

Projekt zefektivnění vybraných pracovišť ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Bc. Kateřina Schenková

Diplomová práce PI
2014



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: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Schenková**
Osobní číslo: **M120021**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zefektivnění vybraných pracovišť ve společnosti WOCO STV s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrh projektu.

II. Praktická část

- Proveďte a zhodnoťte analýzu současného stavu na vybraných pracovištích.
- Vypracujte projekt pro zefektivnění vybraných pracovišť a proveďte závěrečné zhodnocení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

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

KOŠTURIAK, J., GREGOR, M. a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.

LIKER, J. K a CONVIS, G. L. The Toyota way to lean leadership: achieving and sustaining excellence through leadership development. New York: McGraw-Hill, c2012, xxx, 280 s. ISBN 978-0-07-178078-0.

MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

SALVENDY, G. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. New York: Willey, 2001. 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2014**

Ve Zlíně dne 22. února 2014

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² 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, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ 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, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 30.4.2014

.....


⁴ 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá zefektivněním vybraných pracovišť ve společnosti WOCO STV s.r.o. Hlavním cílem diplomové práce je vybalancovat tato pracoviště tak, aby bylo dosaženo efektivnější a rychlejší výroby při současném snížení provozních nákladů.

V teoretické části je představena problematika studií metod a měření práce. Stěžejní částí práce je analýza současného stavu, která se zabývá identifikací plýtvání a problémových oblastí. S ohledem na výsledky analýzy současného stavu, jsou v projektovém řešení navržena opatření vedoucí k redukci plýtvání.

Klíčová slova: MOST, balancování, one piece flow, štíhlá výroba, plýtvání, vizualizace, layout, 5S

ABSTRACT

This thesis deals with the streamlining of selected workplaces in the company WOCO STV s.r.o. The main objective of this thesis is to balance these workplaces so as to achieve a more efficient and faster production while reducing operating costs.

The theoretical part presents a problem of studies of methods and work measurement. The main section is an analysis of the current status, which deals with identification of wasting and problematic areas. With regard to the results of the analysis of the current situation, in the project are suggested measures which lead to reduce of wasting.

Keywords: MOST, balancing, one piece flow, lean manufacturing, wasting, visualization, layout, 5S

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Dobroslavu Němcovi za jeho odborné rady a připomínky při zpracování této práce.

Dále bych chtěla vyjádřit poděkování pánům Milanu Rusnokovi a Ing. Jaroslavu Šimčíkovi za odborné vedení práce v rámci společnosti WOCO STV s.r.o.

Děkuji také své rodině a přátelům za projevenou podporu během celého studia.

„Když všichni mluví o nemožnostech, hledej možnosti.“

„Co chceš, můžeš.“

Tomáš Baťa

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	12
1.1 PRŮMYSLOVÁ MODERACE	13
1.1.1 Workshop	13
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	14
2.1 PLÝTVÁNÍ.....	15
2.2 TAHOVÝ A TLAKOVÝ SYSTÉM VÝROBY	16
2.3 ŠTÍHLÝ LAYOUT A VÝROBNÍ BUŇKY	16
2.3.1 Výrobní buňky	19
2.3.1.1 Typy výrobních buněk	20
2.4 DÁVKOVÁ VÝROBA VS. ONE PIECE FLOW	21
3 ŠTÍHLÉ PRACOVÍŠTĚ.....	22
3.1 OPTIMALIZACE PRACOVÍŠTĚ.....	23
3.1.1 Balancování operací	24
3.2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	26
3.2.1 MOST.....	28
3.2.1.1 Rodina MOST.....	29
3.2.1.2 Přínosy metody most	30
3.3 VIZUÁLNÍ MANAGEMENT A STANDARDIZACE	31
3.4 METODA 5S.....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	35
4.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	35
4.2 PROFIL SPOLEČNOSTI.....	36
4.2.1 Organizační struktura WOCO STV s.r.o.	37
4.3 SWOT ANALÝZA SPOLEČNOSTI.....	38
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	40
5.1 POPIS VÝROBNÍ LINKY	40
5.1.1 Základní popis výroby a uspořádání pracovišť	42
5.1.2 Popis pracovišť a pracovních operací	43
5.1.2.1 Rozdělení činností mezi operátorky	59
5.2 VIZUALIZACE A STANDARDIZACE NA PRACOVÍŠTÍCH.....	59
6 SOUHRN ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	61
7 VYMEZENÍ PROJEKTU	63

7.1	NÁZEV PROJEKTU	63
7.2	ZADAVATEL PROJEKTU.....	63
7.3	VLASTNÍK PROJEKTU	63
7.4	VEDENÍ PROJEKTU	63
7.5	OBDOBÍ TRVÁNÍ PROJEKTU.....	63
7.6	CÍLE PROJEKTU	63
7.7	ZADÁNÍ PROJEKTU.....	63
7.8	ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU	64
8	VÝROBEK Č. 1.....	68
8.1	VARIANTA 1	69
8.2	VARIANTA 2.....	71
8.3	VARIANTA 3	73
8.4	VARIANTA 4.....	76
9	VÝROBEK Č. 2.....	80
9.1	VARIANTA 1	81
9.2	VARIANTA 2.....	83
9.3	VARIANTA 3	85
9.4	VARIANTA 4.....	89
10	ŘEŠENÍ VIZUALIZACE A STANDARDIZACE NA PRACOVIŠTÍCH	93
11	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	94
11.1	VÝROBEK Č. 1	94
11.1.1	Shrnutí a doporučení pro výrobek č. 1	96
11.2	VÝROBEK Č. 2	98
11.2.1	Shrnutí a doporučení pro výrobek č. 2	100
	ZÁVĚR	102
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	104
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	106
	SEZNAM OBRÁZKŮ	107
	SEZNAM TABULEK.....	109
	SEZNAM GRAFŮ	112
	SEZNAM PŘÍLOH.....	113

ÚVOD

V automobilovém průmyslu je běžné, že je to zákazník, kdo uvádí výrobu do pohybu. Veškerá výroba je podřízena jeho objednávkám a výrobce na základě zadaných požadavků plánuje nákup komponentů. Měřítkem úspěšnosti výroby, je potom rychlost s jakou obdrží zákazník své zboží. Stejně jako požaduje zákazník své zboží co nejrychleji, automobilky naopak vyvíjí tlak na své dodavatele. Rychlost dodávky, přesnost a kvalita. To jsou základní kameny úspěchu dnešní doby. Neustále se měnící požadavky zákazníků nutí společnosti ke stálému hledání možností, jak se stát lepším a neztratit tak svou pozici na trhu.

Jednou z možností, jak chce společnost WOCO STV s.r.o. uspět na poli konkurenčních dodavatelů pro automobilový průmysl, je mimo jiné zavádění metod průmyslového inženýrství. Růst objemu výroby a rozšiřování sortimentu, vyústilo v potřebu zefektivnit výrobní procesy napříč společností tak, aby byla i nadále schopna dodávat zboží včas, v požadované kvalitě a udržela si tak na trhu své dobré jméno, a nadále vystupovala ve vsetínském regionu jako dynamický a atraktivní zaměstnavatel.

