:35

Procesní čas vážení se změnou místa klesne přibližně o 33 % času. Doba pro ustálení výrobku je o 12 sekund nižší a průměrně o 5 vteřin poklesne čas potřebný pro přesun výrobku na vozík. Podíl plýtvání je 69 %. VA index vzroste na 31 %.

7.1.6 Shrnutí návrhu na zefektivnění vážení

Pro operaci vážení, kdy hlavním plýtváním plynoucí z analýzy současného stavu byla stanovena doba potřebná pro ustálení výrobku, je navržena změna místa výkonu. Přínosy návrhu jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 15 Shrnutí zefektivnění vážení (vlastní zpracování)

	Vážení cídírna	Vážení indukce *	% změna
C/T	0,87 min	0,58 min	33%
VA index	31%	21%	10%
Podíl plýtvání	69%	79%	10%
Čas potřebný na ustálení	0,25 min	0,05 min	80%
Manipulace	0,43 min	0,35 min	19%

Plýtvání identifikované v rámci analýzy současného stavu je díky návrhu sníženo o 80 %. Při vážení 88 kusů se tak ušetří na 9. poli 38 minut za směnu a jeřáb může být po tuto dobu využit efektivněji. Bylo to vypočteno jako součet 15 vteřin pro ustálení výrobku, 3 vteřiny pro vážení a 8 vteřin pro zápis hodnoty na výrobek XY. Tento součet byl dále vynásoben požadovaným počtem výrobků XY, který je 88 ks za směnu.

7.1.7 Návrh na zefektivnění balení a expedice

V procesu balení a expedice byly v rámci analýzy současného stavu zjištěny nedostatky a plýtvání ve zbytečných pohybech při donášení páskovačky a dále v nadměrném transportu, který se projevil již při přesunu na broušení.

Pro začátek jsou zde uvedena vybraná data zjištěná v analytické části:

- C/T balení: 0,97 min
- Plýtvání pohyby při donášení páskovačky: 0,13 min
- Vzdálenost na expediční místo + z expedičního místa na DC sklad: 106 m

Návrh, který vzešel z Kaizen workshopu se primárně zabývá změnou layoutu, který zefektivní nejen zmíněný proces balení a expedice, ale celkový tok materiálu při průchodu jednotlivými operacemi.

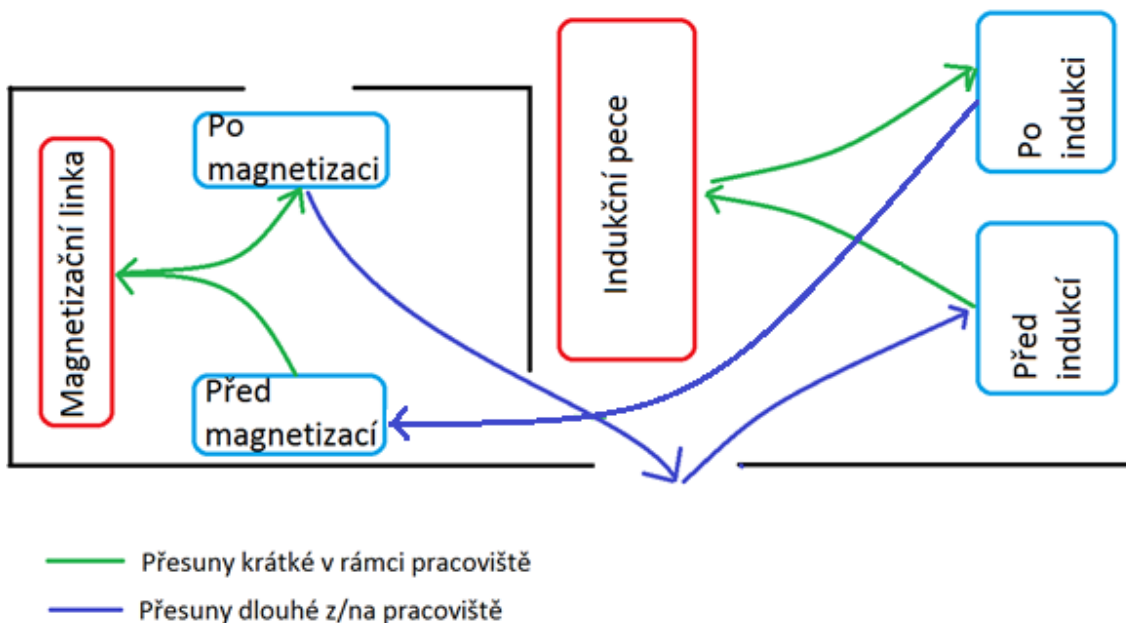
Jak z procesní mapy, tak z materiálového toku jsou znát velké vzdálenosti mezi jednotlivými operacemi. Největší vzdálenost se nachází mezi operacemi Kontrola magnetizací a Broušení. Tato vzdálenost je zdvojnásobena nutností vždy elektrický paletový vozík vrátit zpět na místo. Dalším plýtváním je přesun palety s výrobky po broušení na expediční místo, až z kterého jsou dále výrobky XY expedovány do DC skladu. Nejen, že neustálé přesouvání výrobku XY ať už v bednách nebo na paletách zabírá místo, ale samotné přesouvání zabírá čas operátorovi a dále zabírá manipulační prostředky jako jsou elektrický paletový vozík nebo jeřáb. Zvláště v 9. poli, kde dochází k broušení, expedování a dalším činnostem, je jeřáb velice využívaný a **čekání** jakékoli operace v 9. poli na jeřáb činí průměrně **20 min.**

Tabulka 16 Stav před změnou layoutu
(vlastní zpracování)

Stav před změnou layoutu	
	Před změnou
Materiálový tok	430 m
Čas strávený transportem	17 min
Čekání na jeřáb v 9. poli	20 min
Mezioperační skladové prostory	6
Potřební operátoři	3
Vzdálenost páskovačky	15 m
C/T balení	0,96 min
Expediční vzdálenost	87 m

Budou následovat schémata zobrazující pracoviště indukce a magnetizační linky. Jsou vybrána z důvodu největších změn v rámci layoutu. Ve shrnutí celé projektové části bude umístěn celý navrhovaný layout.

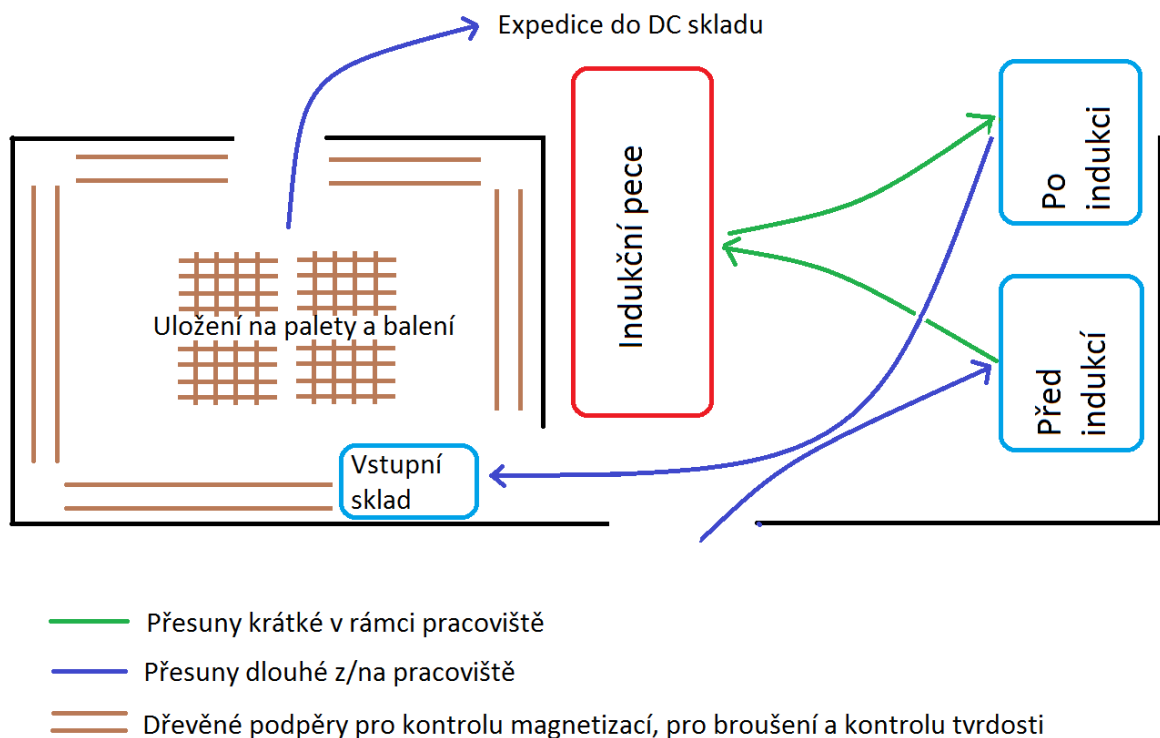
Za současného stavu vypadá pracoviště indukce a magnetizační linky následovně. Zelené spojnice představují přesuny výrobku v rámci pracoviště za pomoci jeřábu. Modré spojnice znázorňují přesuny mezi pracovišti za pomoci elektrického paletového vozíku.



Obrázek 12 Současný layout pracoviště magnetizační linky (vlastní zpracování)

Navrhovaný layout pracuje s přesunem veškerých operací následujících po kontrole magnetizací na pracoviště magnetické linky. Změna metody pro měření tvrdosti umožní přímo ze vstupního skladu rozmístit výrobky XY na dřevěné podpěry, kde bude provedena jak magnetizace, tak měření tvrdosti.