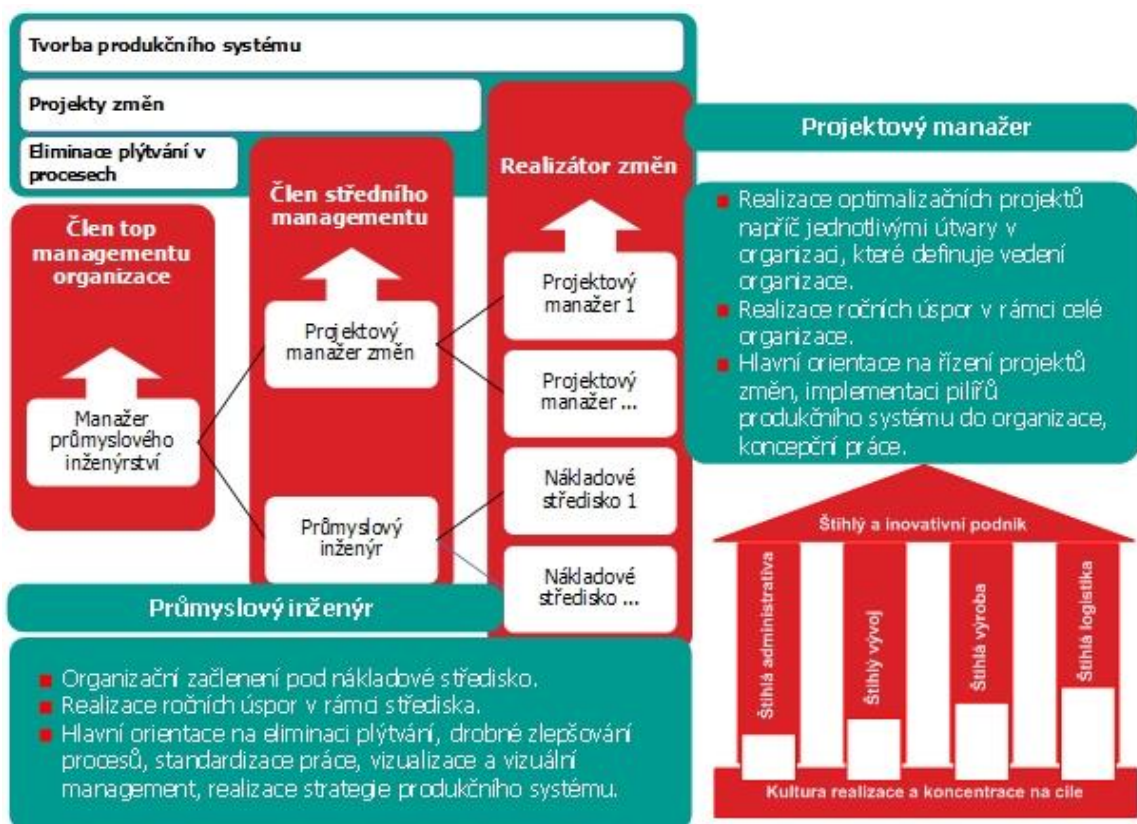
Diplomová práce se bude zabývat zefektivněním vybraných pracovišť ve firmě WOCO, kde se nachází velký potenciál ke zlepšení. V teoretické části práce bude představeno průmyslové inženýrství jako katalyzátor změn a budou zde blíže popsány některé metody průmyslového inženýrství. Především se bude jednat o studia metod a měření práce, která budou východiskem pro druhou část této práce, část analytickou. Projektová část bude vycházet z poznatků získaných z analytické části práce a bude zaměřena na vybalancování vybraných pracovišť tak, aby byla výroba plynulá a efektivní a snížily se provozní náklady společnosti, což je také cílem této práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství můžeme chápat jako stálé hledání způsobů, jak jednodušeji, kvalitněji, rychleji a efektivněji vykonávat a řídit podnikové procesy.

Jedná se o poměrně mladý obor, který v posledních letech prošel velkým vývojem a musel rychle reagovat na nové potřeby průmyslových podniků a nových podnikatelských jednotek. Propojování národních trhů v celosvětovou obchodní síť, má za následek stále se zvyšující požadavky na společnosti. Pokud chtějí firmy na globálním trhu obstát, musí lépe než ostatní řídit čas, náklady, nabízet požadovanou kvalitu a stále sledovat konkurenci a pružně reagovat na měnící se požadavky zákazníků. Jako reakce na globalizaci buduje stále více společností oddělení průmyslového inženýrství a věnuje této oblasti odpovídající pozornost. Jestliže mělo průmyslové inženýrství v minulosti význam hlavně ve výrobních podnicích, dnes se rozvíjí také v oblasti služeb a vývoje, neboť každý hledá způsob jak „být lepší“, a tak se zabývá oborem, který neustále dokazuje, že v různých procesech, se vždy najde prostor k dalšímu zlepšení (Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství, © 1997-2014).



Obr. 1 Ukázka začlenění PI do podnikové struktury (Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství, © 1997-2014)

1.1 Průmyslová moderace

Vhodným nástrojem pro rozvoj dynamiky procesu zlepšování se je moderační metoda. Jedná se o jakýsi soubor postupů a technik, které dávají zúčastněným větší prostor pro zapojení se do diskuze a podílení se na řešení a rozhodování (Mašín a Vytlačil, 1999, str. 50).

Moderátor je specialistou na moderační metody, pomocí kterých vede jednání týmu a posouvá účastníky kupředu, směrem k zadanému cíli. Vhodnou aplikací těchto metod se snaží o zefektivnění celého procesu práce týmu. Průmyslový moderátor je zodpovědný za dosažení výsledku, ale nezodpovídá za obsah nalezeného řešení. Jeho úkolem je skupinu při její činnosti doprovázet a podporovat (Mašín a Vytlačil, 1999, str. 50; Pivodová 2013).

1.1.1 Workshop

Workshop neboli tvůrčí dílna je základnou pro dynamické zlepšování podnikových procesů. Je zaměřen na hloubkovou analýzu konkrétního procesu vybraného managementem za účasti zainteresovaných pracovníků. Cílem workshopu je odstranit plýtvání a optimalizovat pracovní metody skrze celý řetězec tvorby hodnot. Účastníci workshopu si musí být vědomi toho, že jen vzájemnou komunikací a týmovou prací je dosaženo požadovaného cíle. Workshopy jsou orientovány na taková řešení a výsledek, která lze realizovat velmi rychle, a to bez nutnosti vynaložení nadměrných nákladů. Úspěch workshopu je závislý také na aktivitě účastníků a moderátora, kteří by se měli společně snažit o vytvoření vhodného firemního klimatu, které umožňuje pracovníkům jakoukoli metodu či postup vysvětlit a zajistit její osvojení. Efektivní workshopy poskytují dlouhodobé přínosy ve zvýšení produktivity jak pro firmu, tak pro její zaměstnance (Mašín a Vytlačil, 1999, str. 39-45; Bobák a Tuček, 2006, str. 273).

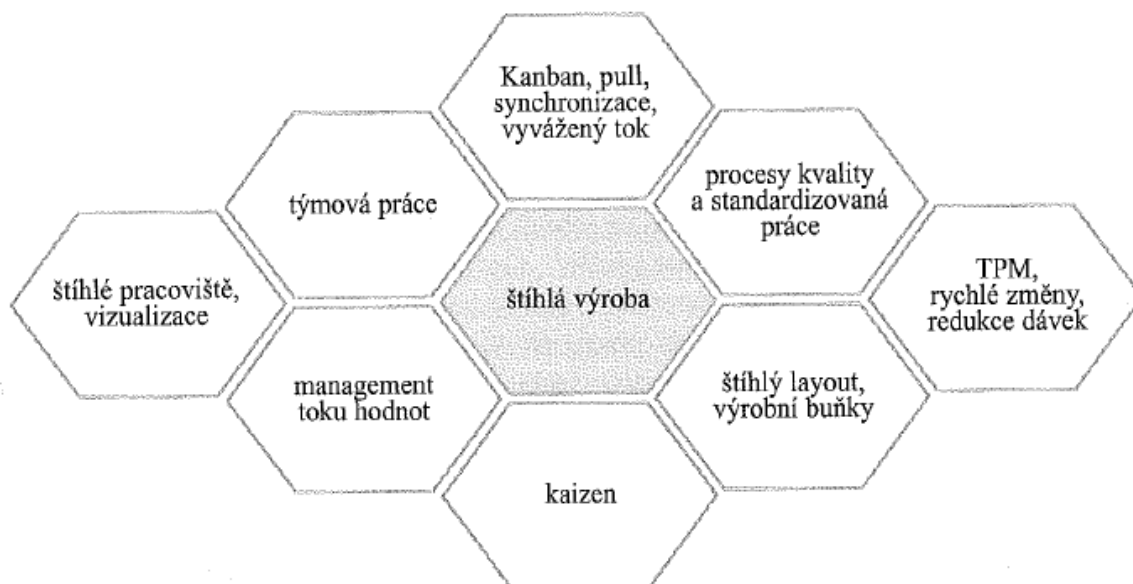
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Pojem „lean“, resp. štíhlá výroba, vznikl v devadesátých letech minulého století na MIT v Bostonu. Filozofie štíhlé výroby je založená na myšlence zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem pomocí eliminace plýtvání v řetězci mezi nimi. Podstata štíhlé výroby je zaměřena zejména na zvyšování hodnoty, která je definována zákaznickým požadavkem (Čo je štíhlá výroba, © 2014).

Štíhlou výrobu můžeme chápat jako: (Tuček a Bobák, 2006, str. 226)

- systematické zkoumání celkového procesu tvorby hodnot a jeho optimalizace za pomoci kontinuálních zlepšovateľských aktivit,
- vytváření kooperačních vztahů mezi partnery tvorbou hodnot s cílem vytvořit optimální materiálový tok,
- důraz na řešení problémů mezi pracovníky ihned v místě jejich vzniku, kde nejdůležitější roli zastává tým.

Štíhlá výroba není konkrétní metoda průmyslového inženýrství, je to soubor technik, pomocí kterých lze naplňovat její filozofii. Ucelený přehled prvků štíhlé výroby definovali Košturiak, Frolík et al., (2006, str. 23).



Obr. 2 Prvky štíhlé výroby (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 23)

2.1 Plýtvání

Přidaná hodnota je aktivita, která výrobku přidává hodnotu. To znamená, že mění jeho tvar, zlepšuje jeho funkci a upevňuje jeho postavení na trhu. Za tyto činnosti je zákazník ochoten zaplatit (Chromjaková, 2011).

Nepřidaná hodnota je taková aktivita, která výrobku nepřidává žádnou hodnotu (nepodílí se na zvyšování zisku podniku) a zákazník není ochoten za tuto aktivitu platit. Provádění takových činností proto označujeme jako plýtvání a snažíme se jej z procesů odstranit (Chromjaková, 2011).

Eliminací plýtvání v podnikovém řetězci se zabývá management procesů, jehož cílem je dosáhnout maximální přidané hodnoty pro zákazníka a průměrného růstu zisku a hodnoty firmy, a to na základě efektivního řízení procesů a činností firmy (Chromjaková, 2011).

Koncept štíhlé výroby spočívá ve výrobě, která má za cíl dodat zákazníkům: (Štíhlá výroba - Lean Production, © 2008)

- přesně to, co potřebují,
- v době, kdy to potřebují,
- v potřebném množství,
- v potřebném pořadí,
- bez chyb (výroba napoprvé a správně)
- při nejnižších možných nákladech.

Při identifikaci plýtvání rozlišujeme 7+1 druhů plýtvání, jejich výčet je uveden na obrázku níže.

Druh plýtvání:	Typické příčiny, projevy a následky:
ČEKÁNÍ	Čekání na materiál, polotovary; výpadek stroje; čekání na odzkoušení; čekání na kontrolu; čekání na následující úkon
VYSOKÉ ZÁSoby	Chybné plánování; špatná kvalita, nepřehlednost, zakrývání problémů
ZBYTEČNÁ DOPRAVA A MANIPULACE	Špatný layout závodu; špatná dispozice materiálu; mezisklady
VÝROBA CHYBNÝCH DÍLŮ	Dodatečné mzdy, materiál a energie, opotřebení; dodatečná kontrola, místo pro opravy
NADVÝROBA	Špatné plánování, ekonomické ztráty; nepřehlednost; zakrývání problémů
NEPOTŘEBNÉ PROCESY	Zbytečné operace; chybná konstrukce; nadbytečné zpracování; chod strojů naprázdno
ZBYTEČNÉ POHYBY	Špatně organizované pracoviště; špatně organizované procesy; špatný layout
NEVYUŽITÝ LIDSKÝ POTENCIÁL	... lidé jsou nejcennější a nejnákladnější zdroje, výše uvedené druhy plýtvání vedou k plýtvání lidským potenciálem.

Obr. 3 7+1 druhů plýtvání (Štíhlá výroba - Lean Production, © 2008)

2.2 Tahový a tlakový systém výroby

V době masové customizace, kdy jsou firmy nuceny vyrábět individuální produkty pro individuální zákazníky při nízkých nákladech a krátkých dodacích termínech, přecházejí firmy stále častěji z tradičního systému řízení výroby tlakem ke štíhlé výrobě, tzn. k výrobě tahem (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 169).

Ve štíhlé výrobě založené na principu tahu, určují požadavky zákazníka skladbu výroby a impulsem pro vpuštění do výroby je požadavek následujícího pracoviště. Vyrábí se tedy pouze to, co je potřeba. Výhodou tahového systému výroby je především okamžité přizpůsobení se přání zákazníka, minimální vázanost finančních prostředků v zásobách, zvýšení kvality a snížení poruch (Mašín, 2005, str. 80; Tahové systémy řízení, © 2005-2012).

Opakem výroby tahem, je tlakový systém výroby, kde je materiál v okamžiku, kdy je k dispozici přesouván směrem od začátku do konce procesu k následujícím operacím. Vyrábí se tedy to, co je naplánováno. Následkem tohoto typu výroby může být nadvýroba či zpoždění v dodávkách. Nevýhodou tlakového systému je jeho zastaralost. Při současných tržních podmínkách řídit výrobu tímto způsobem již prakticky není možné (Mašín, 2005, str. 80).

2.3 Štíhlý layout a výrobní buňky

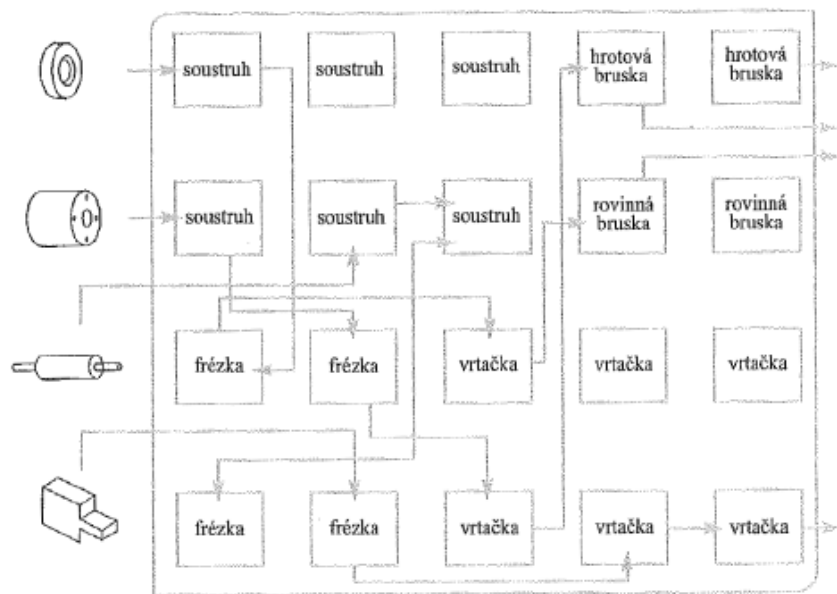
Dle Košturiaka a Frolíka (2006, str. 135) nevhodné navržení layoutu zaměstnává až 25% pracovníků, zaujímá 55% ploch a představuje až 87% času, který materiál stráví v podniku. Chybně zvolené uspořádání layoutu je v mnoha podnicích hlavní příčinou plýtvání. K tomu, abychom mohli layout označit za štíhlý, by měl jeho návrh zahrnovat tyto parametry: (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 135)

- minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi,
- minimalizace ploch na zásobníky a mezisklady,
- odstranění nadbytečné manipulace,
- minimální průběžné časy,
- buňkové uspořádání, flexibilita buněk,
- FIFO a tahový systém, Kanban,
- vizuální kontrola dílů v přepravce či skladovací ploše,
- nízké náklady na instalaci.

V současné době rozeznáváme dva typy uspořádání pracoviště: (Tuček a Bobák, 2006, str. 235-236)

1. Technologické

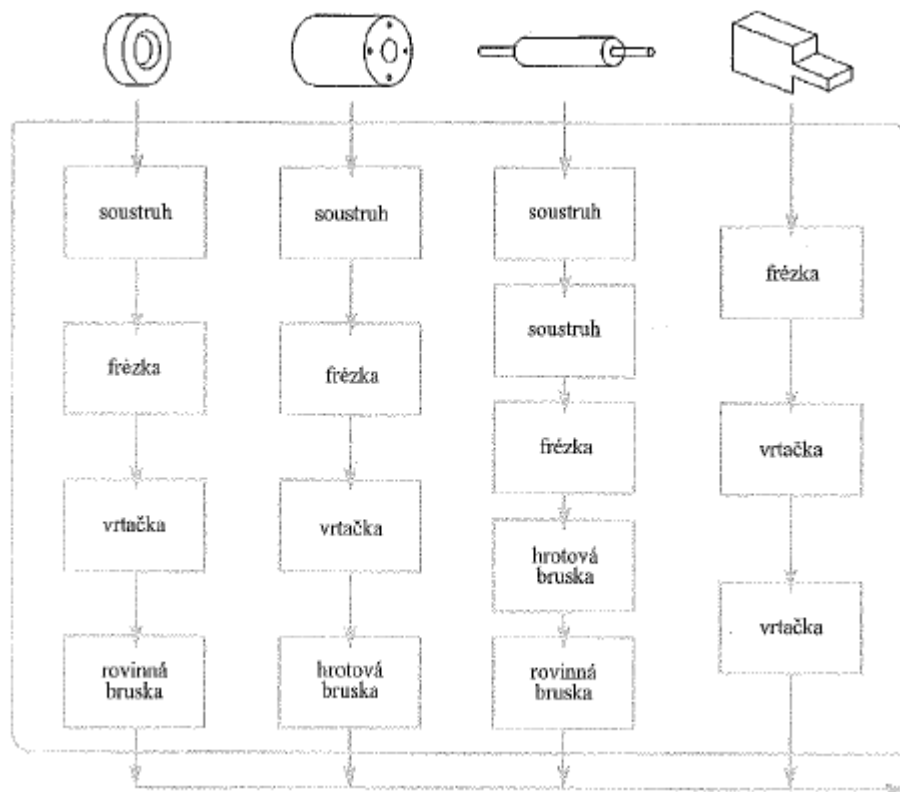
- stroje a zařízení jsou rozděleny dle technologické příbuznosti,
- vytvářejí se dílny se stejnými druhy strojů; materiál a polotovary přechází mezi jednotlivými dílnami,
- materiálové toky se mohou křížovat,
- buňky jsou univerzální a jednoduché na organizaci,
- buňky mohou být s centrálním skladem nebo bez centrálního skladu,
- vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu.
- **výhody:** univerzálnost, jednodušší organizace, vysoká kvalifikace zaměstnanců, snadnější zabezpečení údržby,
- **nevýhody:** prodloužení výrobního cyklu, dlouhé dopravní cesty, menší využití výrobních ploch.