Nové schéma (rozvržení pracoviště magnetizační linky by bylo následovné.



Obrázek 13 Navrhovaný layout pracoviště magnetizační linky (vlastní zpracování)

7.1.8 Shrnutí návrhu na zefektivnění balení a expedice

Primární přínos změny layoutu spočívá ve zkrácení materiálového toku z původních 430 metrů na 155 metrů. Přímo úměrně se zkrátí doba strávená transportem o 64 %. Výrobek XY po dovezení na pracoviště magnetizace bude jeřábem přesunut přímo na dřevěné podpěry. Po kontrole magnetem a kontrole tvrdosti bude výrobek přesunut jeřábem přímo na palety do středu místnosti, kde bude pracovníkem expedice zabalen a vyexpedován do DC skladu. Mezioperační skladové prostory se zredukují z původních 6 na 3. Jeden před indukci, jeden na pracovišti magnetizace jako vstupní sklad a dále mezioperační sklad, kdy jsou výrobky na paletách a čekají na odvoz, či na zabalení. Při skládání na paletu nebude potřebný druhý pracovník, protože se jedná o krátkou vzdálenost s lehkou dostupností díky umístění palet ve středu místnosti. Obrovským přínosem bude uvolnění místa v 9. poli. Ubyde prostor potřebný pro umístění vstupního materiálu a dále se uvolní prostor, kde byly na palety skládány výrobky XY. Uvolní se dřevěné podpěry pro broušení, které mohou být využity pro jiné výrobky. A především ubyde v 9. poli operace, závislá na jeřábu.

V případě, že návrh na změnu metody měření tvrdosti zavržen nebude, pracovník obsluhující kontrolu magnetizací bude schopen zastat roli kontrolora tvrdosti. To znamená že před změnou byly nutné:

- Pracovník pro obsluhu indukci: 0,5
- Kontrolor pro magnetizaci: 1
- Kontrolor pro měření tvrdosti: 0,5
- Skládání na paletu: 0,5 + 0,5 (kontrolor + pomocník)
- Balení & expedice: 0,5

Po změně budou potřební pouze:

- Pracovník pro obsluhu indukci: 0,5
- Kontrolor pro magnetizaci: 1
- Balení & expedice: 0,5

Změna layoutu byla navržena v rámci zefektivnění balení a expedice. Plýtvání v rámci balení byla identifikována jako zbytečné pohyby při donášení páskovačky. Na pracovišti bude páskovačka uložena u východu z pracoviště ve vzdálenosti 1,5 metru, což je o 13,5 metrů blíže, než byla původní vzdálenost. Plýtvání v rámci expedice byl dlouhý transport, který se díky změně layoutu zkrátil o 20 metrů.

Tabulka 17 Přínos změny layoutu (vlastní zpracování)

Přínos změny layoutu			
	Před změnou	Po změně	Procentuální změna
Materiálový tok	430 m	155 m	64%
Čas strávený transportem	17 min	6,1 min	64%
Čekání na jeřáb v 9. poli	20 min	0 min	100%
Mezioperační skladové prostory	6	3	50%
Potřební operátoři	3	2	67%
Vzdálenost páskovačky	15 m	1,5 m	90%
C/T balení	0,96 min	0,85 min	11%
Expediční vzdálenost	87 m	67 m	23%

7.2 Shrnutí návrhů na zefektivnění pracovních operací

Kaizen workshopy se odehrávaly v rámci dvou týdnů. Konstantně se jich účastnili 3 lidé z projektového týmu. Vedoucí kvality, mistr cídirny a diplomantka. V závislosti od zaměření na operaci byly dle potřeby přizváni operátoři nebo pracovníci kontroly.

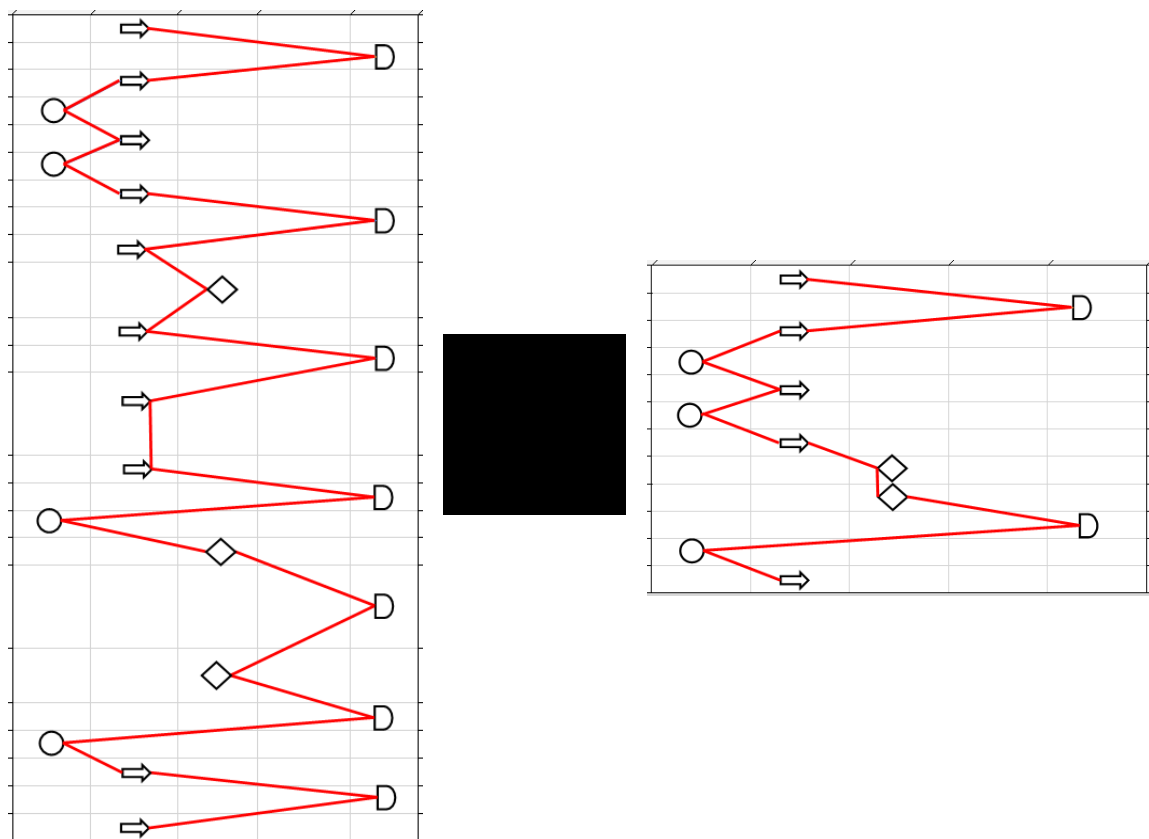
Vybraná část výrobního procesu dle návrhů na zefektivnění dílčích operací má následující děj:

Výrobky XY poté co jsou v bedně dovezeny na pracoviště indukce jsou postupně ukládány na indukční vozíky. V průběhu nakládání jsou jednotlivé výrobky váženy a hodnota je poté zapsána na boční stranu výrobku. Po samotné činnosti indukování je výrobek vyvezen z indukční pece a do pece je zasunut již připravený a zvážený výrobek další. Právě vyindukovaný výrobek je složen do bedny a je započat proces chlazení. Veškeré činnosti spojené s operací indukování jsou obsluhovány jedním operátorem, který se v průběhu indukování, kdy není jeho přítomnost na pracovišti vyžadována, věnuje jiným činnostem na vedlejším pracovišti tepelného zpracování. Po vychladnutí jsou výrobky v bednách přesunuty na pracoviště bývalé magnetizační linky, kde jsou umístěny na vyznačeném místě pro vstupní materiál. Pro zamezení přehlcení vstupního skladu na pracovišti, bude omezena kapacita na 6 ks, která odpovídá velikosti dávky. Pracovník kontroly pomocí jeřábu rozmístí výrobky podél celé místnosti na dřevěné podpěry. Provede kontrolu magnetizací a ihned zkontroluje tvrdost na daném místě výrobku. Hodnota tvrdosti je automaticky zaznamenána do počítače. Výrobky následně složí na palety. Je přivolán pracovník expedice, který výrobky na paletách zapáskuje pomocí páskovačky umístěné 1,5 metrů od palet a palety vyexpeduje do DC skladu zadním vstupem na pracoviště bývalé magnetizační linky.

Pro vizualizaci a jednodušší představení uceleného návrhu na zefektivnění budou následovat schémata jako procesní mapa, tok materiálu, VSM a balanční grafy.