Obr. 4 Technologické uspořádání pracoviště (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 136)

2. Produktové

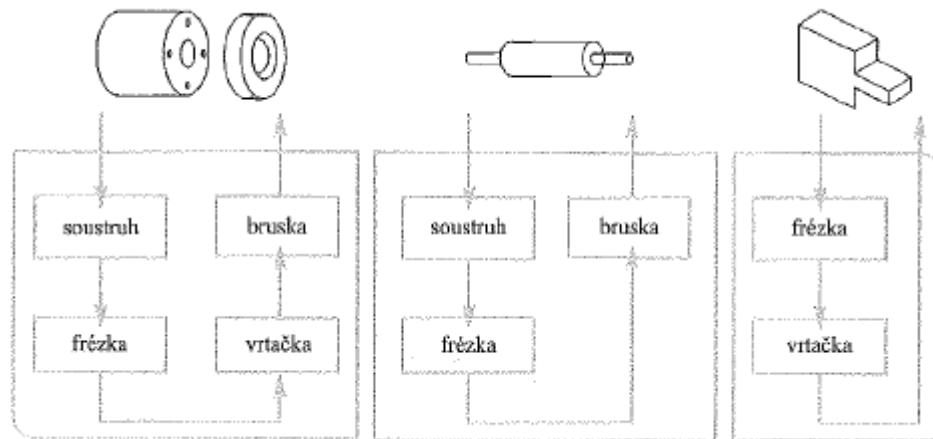
- při projektování výrobních buněk se vychází z technologického postupu výrobku,
- materiál a polotovary jdou během výroby nejkratší cestou z jednoho pracoviště na druhé,
- vhodné pro větší série výrobků a hromadnou výrobu,
- uspořádání je možné dále dělit na linkové a hnízdové,
- **výhody:** zvýšení specializace pracovníků a pracovišť, zkrácení dopravních cest, nižší náklady na manipulaci s materiálem, krátká průběžná doba výroby,
- **nevýhody:** vysoké požadavky na úroveň přípravy výroby, vysoké nároky na údržbu strojů, nízká pružnost



Obr. 5 Produktové uspořádání pracoviště (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 137)

2.3.1 Výrobní buňky

„Vzhledem k tomu, že firmy dnes vyrábějí široký sortiment výrobků a není možné pro každý výrobek vytvořit samostatnou linku, je dobrým řešením projektovat výrobní buňky, ve kterých se vyrábí skupina produktů, které mají společné charakteristiky (např. výrobní postup, zákaznky, velikost a tvar)“.(Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 135)



Obr. 6 Princip výrobních buněk (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 137)

Výhoda v zavádění výrobních buněk je také v plánování a řízení výroby, kdy provádíme denní plány potřeby materiálu pro každou buňku. Tvorbou pružných montážních buněk se snažíme vyrábět pouze to, co požaduje další operace (pracoviště) za maximálního využití pracovní síly, výrobního zařízení a prostor. Správným vyprojektováním výrobních buněk je společnost schopna dosáhnout významného snížení zásob, zkrácení průběžné doby výroby, zvýšení produktivity a pružnosti celého podniku díky možnosti produkce v menších dávkách. Redukce velkých výrobních dávek zároveň redukuje potřebu skladovacích ploch (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 135-136).

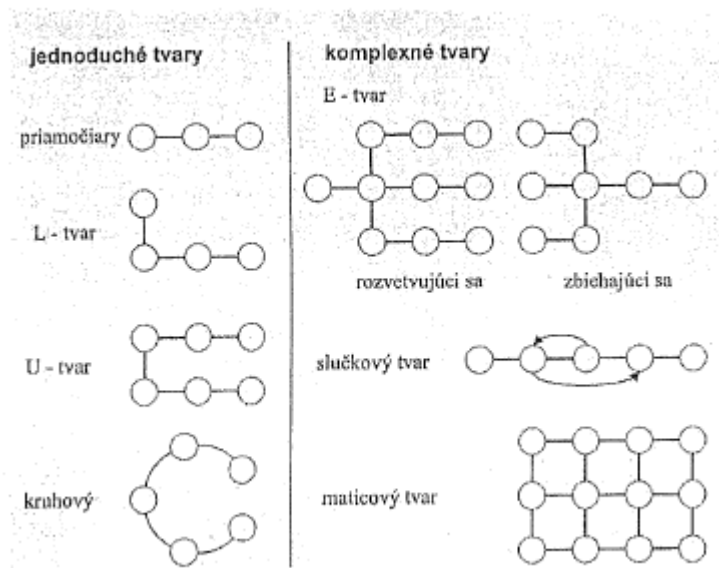
Jak správně postupovat při projektování výrobních buněk uvádí Tuček a Bobák (2006, str. 246)

- prostudovat současný stav,
- definovat výrobkové rodiny a do nich buňky seskupit,
- určit cíle pro buňku,
- vybrat stroje pro buňku,
- hledat cesty k odstranění plýtvání,
- vybudovat výrobní buňku a zlepšovat ji.

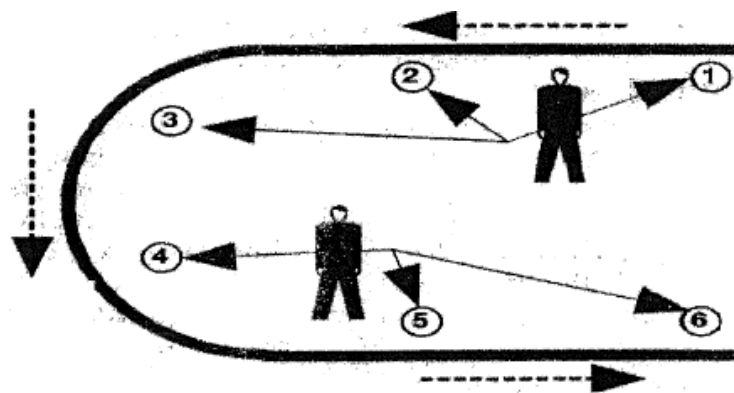
2.3.1.1 Typy výrobních buněk

Výrobní buňky můžeme projektovat do mnoha tvarů podle různých způsobů uspořádání. Nejčastějším uspořádáním strojů je tvar písmene U, které vyžaduje minimální manipulaci, a stroje, které byly obsluhovány několika pracovníky, může obsluhovat méně operátorů. K dalším výhodám U-buňky patří také výborný přehled a komunikace mezi operátory, úspora místa a efektivní dodávky materiálu (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 169).

Jednotlivé typy výrobních buněk a uspořádání pracoviště ve tvaru písmene U, jsou uvedeny na obrázcích níže.

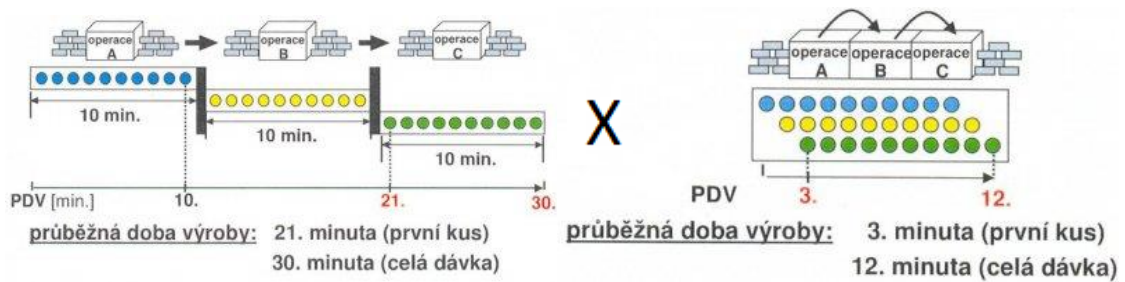


Obr. 7 Základní tvary výrobních buněk (Tuček a Bobák, 2006, str. 247)



Obr. 8 Typické uspořádání výrobní buňky v U – tvaru (Tuček a Bobák, 2006, str. 247)

2.4 Dávková výroba vs. One piece flow



Obr. 9 Dávková výroba (Chromjaková, 2011)

Obr. 10 Tok jednoho kusu (Chromjaková, 2011)

One piece flow neboli tok jednoho kusu, je vhodným způsobem organizace výroby při buňkovém uspořádání pracoviště. Při tomto způsobu výroby prochází výrobek jednotlivými operacemi bez přerušování a čekání. V daném čase je na dané operaci tedy vyráběn pouze jeden výrobek, který je ihned po skončení operace předán k operaci následující (Mašín, 2005. str. 82).