7.2.1 Procesní mapa budoucího stavu

Procesní mapa po zefektivnění										
č.	Činnost						Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Počet operátorů	Poznámka
		Operace	Transport	Kontrola	Skládování	Čekání				
1	Dovezení bedny s výrobky XY		⇒				61			
2	Čekání před indukcí					D				
3	Přesun bedny k peci		⇒				6			
4	Indukování + vážení	○					90,22	0,5	Pracovník 1	
5	Přesun bedny na místo pro chlazení		⇒				6			
6	Chlazení	○					300	0		
7	Převoz bedny na pracoviště mag. linky		⇒				15			
8	Kontrola magnetizací			◇				3,35	0,5	Pracovník 2
9	Měření tvrdosti			◇				0,28	0,5	Pracovník 2
10	Čekání před expedicí					D				
11	Balení	○					0,85	0,5	Pracovník 3	
12	Expedice		⇒				67			
						155	394,7	2		



Obrázek 14 Procesní mapa budoucí stav & srovnání (vlastní zpracování)

Procesní mapa se skládá nyní už jen z 12 kroků. Výrobek prochází třemi operace (indukování včetně vážení, chlazení a balení) a dále dvěma kontrolními činnostmi (magnetizace a měření tvrdosti). Suma času potřebná pro jeden kus výrobku je zaokrouhleně 395 minut (6 hod 35 min). Naměřené časy byly vzaty z jednotlivých chronometrů. Vzdálenost, kterou výrobek urazí se snížila o 64 % na 155 metrů, přičemž největší vzdálenost urazí výrobek při expedici a než dorazí na místo pracoviště indukce. Stejně tak se snížila četnost transportů 50 % z původních deseti na pět. Výrobek projde pod rukami tří různých pracovníků což je

hodnota o 3 menší, než byla v původním stavu. Ušetření jsou pracovník kontroly, brusič a pracovník, který pomáhal skládat výrobky na palety. Místa kde výrobek čeká se omezila na dvě, a to před indukovaním a před balením.

Následující tabulka zobrazuje rozdíl mezi současným stavem a stavem navrhovaným v procesních časech jednotlivých operací a podílem činností nepřidávající produktu hodnotu neboli plýtvání. Jedná se o průměrné hodnoty získané z chronometrů.

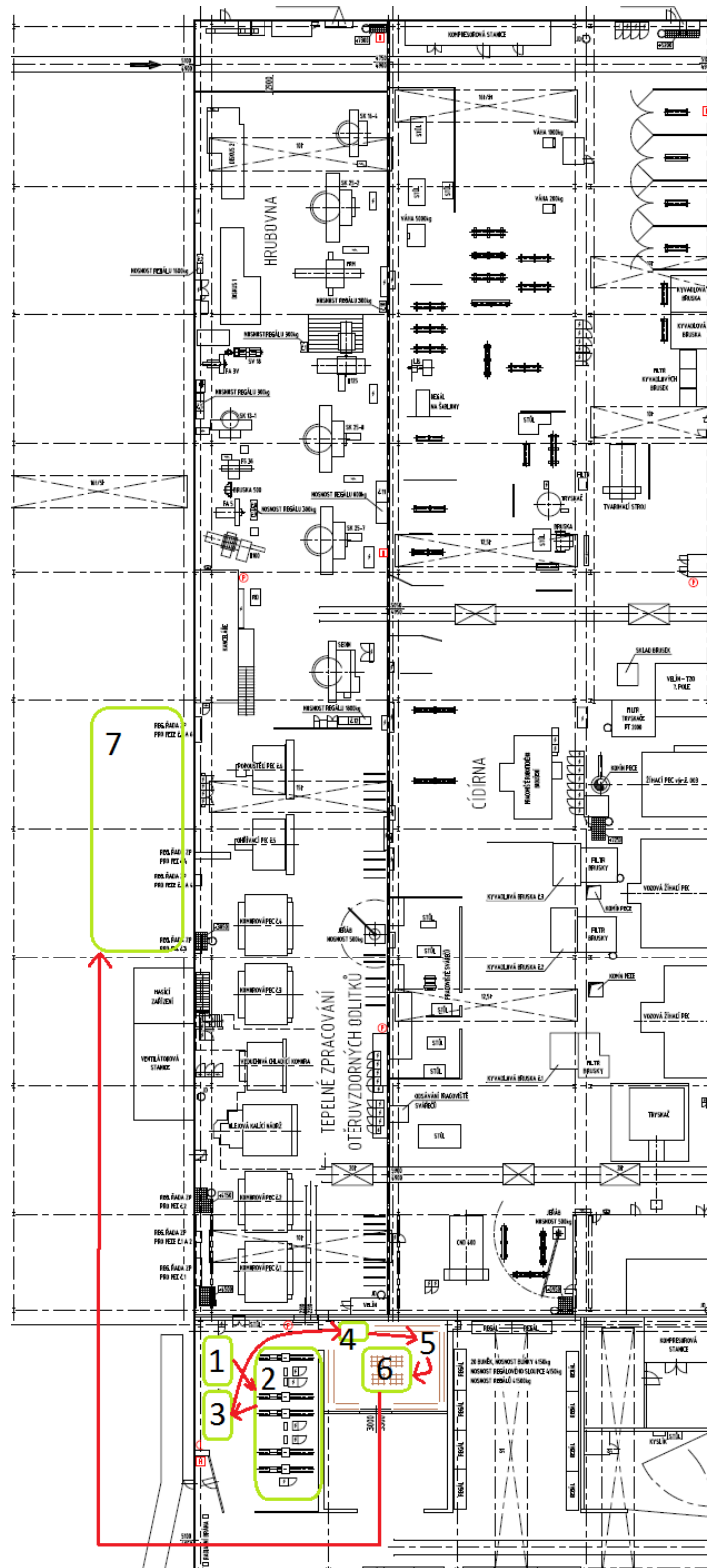
Tabulka 18 Poměr plýtvání před a po (vlastní zpracování)

Pracovní operace	Současný stav		Navrhovaný stav	
	Celkový čas operace (min)	Plýtvání %	Celkový čas operace (min)	Plýtvání %
Indukce	90	4%	90,22	4%
Magnetizace	9,75	75%	3,35	37%
Broušení	1,57	51%	0	0%
Kontrola tvrdosti	1,38	35%	0,28	30%
Vážení	0,85	79%	Vstupuje do času indukce	0%
Balení	0,97	13%	0,85	7%
Suma čas/ks & průměr plýtvání	104,52	43%	94,7	13%

Operace, které prošly návrhem za zefektivnění jsou o 9,82 minut na výrobek kratší s průměrným podílem plýtvání o 30 % menším. Žádná z operací v navrhovaném stavu nepřesahuje 50 % plýtvání. Nejhorší je na tom magnetizace, jejíž operační čas obsahuje manipulaci v podobě naskládání výrobku na dřevěné podpěry, i přesto se jedná o operaci s největší úsporou času a to 6,4 min/ks. Návrhem se ušetří 563,2 min (9 hod 23 min) za den pro splnění zákaznického taktu 88 ks.

7.2.2 Nový layout s materiálovým tokem

Následuje nové schéma layoutu, kde se vzdálenosti zkrátily z původních 430 m na 155 m.

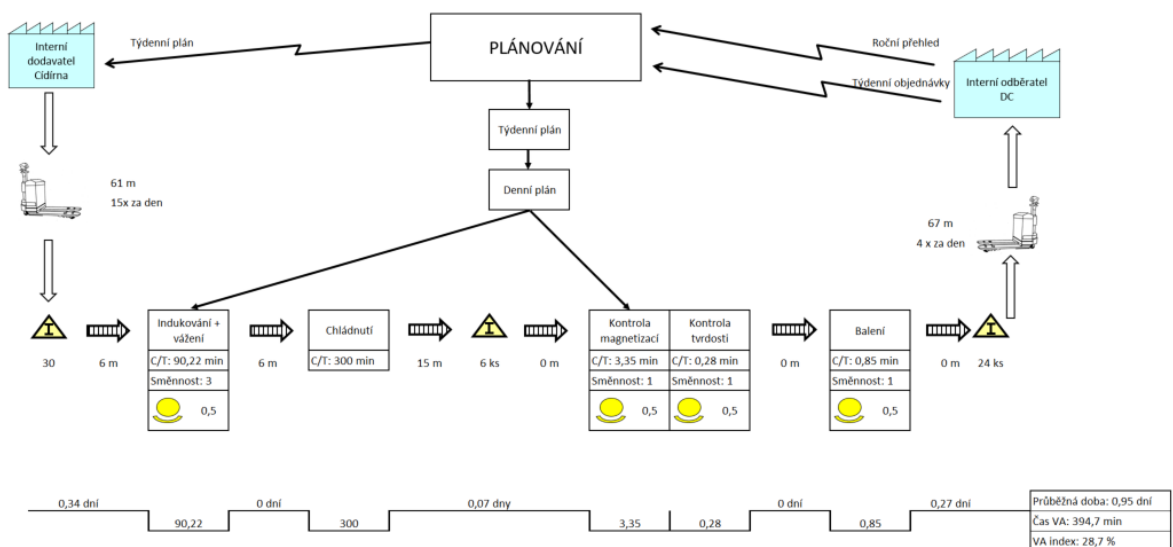


Obrázek 15 Materiálový tok budoucí stav (vlastní zpracování)

Úpravou layoutu se nejenom zkrátí vzdálenost, kterou výrobek urazí, ale ušetří se čas. Na převoz jedné dávky, tedy 6 kusů bylo potřeba 17 minut. Zákaznický tak požaduje 88 ks za den. 88 ks odpovídá 15 dávkám. V současném stavu se samotným transportem stráví 255 minut (4 hod 15 min). Změnou layoutu se ušetří denně 2 hodiny a 43 minut. Změnou layoutu byly eliminovány mezioperační sklady o 50 % a s nimi spojené manipulace. Tok výrobku je plynulejší a flexibilnější.

7.2.3 Mapa hodnotového toku budoucího stavu

Následující mapa hodnotového toku budoucího stavu je upravena o navržené změny v rámci projektové části. Oproti mapě hodnotového toku současného stavu ubyl proces broušení, který byl zrušen v rámci zjednodušení technologie měření tvrdosti. Stejně tak kontrola tvrdosti jako proces je téměř sloučen s kontrolou magnetizací, kdy je navrženo provádění činnosti jako přímo navazující na činnost magnetizace. K dalšímu návrhu na změnu a zefektivnění došlo v rámci činnosti vážení, které bude přesunuto na pracoviště indukce a stane se součástí přesunu výrobku XY z bedny na indukční vozík.



Obrázek 16 Mapa hodnotového toku budoucí stav (vlastní zpracování)

Maximální kapacita skladů před indukcí je nastavena na 30 ks, což odpovídá 5 dávkám. Hodnota je nastavena kvůli tří směnnému provozu. Vstupní sklad na pracovišti magnetizace je omezen hodnotou ve výši jedné dávky. Výstupní sklad před expedicí je složen z maximálně 4 kusů palet umístěných v centru pracoviště.

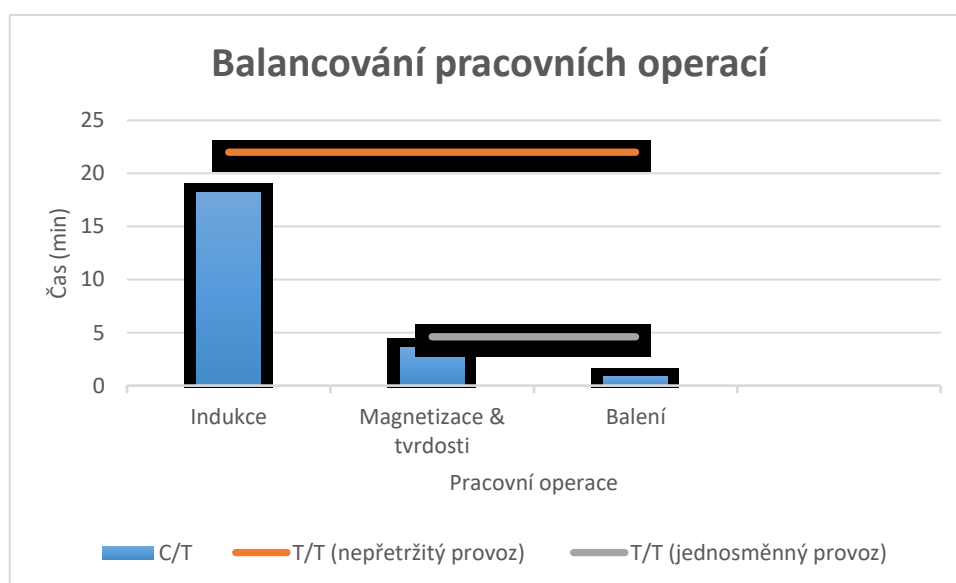
V mapě se projevilo snížení jak průběžné doby výroby, tak snížení cyklových časů odstraněním plýtvání a činností nepřidávajících výrobku žádnou hodnotu. Cyklové časy jednotlivých operací byly stanoveny skrz chronometráže, které byly pořízeny jak přímým pozorováním, tak videonahrávkou. Dále se v mapě projevila změna layoutu zkrácením dílčích transportních vzdáleností. Následující tabulka zobrazuje samotný přínos navrhovaných změn v návaznosti na VA index neboli index přidané hodnoty.

Tabulka 19 VA index budoucí stav a srovnání (vlastní zpracování)

Ukazatel	Současný stav	Budoucí stav
Průběžná doba	3,98 dní	0,95 dní
Čas VA	404,52 min	394,7 min
VA index	7,10%	28,70%

VA index vzrostl o více než 21 % ve vybrané části procesu. Velký podíl na zvýšení indexu nese snížení průběžné doby, které bylo zapříčiněno z velké části změnou layoutu a úpravou metod provádění kontrol.

Následující balanční graf vizualizuje takt zákazníka při požadavku 300 tun měsíčně a takt jednotlivých operací. S upravenými operačními časy je společnost zcela schopna splňovat požadavky zákazníka. Navrhované vybalancování poskytuje navíc prostor pro případné jednorázové navýšení, či jiné deviace od standardu.



Obrázek 17 Balancování pracovních operací (vlastní zpracování)

8 VYHODNOCENÍ PROJEKTU

Cílem celého projektu bylo zvýšit efektivitu magnetické linky (myšleno část výrobního procesu) a zvýšit tím tak výkonnost vybrané části výroby pro výrobek XY. V rámci schvalování návrhu pro realizaci se uskuteční pětidenní workshop, pro ověření funkčnosti navržených změn. Pro tuto dobu bude zapůjčen jak digitální tvrdoměr, tak ruční magnet Jho. Účastnit se jej bude celý projektový tým včetně potřebných operátorů (obsluha indukce, pracovník kvality pro obsluhu Jho a digitálního tvrdoměru, pracovník expedice).

Následující tabulka shrnuje veškeré ukazatele, jako jsou operační časy, VA index, mezioperační sklady, rozpracovaná výroba, transportní vzdálenost, pracnost a výkon, které budou pozitivně ovlivněny realizací návrhu.

Tabulka 20 Souhrn ukazatelů před a po (vlastní zpracování)

	Současný stav	Návrh	Cílová hodnota	% změna
C/T Magnetizace	9,75 min	3,35 min	Dohromady snížit o 50%	66%
C/T Broušení & měření tvrdosti	1,57 + 1,38 min	0,25 min		92%
C/T Vážení	0,85 min	0,22 min		74%
C/T Balení	0,97 min	0,84 min		13%
VA index	7,10%	28,70%		22%
Mezioperační sklady	6	3	3	50%
Rozpracovaná výroba	98 ks	60 ks	—————	39%
Transportní vzdálenost	430 m	155 m	215 m	64%
Pracnost / 88 ks	26,4 hod	12 hod	13,2 hod	55%
Max výkon	41ks	112ks	88 ks	273%

V rámci workshopů pro zefektivnění činností přidávajících hodnotu a eliminaci činností hodnotu nepřidávajících byly navrženy změny ke snížení operačních časů vybraných operací z původních 14,52 minut na 4,66 minut, což představuje téměř 68 % úsporu času. Díky návrhům by došlo redukci 50 % mezioperačních skladů. Snížením počtu skladů se ušetří 50 % původně zabíraného místa a zároveň je výrazně zkrácena doba potřebná pro manipulaci. Další výrazná úspora plyne ze změny layoutu. Doba potřebná pro transport se sníží o 64 %, tudíž pracovník provádějící transport může být využit o 64 % víc na svém pracovišti. Maximální výkon, kterého je možné dosáhnout v rámci současného stavu je 41 ks za směnu. S

přijetím návrhu se průtok výrobku zvýší až na 112 kusů za směnu, což představuje 273 % navýšení. Pracnost neboli celkový čistý čas, kdy je vyžadována přítomnost pracovníka, se pro výrobu 88 ks za den snížil z 26,4 hod na 12,3 hod. V následující tabulce je vypočítána úspora, kterou snížení pracnosti přinese. Jedná se o čas vedený v SAPu, tudíž snížili se hodnota, dojde automaticky k úspoře zcela prokazatelné. Pracovníkům, u kterých došlo ke zkrácení, nebo dokonce zrušení činnosti díky navrženým změnám, je přiřazena jiná činnost, tak aby byli plně využiti. Společnost se potýká s velkým množstvím přesčasových hodin zvláště na cídírně, neboť je v dnešní době nedostatek volné pracovní síly na trhu. Zrušením operace broušení výrobku XY je úměrně této době snížena přesčasová doba, protože se cídič může věnovat broušení jiných odlišků. Hodinová mzda je odhadnuta dle průměrné mzdy pracovníků cídírní. Společnost si nepřeje uvádět přesné mzdové náklady na operátora.

Tabulka 21 Roční úspora (vlastní zpracování)

	Jednotka	Hodnota
Počet	ks	88
Pracnost - současný stav (104,52*88) Tabulka 18	hod/ks	26,4
Pracnost - navrhovaný stav (94,7*88) Tabulka 18	hod/ks	12,0
Rozdíl Pracnost současný stav - Pracnost navrhovaný stav	hod/ks	14,4
Průměrná hodinová mzda operátorů	Kč/hod	250
Úspora za den Rozdíl * Průměrná hodinová mzda operátorů	Kč	3 601
Úspora za rok Úspora za den * 250	Kč	900 167

Pro realizaci projektu je potřebná investice ve výši 415 00 Kč. Investice zahrnuje jak nákup digitálního tvrdoměru, tak nákup ručního magnetu Jho. Cena investice je stanovena na základě nacenění dodavatelskou společností. V následující tabulce jsou uvedeny potřebné informace pro výpočet doby návratnosti této investice včetně předpokládaných ročních nákladů spojených s investicí a dále vypočtenou úsporou plynoucí z investice. V kolonce náklady na rok jsou zařazeny pro investici do tvrdoměru náklady spojené s nákupem baterií. Náklady spojené s ručním magnetem jsou zastoupeny převážně nákupem sprejů potřebných pro provedení magnetické kontroly. Tyto hodnoty byly vloženy do následujícího vzorce pro výpočet prosté doby návratnosti:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{\text{Investiční výdaje}}{\text{Roční úspora} - \text{roční náklady spojené s investicí}}$$

Tabulka 22 Doba návratnosti
(vlastní zpracování)

	Částka
Investice	
Digitální tvrdoměr	400 000 Kč
Ruční magnet Jho	15 000 Kč
Suma	415 000 Kč
Náklady na rok	
Digitální tvrdoměr	10 000 Kč
Ruční magnet Jho	92 000 Kč
Suma	102 000 Kč
Úspory	
Pracnost	900 167 Kč
Suma	900 167 Kč
Doba návratnosti	6 měsíců

Doba návratnosti investice je 6 měsíců. Jinými slovy, za půl roku bude nově navržená magnetická linka přinášet zisky.