U výroby v dávkách je na pracovišti nejdříve zpracována celá výrobní dávka a teprve poté jsou výrobní kusy předány na další operaci.

Rozdíl mezi dávkovou výrobou a tokem jednoho kusu znázorňují obrázky č. 9 a č. 10. Ve výrobě se nachází jeden druh výrobku, který prochází třemi operacemi, kdy se na výrobku pracuje. Každá operace trvá minutu. Na obrázku č. 9 se vyrábí po dávkách deseti kusů, což znamená, že až po ukončení operace A na všech deseti výrobcích, se může začít s operací B, a poté s C. První kus tedy můžeme vyrobit nejdříve za 21 minut. Na rozdíl u toku jednoho kusu, znázorněn na obrázku č. 10, kde se po ukončení operace A na prvním kuse pokračuje ihned s operací B a následně s C. První kus je tedy hotov již po 3 minutách.

Výhody OPF: (Pereira, 2008)

- snížení rozpracovanosti výroby,
- snížení průběžné doby výroby,
- rychlejší identifikace kvality,
- redukce výrobních ploch,
- identifikace úzkého místa v procesu.

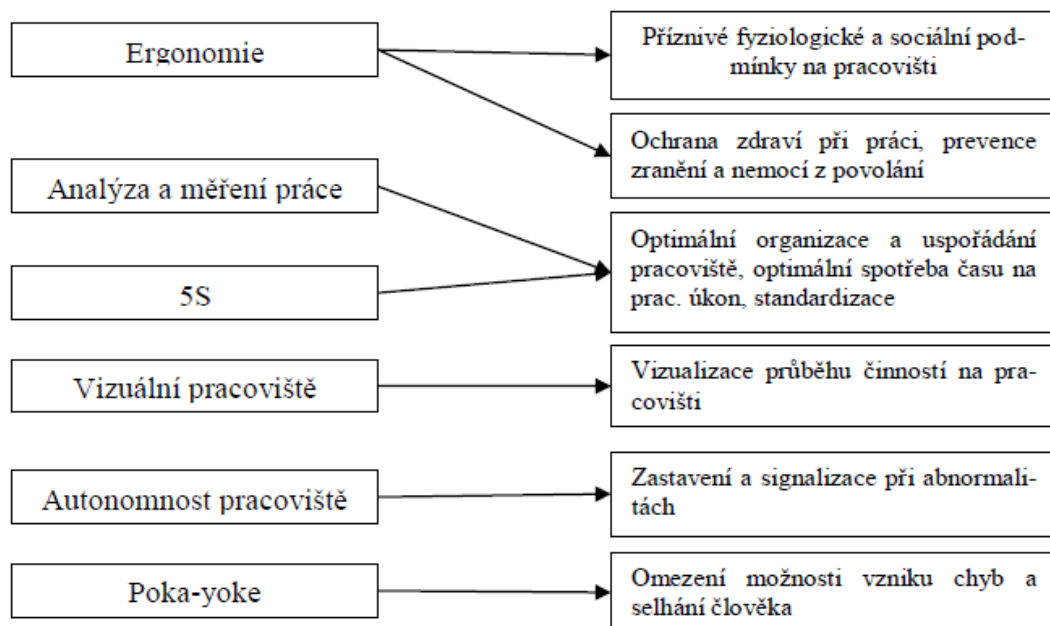
3 ŠTÍHLÉ PRACOVIŠTĚ

Jedním ze základních stavebních kamenů štihlé výroby je štihlé pracoviště. Na rozvržení pracoviště závisí pohyby, které musí pracovník denně vykonávat. Na štihlém pracovišti pracovník nevykonává zbytečné pohyby a činnosti, které snižují jeho produktivitu, a je schopen, při minimální námaze, podat na pracovišti maximální výkon. Od pohybů na pracovišti se poté odvíjí např. spotřeba času, výkonové normy a výrobní kapacity (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 24).

Košturik a Frolík (2006, str. 65) uvádí mezi hlavní cíle štihlého pracoviště:

- Zvýšení výkonnosti,
- Snižování úrazovosti a celkového zatížení organismu,
- Zvýšení autonomnosti a možnosti víceobsluhy,
- Zlepšení kvality a stability procesu.

Stejně jako štihlá výroba, tak i štihlé pracoviště je tvořeno dalšími prvky.



Obr. 11 Prvky štihlého pracoviště (VZ dle Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 65)

3.1 Optimalizace pracoviště

Pod tímto pojmem je ukryt systematický proces vedoucí ke zvýšení výkonu pracoviště, zvýšení kvality vyráběného produktu, úspoře plochy a zlepšení pracovního prostředí a podmínek při práci (Optimalizace pracoviště, © 2005-2012).

Optimalizaci pracoviště aplikujeme jak při projektování nových výrobních prostor, tak také pro již existující pracoviště či buňky. Má charakter projektu a je složena z následujících pěti fází : (Optimalizace linky, © 2005-2012)

1. **Příprava projektu** – plánování a průběh projektu, definice zdrojů, analýza rizik časový harmonogram.
2. **Analýza projektu** – zjistit strukturu výroby, technologického postupu, míru využití strojů a operátorů.
3. **Koncept projektu** – návrhy variant pro nové uspořádání linky a jejich hodnocení dle stanovených kritérií.
4. **Detailní projekt** – zahrnuje dokončení layoutu, standardů, ergonomie, balancování operací a stanovení výkonu konkrétního pracoviště a normy spotřeby času.
5. **Náběh výroby** – zahájení zkušebního provozu za doprovodu systematického tréninku pracovníků; je prováděna analýza činností nového pracoviště s cílem realizace zlepšení k dosažení potřebného výkonu, nutného k zahájení provozu.

Při optimalizaci pracoviště také prozkoumáváme tyto oblasti: (Optimalizace pracoviště, © 2005-2012)

- účel optimalizace – analyzovat plýtvání, odstranit chyby po předchozí operaci,
- konstrukce – výrobek musí být vyrobitelný a smontovatelný; snaha zjednodušit montáž např. snížením počtu komponentů výrobku,
- specifikace, tolerance, požadavky na provedení – snaha eliminovat vznik lidské chyby,
- používaný materiál – hledat levnější, lépe zpracovatelný materiál od nejlepšího dodavatele; využívat odpad k druhotné výrobě či recyklaci,
- výrobní proces, technologie – snížit počet operací, zjednodušení operací; zavádění automatizace a mechanizace,

- seřízení a používané nářadí – investice zvažovat dle vztahu k výrobním množstvím, opakovatelnosti výroby, pracovníkům a požadavkům na pružnost výroby a celkovým nákladům; snižovat časy seřízení,
- manipulace s materiálem – efektivně využívat mechanických zařízení a eliminovat manipulaci na minimum,
- layout pracoviště – redukovat vzdálenosti mezi pracovišti, návrh nového layoutu s ohledem na materiálový tok,
- návrh práce – využít antropometrické, biomechanické a fyziologické aspekty práce.

3.1.1 Balancování operací

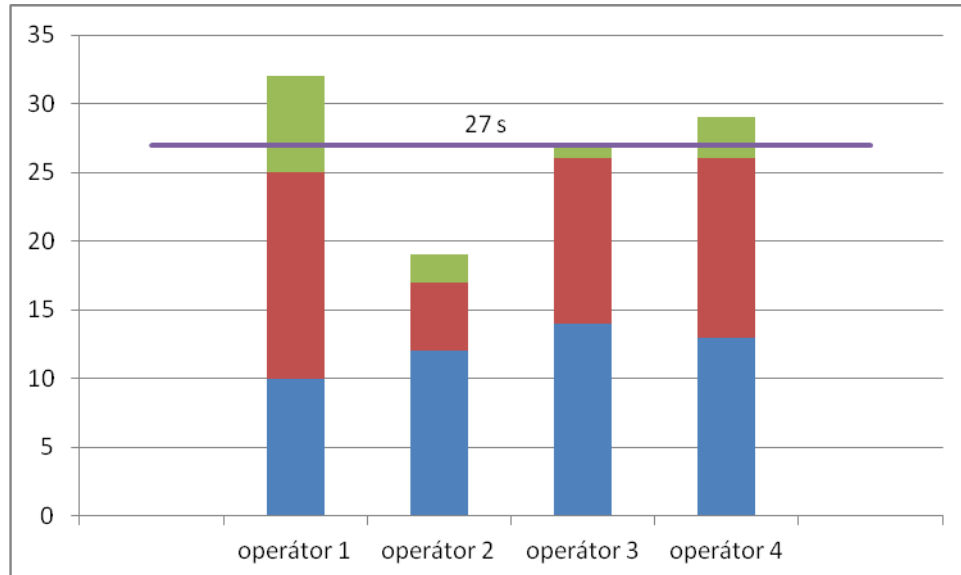
Balancování operací využíváme nejčastěji při optimalizaci a navrhování výrobních linek, stejně tak jej ale můžeme použít pro optimální nastavení a vyvážení materiálového toku v celém podniku. Cílem balancování je dosáhnout relativně stejných časů cyklu u jednotlivých operací, a tím odstranit plýtvání způsobené čekáním pracovníků (Balancování operací, © 2005-2012).

Balancování je založeno na analytickém rozboru činností za pomoci metod měření práce a následném optimálním rozdělení činností mezi jednotlivá pracoviště, resp. operátory. Klíčovým bodem pro tuto metodu je požadavek zákazníka, ze kterého stanovíme zákaznický takt. Pomocí definovaného zákaznického taktu můžeme synchronizovat krok výroby s krokem prodeje. Zákaznický takt určuje dobu, za kterou je třeba vyrobit jeden kus tak, abychom splnili zákaznický požadavek (Balancování operací, © 2005-2012).

$$\text{Výpočet zákaznického taktu} = \frac{\text{dostupný pracovní čas za směnu (s)}}{\text{požadavek zákazníka za směnu (ks)}}$$

$$\text{Výpočet počtu operátorů} = \frac{\sum \text{časů ruční práce na operacích}}{\text{zákaznický takt}}$$

Pro detailní znázornění operací můžeme využít tzv. Yamazumi chart. Je to jednoduchý sloupcový graf, který vizualizuje současný stav vybalancování a poukazuje na kritická místa.



Obr. 12 Yamazumi chart (zdroj: vlastní zpracování)

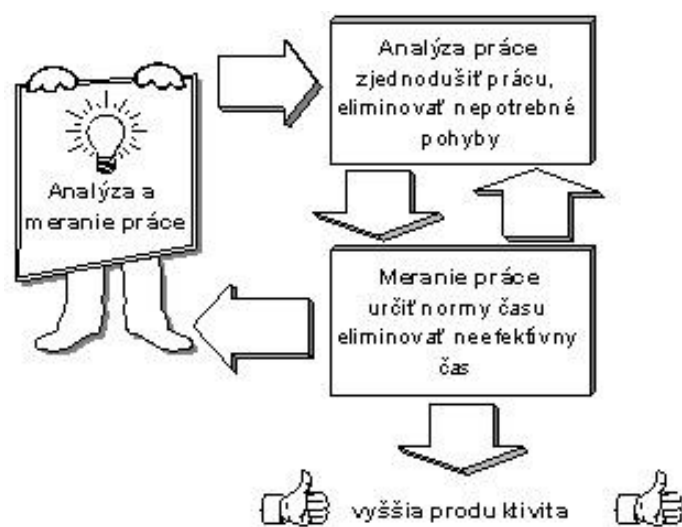
Z grafu je patrné, které operace provádí který pracovník (osa X) a jak dlouho tyto operace trvají (osa Y). Cílem vybalancování je, aby časy jednotlivých operací nepřekračovaly zákaznický takt, čehož dosáhneme výpočtem potřebného počtu operátorů a rozdělením činností mezi ně tak, aby výroba byla efektivní.

3.2 Analýza a měření práce

Analýzu a měření práce lze definovat jako systematické přezkoumávání pracovních postupů s cílem definovat časové normy pro jednotlivé činnosti, a snížit spotřebu času na tyto činnosti efektivnějším využitím zdrojů. Za pomoci metod a nástrojů analýzy a měření práce lze zvýšit produktivitu při velmi malých investicích, stanovit časové normy a zvýšit bezpečnost na pracovišti. Mezi další jejich výhody patří jednoduchost a uplatitelnost v libovolném prostředí (Krišťak, 2007).

Při analýze a měření práce postupujeme následovně: (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 67)

1. **vyber práci**, která má být studována
2. **zaznamenej** fakta o této práci, definuj plýtvání
3. **prozkoumej** způsob, jakým je práce vykonávána
4. **navrhni** efektivnější metodu
5. **hodnot'** nové alternativy pro vývoj zlepšených metod
6. **definuj** novou metodu
7. **instaluj** novou metodu a trénuj pracovníky
8. **udržuj** novou metodu a zaveď kontrolu



Obr. 13 Analýza a měření práce (Krišťak, 2007)



Obr. 14 Metody měření práce (Vytlačil, Milan et al., 1997, str. 97)

Ad 1) Metody přímého měření poskytují informace o struktuře a využití pracovního fondu a o době trvání pracovních i nepracovních dějů. Slouží pro účely normování. Nástroji pro realizace těchto metod jsou papír, tužka, stopky a kamera (Pivodová, 2011).

Při měření práce postupujeme následovně: (Pivodová, 2011)

- **Vyber** část práce, která má být měřena
- **Definuj** pracovní postup pro danou práci
- **Rozlož** práci na jednotlivé složky
- **Měř** čas nutný pro výkon práce
- **Urči** standardní čas

- **Aplikuj** standardní čas na měřenou práci (okolnosti, přídavky na odpočinek)
- **Standardizuj** spotřebu času pro daný pracovní postup

Ad 2) Systémy předem určených časů jsou spojením časových a pohybových studií. Měření práce se zredukovalo na stanovení optimálního vzorce pro vykonávání úkonu a na přiřazení příslušných časů jednotlivým základním pohybům. Využíváme je pro stanovení spotřeby času budoucích, teprve projektovaných operací a při racionalizaci pracovního postupu, organizaci a uspořádání pracoviště. Předem určené časy základních pohybů představují průměrný výkon průměrného dělníka, tj. 100% výkonnosti (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 93).

Ad 3) Z historického vývoje je známo několik přístupů k měření práce, např. hrubé odhady (nepodložená data), historická data (na základě ověřených postupů a zkušeností z minulosti se odhadují časy budoucích operací) (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 93).

3.2.1 MOST

Metoda MOST je v současné době nejvyužívanější metodou předem určených časů. Pomocí přímých náměrů zjistíme s největší přesností výkonnost a dobu trvání operace vykonávanou konkrétním pracovníkem. Vzhledem k individuálnímu pracovnímu tempu operátorů, je třeba také stanovit časovou náročnost operace pro průměrného operátora pracujícího v průměrných podmínkách. Principem metody MOST je, že jakákoli práce je přemístování objektu z jednoho místa na druhé místo. Jedinou výjimkou je myšlení (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 103-111).

Základní jednotkou této metody je sekvence vyjádřená pomocí vzorců, do kterých lze pomocí indexů promítnout jakoukoli činnost.

Metoda MOST rozlišuje čtyři druhy přemístění a sekvencí: (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 103-111)

- I. Obecné přemístění (prostorové přemístování objektů vzduchem)
- II. Řízené přemístění (přemístování objektu, který zůstává v kontaktu s povrchem)
- III. Použití nástroje (použití běžných ručních nástrojů)
- IV. Použití ručního jeřábu

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

Obr. 15 Sekvenční modely Basic MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111)

3.2.1.1 Rodina MOST

Metodu MOST lze aplikovat pro různě náročné operace. Podle délky trvání analyzované činnosti a požadované přesnosti volíme jednu ze tří aplikací MOST. V současnosti je rodina MOST rozšířena ještě o Admin MOST, který se používá pro stanovení spotřeby času u administrativních činností (MOST a jeho aplikace, © 2005-2012).

Tab. 1 Využití druhů MOST (VZ podle Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117-118)

	Týdenní četnost výkonu operace	Délka trvání operace	Nejčastější čas cyklu
Basic MOST	150 - 1500 (operace na střední úrovni)	Několik sekund až 10 minut	0,5 – 3 minuty
Maxi MOST	< 150	Cca 2 minuty až několik hodin	Nelze definovat (používá se např. pro těžkou montáž nebo seřizování)
Mini MOST	> 150	Kratší než 1,6 minut	10 sekund

Nejpoužívanější je aplikace Basic MOST, která je vhodná pro všechny operace na střední úrovni. Téměř všechny operace v průmyslových oborech spadají do této kategorie.