Zefektivnění magnetické linky představuje spoustu dalších přínosů, které ale nejsou reálnými příjmy, takže je nelze finančně vyčíslit. V prvé řadě dojde ke zvýšení bezpečnosti, díky snížení manipulace, zvláště manipulaci při nakládání výrobku XY na magnetizační linku. Dalším nefinančním přínosem je redukce mezioperačních skladů, které na sebe vážou čas strávený manipulací a také pracovní plochu. Velkým přínosem se jeví zrušení operace broušení a změna layoutu, které ušetří značnou pracovní plochu v cídlírně na 9. poli a sníží dobu čekání ostatních činností na jeřáb.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zefektivnění magnetické linky, která představuje část výrobního procesu ve společnosti Metso Czech Republic, s.r.o. Touto částí procesu prochází jeden druh výrobku, a to výrobek XY. K dosažení daného cíle bylo třeba mít určité teoretické znalosti z okruhu zeštíhlování výroby, a především analyzován a měření procesů. Znalosti tohoto typu byly získány a zpracovány v rámci teoretické části v podobě literární rešerše.

V úvodu praktické části byla stručně představena společnost. Další kapitola se zabývala představením projektu a formulováním cílů. Praktická část se sestává ze dvou větších kapitol. První z nich se zabývá analytickou částí. V počátku analytické části byla popsána magnetická linka, tedy vybrané operace, na které byla zaměřena po celou dobu pozornost. Pro tuto část výrobního procesu (počínaje indukováním a konče expedicí na DC) byla vypracována SWOT analýza. Největším potenciálem ke zlepšení se dle SWOT analýzy jeví snížení manipulace s výrobky a snížení transportu. Další potenciál je ve změně uspořádání pracovišť pro poskytnutí více prostoru pro případné rozšíření výroby. Dalším východiskem pro projektovou část byly samotné analýzy procesů jako procesní mapa, materiálový tok a mapa hodnotového toku. Časový rozpad dílčích operací byl získán z chronometrů. Výsledky jednotlivých analýz, které odhalily značná plýtvání se staly podkladem pro formulaci návrhů ke zlepšení.

Projekt se zaměřuje na zvýšení plynulosti výroby díky odstranění neproduktivních činností a celkovému zefektivnění dílčích procesů. Pro dosažení hlavního cíle byly v návaznosti na výsledky z analytické části uskutečněny workshopy. V rámci těchto workshopů byly analyzovány jednotlivé pracovní operace a formou brainstormingu byla navrhována řešení. Všechna navrhovaná řešení pro zvýšení efektivity dílčích pracovních operací byla zanesena do nové procesní mapy, návrhu budoucího materiálového toku a stejně tak do budoucí mapy hodnotového toku. Stejně tak byla graficky znázorněna časová analýza budoucího stavu, která viditelně znázorňuje schopnost společnosti dosáhnout taktu zákazníka. Některé návrhy již byly schváleny, o jiných, které vyžadují investice, se ještě jedná.

Práci na projektu hodnotím zcela pozitivně a uvědomuji si, že je přínosem nejen pro mne, ale především pro samotnou společnost. Následně po zavedení navrhovaných doporučení bude dosažen stanovený cíl a dojde k zefektivnění magnetické linky. Navržením dvou jiných metod měření kvality podnítilo určitý náhled na dosavadní vykonávání činností. Vždyť o tom to je – plnit přání zákazníka s co nejjednodušším způsobem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště, c2009. Brno: SC&C Partner. Shopfloor series, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.

BADIRU, Adedeji Bodunde, c2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BICHENO, John, 2004. *The new lean toolbox: towards fast, flexible flow*. 3rd ed. --. Buckingham, England: Production and Inventory Control, Systems and Industrial Engineering Books, 220 s. ISBN 0954124413.

BLANK, Ronald. 2012. *Cross-Functional Productivity Improvement* [online]. CRC Press, s. 174 [cit. 2018-02-17]. ISBN 1466578629. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=NuU6xzz2kiQC&dq=Ronald+Blank,+Cross-functional+productivity+improvement&hl=cs&source=gbs_navlinks_s

CEJTHAMR, Václav a Jiří DĚDINA, 2010. *Management a organizační chování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 344 s. Expert. ISBN 978-80-247-3348-7.

DENNIS, Pascal, 2007. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. 2nd ed. New York: Productivity Press. 223 s. ISBN 978-1-56327-356-8.

DLABAČ, Jaroslav, 2015. *Analýza a měření práce* [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

GEORGE, Michael L, 2010. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. Brno: SC&C Partner, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.

HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 167 s. ISBN 80-86175-15-4.

HINES Peter [ET AL.], 2008. *Staying lean: thriving, not just surviving*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, Cardiff university, 96 s. ISBN 0902810111.

HRAZDILOVÁ BOČKOVÁ, Kateřina, 2016. *Projektové řízení: učebnice* [online]. Martin Koláček E-knihy jedou, s. 458 [cit. 2017-04-08]. ISBN 978-80-7512-431-9. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=m7ClCwAAQBAJ&pg=PT164&dq=logický+rámec&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwjQpYSatabTAhWEICwKHRX1CFMQ6AEIjAA#v=onepage&q=logický%C3%BD%20r%C3%A1mec&f=false>

HÜTTLOVÁ, Eva, 1999. *Organizace práce v podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 485 s. ISBN 80-7079-778-9.

Charakteristika metody RIPRAN, [b.r.]. RIPRAN [online]. Acsa. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://ripran.cz>

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press) 314. ISBN 80-251-0850-3.

IMAI, Masaaki, 2007. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. Business books, 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

Interní materiály společnosti

JAKUBÍKOVÁ, Dagmar, 2008. *Strategický marketing*. Praha: Grada, 269 s. Expert, 269 s.. ISBN 978-80-247-2690-8.

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

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

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

KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. Praxe manažera (Computer Press), 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

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

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

MARCHWINSKI, Chet. a John. SHOOK, 2003. *Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers*. Brookline, Mass.: Lean Enterprise Institute, 131 s. ISBN 0-9667843-6-7.

MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 77 s. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

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

MAYNARD, Harold Bright a Kjell B. ZANDIN, 2001. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2688 s. ISBN 978-0070411029.

POLÁŠKOVÁ, Magda, 2011. *Význam metod průmyslového inženýrství pro restrukturalizaci konkurenceschopných podniků*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 48 s. Teze disertační práce. ISBN 978-80-7454-046-2.

POPESKO, Boris a Šárka PAPADAKI, 2016. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 263 s. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-5773-5.

ROTHER, Mike a John SHOOK, 2003. *Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Version 1.3. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Inst, 102 s. ISBN 0966784308.

SETH, Christophe, 2015. *The SWOT Analysis: Develop strengths to decrease the weaknesses of your business*. Namur: Primento, 32 s. ISBN 978-2-8062-6583-8

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

ŠVIRÁKOVÁ, Eva a Jan DOLEŽAL, 2010. *Řízení projektů I*. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 140 s. ISBN 978-80-7318-9907.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada. Expert (Grada), 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

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

WOMACK James a Daniel T. JONES, 2005. *Lean solutions: how companies and customers can create value and wealth together*. London [u.a.]: Simon & Schuster, 368 s. ISBN 0743275950.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DC	Distribuční centrum
VA	Value Adding Activity = hodnotu přidávající činnost
NVA	Non-Value Adding Activity = hodnotu nepřidávající činnost
VA index	Index přidané hodnoty
PI	Průmyslové inženýrství
SMED	Single Minute Exchange of Die = Program rychlých změn
TPS	Toyota Production System
EOQ	Economic Order Quantity = Ekonomické objednací zboží
TPM	Total Productive Maintenance
3MU	Muri, Muda, Mura
MTM	Methods – time measurement
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
T/T	Takt Time = Zákaznický takt
C/T	Cycle Time = Cyklový čas
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
RIPRAN	Risk Project Analysis
AMD	Administrativ Managing Director
SAP	Systems – Applications – Products in Data Processing

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Co trvale zvyšuje produktivitu (Polášková, 2011, s. 21)	13
Obrázek 2 Druhy plýtvání v podniku (Košturiak, 2006, s. 19)	22
Obrázek 3 Muri, Mura, Muda (Hines, 2008, s. 5)	23
Obrázek 4 Layout (vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti) ..	43
Obrázek 5 Procesní mapa současný stav (vlastní zpracování)	48
Obrázek 6 Materiálový tok současný stav (vlastní zpracování)	52
Obrázek 7 Mapa hodnotového toku současný stav (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 8 Časová analýza současného stavu (vlastní zpracování)	56
Obrázek 9 Časová analýza požadovaného stavu (vlastní zpracování)	56
Obrázek 10 Ruční magnet Jho (interní dokumenty).....	64
Obrázek 11 Layout Varianty 3 (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 12 Současný layout pracoviště magnetizační linky (vlastní zpracování).....	74
Obrázek 13 Navrhovaný layout pracoviště magnetizační linky (vlastní zpracování)	75
Obrázek 14 Procesní mapa budoucí stav & srovnání (vlastní zpracování)	78
Obrázek 15 Materiálový tok budoucí stav (vlastní zpracování)	80
Obrázek 16 Mapa hodnotového toku budoucí stav (vlastní zpracování).....	81
Obrázek 17 Balancování pracovních operací (vlastní zpracování)	82

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	41
Tabulka 2 SWOT analýza magnetické linky (vlastní zpracování)	46
Tabulka 3 Bilance SWOT analýzy (vlastní zpracování)	47
Tabulka 4 Chronometráž magnetizace (vlastní zpracování).....	50
Tabulka 5 Podíl plýtvání na celkovém čase operace (vlastní zpracování)	51
Tabulka 6 Výčet plýtvání (vlastní zpracování).....	57
Tabulka 7 Souhrn informací z analýzy současného stavu (vlastní zpracování)	58
Tabulka 8 Zefektivnění magnetizace – Varianta 1 (vlastní zpracování)	60
Tabulka 9 Zefektivnění magnetizace – Varianta 2 (vlastní zpracování)	62
Tabulka 10 Zefektivnění magnetizace – Varianta 3 (vlastní zpracování)	65
Tabulka 11 Vyhodnocení variant pro zlepšení magnetizace (vlastní zpracování)	67
Tabulka 12 Rozdíl operačních časů současného měření tvrdosti a navrhovaného (vlastní zpracování)	69
Tabulka 13 Shrnutí zlepšení broušení a měření tvrdosti (vlastní zpracování).....	70
Tabulka 14 Zlepšení C/T pracovní operace vážení (vlastní zpracování).....	71
Tabulka 15 Shrnutí zefektivnění vážení (vlastní zpracování)	72
Tabulka 16 Stav před změnou layoutu (vlastní zpracování).....	73
Tabulka 17 Přínos změny layoutu (vlastní zpracování).....	76
Tabulka 18 Poměr plýtvání před a po (vlastní zpracování)	79
Tabulka 19 VA index budoucí stav a srovnání (vlastní zpracování)	82
Tabulka 20 Souhrn ukazatelů před a po (vlastní zpracování).....	83
Tabulka 21 Roční úspora (vlastní zpracování)	84
Tabulka 22 Doba návratnosti (vlastní zpracování).....	85

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Logický rámeček
- P II Riziková analýza
- P III Časový harmonogram
- P IV Chronometráž magnetizace
- P V Chronometráž broušení a měření tvrdosti
- P VI Chronometráž vážení a balení
- P VII Chronometráž navrhovaným digitálním tvrdoměrem
- P VIII Chronometráž navrhovaným ručním magnetem JHO
- P IX Mapa hodnotového toku současného stavu
- P X Mapa hodnotového toku budoucího stavu

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

POPIS PROJEKTU	OBJEKTIVNĚ OVĚŘITELNÉ UKAZATELE	PROSTŘEDKY OVĚŘENÍ	PŘEDPOKLADY
Hlavní cíl (přínos): Zvýšení efektivity magnetické linky	Zkrácení průběžné doby o 50 %	VA index	
Projektový cíl: 1. Zvýšení plynulosti výroby a odstranění neproduktivních činností	100 % dosažení taktu zákazníka u všech pracovních operací Zkrácení transportní vzdálenosti výrobku o 50 % Snížení pracnosti o 50 % Snížení mezioperačních skladů o 50 %	Přímé měření Materiálový tok Přímé měření VSM mapa	Zájem vedení společnosti na realizaci projektu
Výstupy: 1.1. Zpracovaná SWOT analýza 1.2. Analýza přidané hodnoty pracovních operací 1.3. Vytvořena procesní mapa současného stavu 1.4. Vytvořen materiálový tok současného stavu 1.5. Vytvořena mapa hodnotového toku současného stavu 1.6. Návrh zkrácení průběžné doby výroby 1.7. Vytvořena procesní mapa budoucího stavu 1.8. Vytvořen materiálový tok budoucího stavu 1.9. Vytvořena mapa hodnotového toku budoucího stavu	SWOT analýza Chronometráž Procesní mapa současný stav Materiálový tok současný stav VSM současný stav Vyšší VA index Procesní mapa budoucí stav Materiálový tok budoucí stav VSM budoucí stav	Diplomová práce kap. 6.2 Diplomová práce kap. 6.3.2 Diplomová práce kap. 6.3.1 Diplomová práce kap. 6.3.3 Diplomová práce kap. 6.3.4 Diplomová práce kap. 7.2.3 Diplomová práce kap. 7.2.1 Diplomová práce kap. 7.2.2 Diplomová práce kap. 7.2.3	Spolupráce členů týmu projektu (pracovníci z různých oddělení firmy)
Aktivity: 1.1.1. Sběr informací a dat 1.1.2. Rozhovory a pozorování 1.2.1. Zpracování informací a dat 1.3.1. Měření dat a hodnot 1.3.1. Zpracování dat do procesní mapy 1.4.1. Zakreslení dat do materiálového toku 1.5.1. Sběr informací a dat 1.5.2. Vyhodnocení dat a zanesení do VSM současného stavu 1.6.1. Definování NVA činností 1.6.2. Kaizen Workshop na odstranění NVA činností 1.7.1. Přímá měření s navrženými změnami, sběr dat 1.7.2. Vyhodnocení a zanesení dat do procesní mapy budoucího stavu 1.8.1. Měření vzdáleností pro nový materiálový tok 1.8.2. Zanesení dat do materiálového toku budoucího stavu 1.9.1. Měření údajů a získání informací pro mapu budoucího stavu 1.9.2. Vytvoření VSM budoucího stavu 1.9.3. Sběr dat pro výpočet nového VA indexu 1.9.4. Zanesení dat do balančního grafu	Prostředky: Interní dokumenty Interní data Odborná literatura Informace z rozhovorů se zaměstnanci společnosti Záznamy s vlastního pozorování a měření Počítač (MS Office), kamera, stopky, mobil Nástroje a materiál k dané operaci	Časový rámec aktivit: 11/2017 12/2017 1/2018 1/2018 1/2018 1/2018 2/2018 2/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018 3/2018	Dodržení časového harmonogramu projektu Dosažení očekávaných výsledků Rozhodnutí za předpokladu správných dat a informací
			Předběžné podmínky: Schválení projektu vedením společnosti Sestavení projektového týmu Ochota zainteresovaných poskytovat informace a spolupracovat

PŘÍLOHA P II: RIZIKOVÁ ANALÝZA

ID	Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření	
1	Přerušení spolupráce společnosti na projektu	5%	1.1. Projekt nebude dokončen	100%	5%	NP	VD	SHR	Získání podpory vedoucí výroby, a zaměstnanců
2	Chyby v uskutečněných analýzách	20%	2.1. Práce s chybnými daty	100%	20%	NP	SD	SHR	Opakované měření, použití různých nástrojů měření, konzultace s odborníky
			2.2. Chybně odvozené závěry	20%	4%				
3	Nedostatečné teoretické znalosti	20%	3.1. Neschopnost pracovat samostatně	40%	8%	NP	MD	NHR	Akceptování rizika
			3.2. Neschopnost zpracovat data z analýz	20%	4%				
4	Neochota zainteresovaných stran spolupracovat	40%	4.1. Nedosažení cílů	60%	24%	SP	VD	SHR	Komunikace, motivace, informování o průběhu a výsledcích, možnost vlastního názoru
			4.2. Nezískání nejlepších možných výsledků	40%	16%				
			4.3. Nedodržení časového harmonogramu	30%	12%				
5	Navrhovaná zlepšení nebudou přijata	20%	5.1. Nezvýší se efektivita ML	50%	10%	NP	SD	NHR	Akceptace rizika
			5.2. Ztráta důvěry zaměstnanců	30%	6%				
6	Navržená zlepšení nepovedou k očekávaným výsledkům	20%	6.1. Nesplnění cílů projektu	100%	20%	NP	NP	NHR	Akceptace rizika
			6.2. Ztráta důvěry vedení společnosti	20%	4%				

PŘÍLOHA P III: ČASOVÝ HARMONOGRAM

	11/2017	12/2017	1/2018	2/2018	3/2018	4/2018	5/2018	6/2018
Seznámení s chodem společnosti	■							
Zadání a definování cílů projektu	■	■						
Prostudování literatury	■	■	■	■	■			
Seznámení s provozem a výrobním procesem		■	■	■				
Pozorování a rozhovory			■	■				
Zpracování SWOT analýzy			■	■				
Měření a analýza současného stavu			■	■	■			
Tvorba VSM				■	■			
Vyhodnocení současného stavu					■	■		
Workshopy kaizen					■	■	■	
Vytvoření návrhu na zvýšení efektivity						■	■	
Prezentace výsledků a návrhů						■		
Výběr návrhu, který bude realizován						■	■	■
Realizace návrhu							■	■
Ukončení projektu								■