Časovou jednotkou pro tento systém měření času je 1 TMU = 0,036 sekund. Veškeré činnosti prováděné pracovníkem se rozdělí na nejmenší možné pohyby, a těm se přiřadí dle data karty pro Basic MOST jednotlivé časy (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 109-117).

3.2.1.2 *Přínosy metody most:* (MOST a jeho aplikace, © 2005-2012)

- Velmi příznivý poměr mezi náročností metody a její přesností
- Odpadá subjektivita vznikající při přímém měření (stopky)
- Možnost definovat časy budoucích operací
- Identifikace plýtvání během vykonávané práce (vysoké indexy jsou podnětem ke zlepšení).

3.3 Vizuální management a standardizace

Vizuální management je významnou součástí průmyslového inženýrství, patří totiž nejen ke štíhlému pracovišti, ale je také dalším podstatným prvkem ve všech štíhlých podnikových procesech. „*Je to tachometr řízení procesu, který nám říká, jakou rychlostí probíhá daný proces, co je standardní průběh procesu a co abnormalita, jaká je kvalita, produktivita a efektivnost procesu na pracovišti.*“ (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 25)

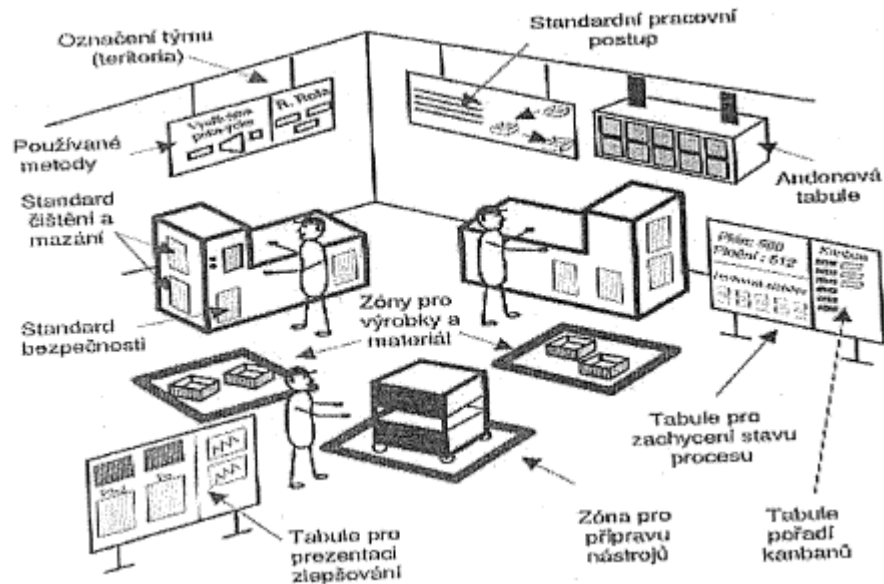
Cílem vizuálního managementu je: (Tuček a Bobák, 2006, str. 286)

- předat a sdílet informace bez zbytečného zpoždění,
- aktuální problematiku nasměrovat na každého pracovníka,
- ke zlepšení současného stavu využívat schopností jednotlivých pracovníků,
- rozvíjet pocit hrdosti a úspěchu v lidech,
- podporovat týmovou práci a její výsledky,
- předávat informace o výsledcích dosaženého zlepšení.

Pojmem vizuální management označujeme ve společnosti všechny prostředky, které umožňují: (Košturiak, Frolík et al., 2002, str. 58)

- vizuální komunikaci za použití jednoduchých grafů, tabulek a obrázků,
- skrze prostředků vizualizace napomáhat při komunikaci v týmu,
- vizualizovat průběh výroby a všech procesů ve společnosti,
- přehledně zobrazovat výrobní a podnikové ukazatele.

Vizuální management umožňuje jakémukoli pracovníkovi rozpoznat standardní podmínky a všechny podstatné informace, stejně jako odchylky od tohoto standardu prostřednictvím různých technik. Jejich přehled je znázorněn na obrázku níže (Tuček a Bobák, 2006, str. 286).



Obr. 16 Vizuálně řízené pracoviště (Tuček a Bobák, 2006, str. 286)

3.4 Metoda 5S

Metoda 5S je velmi úzce spjata s vizualizací a standardizací. Cílem této metody je za pomoci pěti kroků vytvořit čisté, vizuální a standardizované pracoviště, na kterém budou dodržovány a dále rozvíjeny zásady této metody (5S, © 2005-2014).



Obr. 3 5 kroků metody 5S (Burieta, 2007)

Jednotlivé kroky lze charakterizovat následovně: (Burieta, 2007)

1. **separovat** – znamená roztrždit všechny položky vyskytující se na pracovišti a nechat jen ty, které jsou skutečně potřebné, a to v nezbytném množství,
2. **systematizovat** – cílem je najít správné umístění pro položky, které na pracovišti zbyly po vytřídění z prvního kroku a uspořádat tyto položky tak, aby se minimalizovaly pohyby pracovníků a skladové plochy,
3. **stále čistit** – definujeme co, jak a kdy je potřeba čistit, kdo to bude čistit a jaké pomůcky k tomu bude potřebovat,
4. **standardizovat** – v tomto kroku standardizujeme všechny provedené změny z předchozích kroků, vzniká vizuální standard pracoviště se všemi aktivitami čištění a rozmístěním jednotlivých položek na pracovišti,
5. **sebedisciplinovanost** – dodržování stanovených pravidel se stává postupně samozřejmostí.

Pomocí metody 5S lze dosáhnout výrazného zlepšení, a to zejména: (5S, © 2005-2014)

- snížení pracovního prostoru,
- snížení zásob na pracovišti,
- zlepšení a zjednodušení materiálového toku,
- zkrácení času na hledání,
- zlepšení podnikové kultury.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Obchodní jméno: WOCO STV s.r.o.

Sídlo: Na Hrázi 1452, 755 01 Vsetín

IČ: 47975261

Základní kapitál: 30 000 000 Kč

Datum vzniku: 12.2.1993

Počet zaměstnanců: 850

Obrat: 2,7 mld. Kč (2,2 mld. Kč výnosy z prodeje výrobků; 0,5 mld. Kč výnosy z prodeje zboží) - k 31.12.2012

Předmět činnosti: výroba zboží z plastů, výroba dílů a příslušenství pro auta a automobilový průmysl; obchodní činnost – koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje.



Obr.17 WOCO STV s.r.o. (zdroj: interní materiály společnosti)

4.1 Historie společnosti

Společnost WOCO byla založena v roce 1956 Franzem Josefem Wolfem nedaleko Frankfurtu nad Mohanem jako rodinná firma zabývající se především výrobou gumových a plastových dílů. F. J. Wolf začal s vulkanizací pryže pro automobilový průmysl po svém vyučení v prostorách pily svého otce. Později vzal do firmy své tři sourozence a založil firmu Wolf and Company, pod zkratkou WOCO. Kolem roku 1968 začalo WOCO spolupracovat s firmou MEZ Vsetín, od které nakupovalo v té době stroje na výrobu pryže. Spolupráce firem pak na několik let kvůli totalitnímu režimu utichla. V roce 1991 zahájilo WOCO opět spolupráci s firmou MEZ Vsetín. O dva roky později v roce 1993 pak vznikla díky úspěšné spolupráci obou firem společnost WOCO spol. s.r.o. a Systém technik Vsetín spol. s.r.o., dnes pod názvem WOCO STV s.r.o. V současné době je WOCO středně velkým, flexibilním podnikem a stalo se jedním z největších zaměstnavatelů v okrese Vsetín.

4.2 Profil společnosti

WOCO STV s.r.o. patří do německé skupiny firem WOCO industrietechnik GmbH, která má v současné době patnáct výrobních a montážních závodů po celém světě a zaměstnává téměř 4000 lidí. Převážná část závodů je situována v Evropě, kde se WOCO STV řadí k největším závodům této skupiny. K zákazníkům WOCO STV patří světoznámí automobiloví výrobci (např. Audi, BMW, Bentley, General Motors, Porsche, Lamborghini a jejich subdodavatelé).

Jako významný celosvětový dodavatel komponentů pro automobilový průmysl se WOCO STV zaměřuje primárně na tyto činnosti:

- Výroba a montáž komponentů
- Inovace stávajících a vývoj nových komponentů
- Konstrukce jednoúčelových strojů pro výrobu komponentů

Společnost WOCO STV disponuje vlastním vývojovým centrem a laboratoří prostřednictvím které se věnuje vývoji strojů a výrobních linek. Projektuje a programuje stroje pro vlastní potřebu, a také pro ostatní z firem skupiny WOCO (např. pro Mexiko a Čínu). V oblasti vývoje se dále zaměřuje na snižování spotřeby paliva, zvyšování účinnosti pohonných agregátů a elektromobilitu motorů.