■ Dokončeno ■ Zbývá dokončit

PŘÍLOHA P IV: CHRONOMETRÁŽ MAGNETIZACE

Chronometráž operace													
Operace: Magnetizace											Den měření: 14.12.2017		
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Vytažení z bedny	Z: Navlečení háku	0:00:35	0:00:34	0:00:34	0:00:36	0:00:35	0:00:37	0:00:33	0:00:36	0:00:35	0:00:36	0:00:35
		K: Položení	0:00:35	0:10:08	0:20:10	0:30:10	0:39:47	0:49:27	0:59:23	1:09:05	1:18:55	1:28:41	0:00:35
2	Nasazení magnetu	Z: Položení	0:00:15	0:00:14	0:00:17	0:00:13	0:00:14	0:00:15	0:00:16	0:00:14	0:00:14	0:00:13	0:00:14
		K: Ukotvení magnetu	0:00:50	0:10:22	0:20:27	0:30:23	0:40:01	0:49:42	0:59:39	1:09:19	1:19:09	1:28:54	0:00:50
3	Přesun na ML	Z: Ukotvení magnetu	0:01:25	0:01:30	0:01:28	0:01:26	0:01:25	0:01:26	0:01:29	0:01:26	0:01:28	0:01:27	0:01:27
		K: Zavření střechy	0:02:15	0:11:52	0:21:55	0:31:49	0:41:26	0:51:08	1:01:08	1:10:45	1:20:37	1:30:21	0:02:17
4	Magnetizace	Z: Zavření střechy	0:00:50	0:00:49	0:00:51	0:00:49	0:00:48	0:00:46	0:00:49	0:00:50	0:00:48	0:00:49	0:00:49
		K: Uchycení lampy	0:03:05	0:12:41	0:22:46	0:32:38	0:42:14	0:51:54	1:01:57	1:11:35	1:21:25	1:31:10	0:03:06
5	Kontrola	Z: Uchycení lampy	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:28	0:00:27	0:00:24	0:00:26	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:26
		K: Otevření střechy	0:03:33	0:13:04	0:23:11	0:33:06	0:42:41	0:52:18	1:02:23	1:12:03	1:21:48	1:31:35	0:03:31
6	Přesun na zem	Z: Otevření střechy	0:01:08	0:01:26	0:01:15	0:01:10	0:01:13	0:01:23	0:01:10	0:01:11	0:01:18	0:01:16	0:01:15
		K: Položení	0:04:41	0:14:30	0:24:26	0:34:16	0:43:54	0:53:41	1:03:33	1:13:14	1:23:06	1:32:51	0:04:46
7	Otočení	Z: Položení	0:01:21	0:01:28	0:01:30	0:01:23	0:01:24	0:01:29	0:01:25	0:01:28	0:01:22	0:01:23	0:01:25
		K: Ukotvení magnetu	0:06:02	0:15:58	0:25:56	0:35:39	0:45:18	0:55:10	1:04:58	1:14:42	1:24:28	1:34:14	0:06:12
8	Přesun na ML	Z: Ukotvení magnetu	0:01:05	0:01:14	0:01:07	0:01:06	0:01:05	0:01:05	0:01:06	0:01:08	0:01:08	0:01:06	0:01:07
		K: Zavření střechy	0:07:07	0:17:12	0:27:03	0:36:45	0:46:23	0:56:15	1:06:04	1:15:50	1:25:36	1:35:20	0:07:18
9	Magnetizace	Z: Zavření střechy	0:00:48	0:00:47	0:00:51	0:00:49	0:00:47	0:00:48	0:00:49	0:00:51	0:00:48	0:00:49	0:00:49
		K: Uchycení lampy	0:07:55	0:17:59	0:27:54	0:37:34	0:47:10	0:57:03	1:06:53	1:16:41	1:26:24	1:36:09	0:08:07
10	Kontrola	Z: Uchycení lampy	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:28	0:00:27	0:00:24	0:00:26	0:00:28	0:00:23	0:00:25	0:00:26
		K: Otevření střechy	0:08:23	0:18:22	0:28:19	0:38:02	0:47:37	0:57:27	1:07:19	1:17:09	1:26:47	1:36:34	0:08:33
11	Přesun do bedny	Z: Otevření střechy	0:01:11	0:01:14	0:01:15	0:01:10	0:01:13	0:01:23	0:01:10	0:01:11	0:01:18	0:01:16	0:01:14
		K: Navlečení háku	0:09:34	0:19:36	0:29:34	0:39:12	0:48:50	0:58:50	1:08:29	1:18:20	1:28:05	1:37:50	0:09:47
			0:09:34	0:10:02	0:09:58	0:09:38	0:09:38	0:10:00	0:09:39	0:09:51	0:09:45	0:09:45	0:09:47

PŘÍLOHA P V: CHRONOMETRÁŽ BROUŠENÍ A MĚŘENÍ TVRDOSTI

Chronometráž operace													
Operace: Broušení											Den měření: 4.1.2018		
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Vytažení výrobku XY z bedny	Z: Navlečení háku	0:00:40	0:00:42	0:00:38	0:00:42	0:00:40	0:00:40	0:00:39	0:00:41	0:00:41	0:00:40	0:00:40
		K: Vytažení háku	0:00:40	0:02:12	0:03:50	0:05:18	0:06:53	0:08:22	0:09:47	0:11:14	0:12:45	0:14:15	0:00:40
2	Uchopení brusky	Z: Vytažení háku	0:00:04	0:00:07	0:00:04	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:04	0:00:06	0:00:04	0:00:03	0:00:04
		K: Stlačení tlačítka on	0:00:44	0:02:19	0:03:54	0:05:23	0:06:56	0:08:26	0:09:51	0:11:20	0:12:49	0:14:18	0:00:45
3	Broušení	Z: Stlačení tlačítka on	0:00:46	0:00:53	0:00:42	0:00:50	0:00:46	0:00:42	0:00:42	0:00:44	0:00:46	0:00:46	0:00:46
		K: Stlačení tlačítka off	0:01:30	0:03:12	0:04:36	0:06:13	0:07:42	0:09:08	0:10:33	0:12:04	0:13:35	0:15:04	0:01:30
3	Odložení brusky	Z: Stlačení tlačítka off	0:00:03	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:04
		K: Bruska na svém místě	0:01:33	0:03:16	0:04:40	0:06:18	0:07:45	0:09:12	0:10:37	0:12:09	0:13:40	0:15:08	0:01:34

Operace: Kontrola tvrdosti											Den měření: 4.1.2018			
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Ťuknutí kladívkem	Z: Uchopení tvrdoměru	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:09	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:09
		K: Uchopení měřidla	0:00:09	0:00:54	0:01:42	0:02:28	0:03:14	0:03:57	0:04:43	0:05:30	0:06:15	0:07:01	0:00:09	
2	Změření průměru	Z: Uchopení měřidla	0:00:29	0:00:30	0:00:31	0:00:29	0:00:28	0:00:29	0:00:29	0:00:30	0:00:29	0:00:29	0:00:29	
		K: Uchopení tabulek	0:00:38	0:01:24	0:02:13	0:02:57	0:03:42	0:04:26	0:05:12	0:06:00	0:06:44	0:07:30	0:00:38	
3	Vyhledání v tabulkách	Z: Uchopení tabulek	0:00:08	0:00:09	0:00:07	0:00:08	0:00:07	0:00:08	0:00:09	0:00:07	0:00:08	0:00:07	0:00:08	
		K: Uchopení bílé fixy	0:00:46	0:01:33	0:02:20	0:03:05	0:03:49	0:04:34	0:05:21	0:06:07	0:06:52	0:07:37	0:00:46	
3	Zápis tvrdosti na výrobek	Z: Uchopení bílé fixy	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:04	
		K: Vytažení proisky	0:00:51	0:01:37	0:02:24	0:03:10	0:03:52	0:04:38	0:05:25	0:06:12	0:06:57	0:07:41	0:00:50	
4	Zápis do formuláře	Z: Vytažení propisky	0:00:32	0:00:36	0:00:30	0:00:39	0:00:37	0:00:29	0:00:25	0:00:38	0:00:32	0:00:31	0:00:33	
		K: Uchopení tvrdoměru	0:01:23	0:02:13	0:02:54	0:03:49	0:04:29	0:05:07	0:05:50	0:06:50	0:07:29	0:08:12	0:01:23	

PŘÍLOHA P VI: CHRONOMETRÁŽ VÁŽENÍ A BALENÍ

Chronometráž operace													
Operace: Vážení												Den měření: 11.1.2018	
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Zvednutí a ustálení	Z: Navlečení háku	0:00:17	0:00:16	0:00:18	0:00:17	0:00:17	0:00:18	0:00:15	0:00:16	0:00:18	0:00:17	0:00:17
		K: Ustálení	0:00:17	0:00:59	0:01:42	0:02:23	0:03:05	0:03:50	0:04:34	0:05:17	0:06:06	0:06:47	0:00:17
2	Vážení	Z: Ustálení	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:05	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:03
		K: Stisk tlačítka na ovladači	0:00:19	0:01:02	0:01:44	0:02:25	0:03:08	0:03:55	0:04:36	0:05:20	0:06:08	0:06:49	0:00:20
3	Přesun na paletu	Z: Stisk tlačítka na ovladači	0:00:24	0:00:22	0:00:22	0:00:23	0:00:24	0:00:24	0:00:25	0:00:28	0:00:22	0:00:24	0:00:24
		K: Vyvlečení háku	0:00:43	0:01:24	0:02:06	0:02:48	0:03:32	0:04:19	0:05:01	0:05:48	0:06:30	0:07:13	0:00:43
3	Popis výrobku	Z: Vyvlečení háku	0:00:07	0:00:06	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:09	0:00:08	0:00:06	0:00:07	0:00:08	0:00:08
		K: Vrácení popisovače do kapsy	0:00:50	0:01:30	0:02:14	0:02:56	0:03:42	0:04:28	0:05:09	0:05:54	0:06:37	0:07:21	0:00:51

Chronometráž operace													
Operace: Balení												Den měření: 11.1.2018	
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Dovezení páskovačky	Z: Uchopení páskovačky	0:00:20	0:00:25	0:00:23	0:00:24	0:00:24	0:00:22	0:00:25	0:00:23	0:00:24	0:00:24	0:00:23
		K: Přiložení páskovačky k výrobku	0:00:20	0:06:26	0:12:17	0:17:51	0:24:00	0:29:37	0:35:34	0:41:41	0:47:28	0:53:00	0:00:23
2	Páskování	Z: Přiložení páskovačky k výrobku	0:05:15	0:05:05	0:04:48	0:05:25	0:04:53	0:05:09	0:05:18	0:04:58	0:04:44	0:04:51	0:05:03
		K: Přestřížení pásu	0:05:35	0:11:31	0:17:05	0:23:16	0:28:53	0:34:46	0:40:52	0:46:39	0:52:12	0:57:51	0:05:26
3	Vrácení páskovačky	Z: Přestřížení pásu	0:00:26	0:00:23	0:00:22	0:00:20	0:00:22	0:00:23	0:00:26	0:00:25	0:00:24	0:00:21	0:00:23
		K: Puštění páskovačky	0:06:01	0:11:54	0:17:27	0:23:36	0:29:15	0:35:09	0:41:18	0:47:04	0:52:36	0:58:12	0:05:49

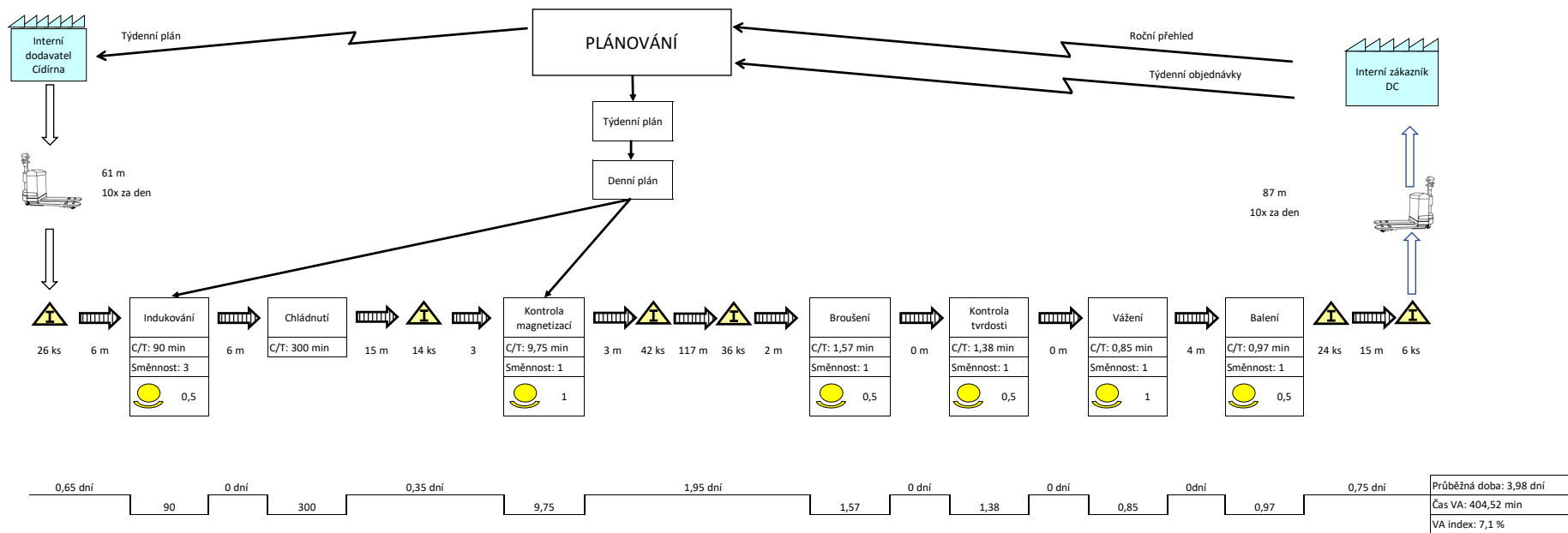
PŘÍLOHA P VII: CHRONOMETRÁŽ NAVRHOVANÝM DIGITÁLNÍM TVRDOMĚREM

Chronometráž operace														
Operace: Kontrola tvrdosti digitálním tvrdoměrem											Den měření: 6.3.2018			
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Uchopení tvrdoměru	Z: Uchopení tvrdoměru	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:01	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:02
		K: Přiložení k výrobku	0:00:02	0:00:15	0:00:29	0:00:42	0:00:55	0:01:07	0:01:18	0:01:31	0:01:43	0:01:55	0:00:02	
2	Změření tvrdosti	Z: Přiložení k výrobku	0:00:08	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:07	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:07	0:00:08	0:00:08	0:00:08
		K: Zvednutí tvrdoměru	0:00:10	0:00:24	0:00:37	0:00:51	0:01:02	0:01:15	0:01:26	0:01:38	0:01:51	0:02:03	0:00:10	
3	Odložení tvrdoměru	Z: Zvednutí tvrdoměru	0:00:03	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:03	0:00:03	0:00:03	0:00:02	0:00:03	0:00:03
		K: Uchopení bílé fixy	0:00:13	0:00:26	0:00:40	0:00:53	0:01:05	0:01:17	0:01:29	0:01:41	0:01:53	0:02:06	0:00:13	
4	Zápis tvrdosti na výrobek	Z: Uchopení bílé fixy	0:00:04	0:00:03	0:00:04	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:04
		K: Uchopení tvrdoměru	0:00:17	0:00:29	0:00:44	0:00:58	0:01:08	0:01:21	0:01:33	0:01:46	0:01:58	0:02:10	0:00:17	

PŘÍLOHA P VIII: CHRONOMETRÁŽ NAVRHOVANÝM RUČNÍM MAGNETEM JHO

Chronometráž operace													
Operace: Ruční magnetizace										Den měření: 6.03.2017			
P. Č.	Název úkonu	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření										Průměr
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Vytažení z bedny	Z: Navlečení háku	0:00:38	0:00:36	0:00:39	0:00:39	0:00:37	0:00:39	0:00:36	0:00:36	0:00:38	0:00:39	0:00:38
		K: Uchopení spreje	0:00:35	0:03:49	0:07:08	0:10:24	0:13:46	0:17:04	0:20:34	0:23:58	0:27:21	0:30:40	0:00:38
2	Aplikace spreje	Z: Uchopení spreje	0:01:05	0:01:10	0:01:07	0:01:07	0:01:05	0:01:10	0:01:10	0:01:09	0:01:05	0:01:08	0:01:08
		K: Odložení spreje	0:01:40	0:04:59	0:08:15	0:11:31	0:14:51	0:18:14	0:21:44	0:25:07	0:28:26	0:31:48	0:01:08
3	Uchopení UV světla	Z: Odložení spreje	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:06	0:00:05	0:00:07	0:00:06	0:00:06	0:00:05	0:00:06	0:00:05
		K: Zapnutí UV světla	0:01:45	0:05:03	0:08:19	0:11:37	0:14:56	0:18:21	0:21:50	0:25:13	0:28:31	0:31:54	0:00:05
4	Kontrola UV světlem	Z: Zapnutí UV světla	0:00:15	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:15	0:00:17	0:00:18	0:00:16	0:00:15	0:00:16	0:00:16
		K: Odložení UV světla	0:02:00	0:05:17	0:08:33	0:11:53	0:15:11	0:18:38	0:22:08	0:25:29	0:28:46	0:32:10	0:00:16
5	Otočení	Z: Odložení UV světla	0:00:24	0:00:24	0:00:25	0:00:26	0:00:25	0:00:27	0:00:23	0:00:26	0:00:25	0:00:26	0:00:25
		K: Uchopení spreje	0:02:24	0:05:41	0:08:58	0:12:19	0:15:36	0:19:05	0:22:31	0:25:55	0:29:11	0:32:36	0:00:25
6	Aplikace spreje	Z: Uchopení spreje	0:00:35	0:00:36	0:00:34	0:00:37	0:00:34	0:00:37	0:00:36	0:00:35	0:00:35	0:00:36	0:00:36
		K: Odložení spreje	0:02:59	0:06:17	0:09:32	0:12:56	0:16:10	0:19:42	0:23:07	0:26:30	0:29:46	0:33:12	0:00:36
7	Uchopení UV světla	Z: Odložení spreje	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:06	0:00:05	0:00:07	0:00:06	0:00:06	0:00:05	0:00:06	0:00:05
		K: Zapnutí UV světla	0:03:04	0:06:21	0:09:36	0:13:02	0:16:15	0:19:49	0:23:13	0:26:36	0:29:51	0:33:18	0:00:05
8	Kontrola UV světlem	Z: Zapnutí UV světla	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:07	0:00:10	0:00:09	0:00:09	0:00:07	0:00:10	0:00:09	0:00:09
		K: Navlečení háku	0:03:13	0:06:29	0:09:45	0:13:09	0:16:25	0:19:58	0:23:22	0:26:43	0:30:01	0:33:27	0:00:09
			0:03:16	0:03:16	0:03:16	0:03:24	0:03:16	0:03:33	0:03:24	0:03:21	0:03:18	0:03:26	0:03:21

PŘÍLOHA P IX: MAPA HODNOTOVÉHO TOKU SOUČASNÉHO STAVU



PŘÍLOHA P X: MAPA HODNOTOVÉHO TOKU BUDOUCÍHO STAVU