Výroba je členěná do dvou divizí:

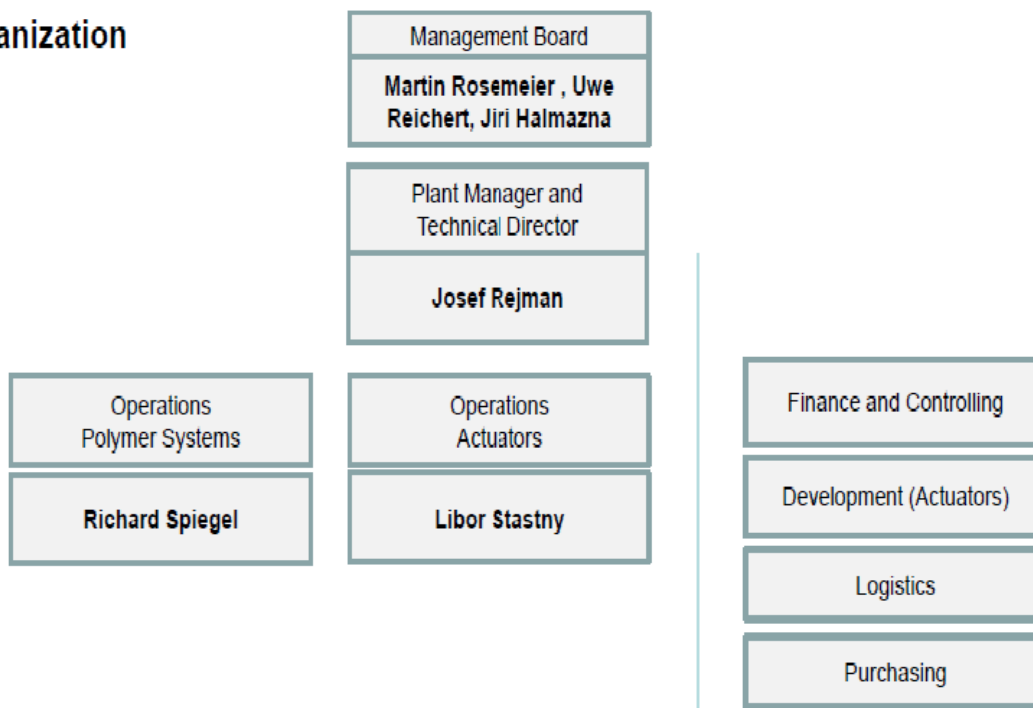
- **Výroba a montáž aktuátorů** (např. ovládací jednotky pro vzduchové pérování automobilů; vodní ventily a součásti pro klimatizace automobilů; řídicí moduly elektrické, pneumatické, mechanické; řídicí dózy pro turbodmychadla; řídicí systémy, pneumatická vedení apod.)
- **Výroba gumových dílů pro automobilový a stavební průmysl** (výroba těsnění, membrán, průchodek apod., výroba dílů ze silikonových směsí na vstříkolisech a transferových lisech).

4.2.1 Organizační struktura WOCO STV s.r.o.

Woco STV s.r.o.



Organization



Obr. 18 Organizační struktura společnosti WOCO STV s.r.o. (zdroj: interní materiály společnosti)

4.3 SWOT analýza společnosti

SWOT analýza má za úkol odhalit firmě její kladné stránky a zároveň možnosti, jak se dále rozvíjet, a v kterých oblastech hledat potenciál ke zlepšení všech podnikových procesů ve firmě. SWOT analýza firmy WOCO je uvedena v tabulce níže. Váha dopadu jednotlivých bodů analýzy je vyjádřena procentuálně.

Tab. 2 SWOT analýza společnosti WOCO STV s.r.o. (zdroj: vlastní zpracování)

Silné stránky	%	Slabé stránky	%
Široké výrobní portfolio	30	Neefektivní využití pracovní plochy	55
Široké spektrum odběratelů	25	Převládá technologické uspořádání výroby	25
Kladný přístup vrcholového vedení k optimalizaci	25	Neutrální přístup nižšího managementu k optimalizaci	20
Vysoká kvalifikace pracovníků	15		
Flexibilní výrobní zařízení (z hlediska přestavby)	5		
Příležitosti	%	Hrozby	%
Nové výrobní technologie	35	Závislost na automobilovém průmyslu	50
Trend lean managementu a rozvíjení se průmyslového inženýrství	30	Asijská konkurence	25
Příznivý demografický vývoj ve vsetínském regionu	25	Další vlna finanční krize	20
Každoroční růst světové produkce automobilů	10	Nedostatek kvalifikovaných pracovníků na trhu práce	5

Silné stránky

WOCO STV nabízí svým zákazníkům rozsáhlé výrobní portfolio a může se chlubit také širokým spektrem odběratelů. Společnost se svou velikostí řadí mezi středně velké firmy, což jí umožňuje být flexibilní a rychle se přizpůsobit měnícím se požadavkům zákazníků. Vzhledem k celosvětové působnosti skupiny WOCO je pro firmu dalším pozitivem znalost značky na trhu.

Slabé stránky

Největší slabá stránka společnosti je v neefektivním využití pracovní plochy. Ve výrobním prostoru se nachází velké množství výrobních zásob a zásoby nedokončené (rozpracované) výroby, a zařízení, které se momentálně nepoužívá. Společnost by se měla snažit o maximální využití pracovní plochy, neboť je velmi drahá. Dalším problémem je převládající technologické uspořádání výroby, kde často dochází k nesouladu s tokem materiálu. Nové uspořádání může zkrátit materiálový tok a zabezpečit rychlejší a plynulý průběh výroby.

Příležitosti

Jelikož má společnost k dispozici vlastní výzkumné centrum a laboratoř, jako největší příležitost pro WOCO STV spatřuji v nových výrobních technologiích. Se zvyšováním technické úrovně a vybavenosti výrobků má společnost příležitost vyniknout také v oblasti vývoje a inovací, a díky tomu být nejen montážním závodem, ale také významnou institucí pro vývoj aktuátorů a polymerních systémů.

Hrozby

Jako pro mezinárodního dodavatele komponentů do automobilů, je pro firmu zásadní celosvětový vývoj produkce automobilů. Současná rozkolísanost trhu a asijská konkurence, to jsou další faktory, které mohou přinést pokles poptávky, a proto jsou pro WOCO STV také hrozbami.

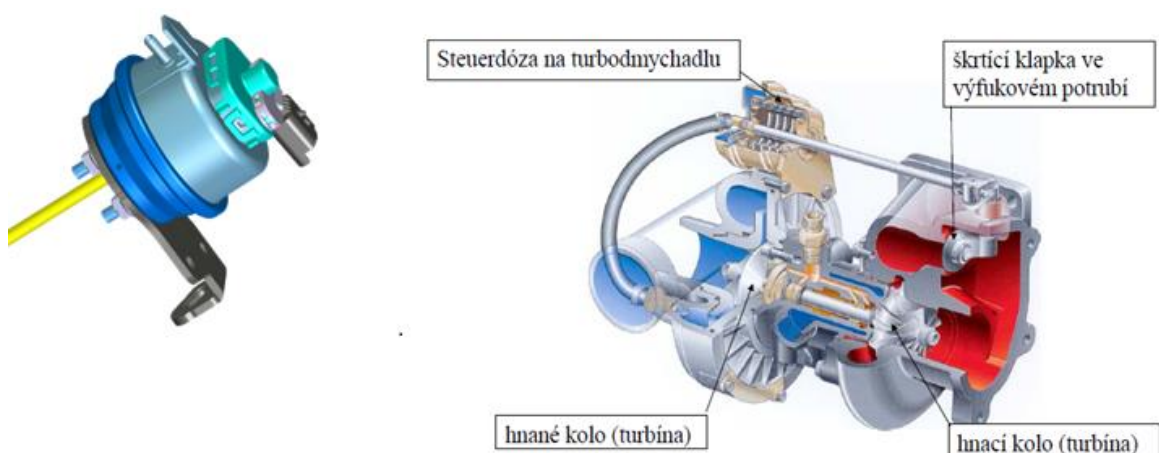
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Při analýze výrobního procesu ve společnosti WOCO STV s.r.o. určila společnost linku X jako úzké místo. Jedná se o novou linku, na které byla zahájena výroba před necelým rokem. Linka se nachází ve fázi předávání projektu do výroby, a prozatím není plně vytižena. Požadavkem společnosti je, vzhledem k plánovaným zakázkám, linku vybalancovat a zefektivnit její pracoviště tak, aby byla výroba plynulá a nevznikaly prostoje. Pro identifikaci problémů bude analýza současného stavu zaměřena na prvky štíhlého pracoviště a budou použity metody z oblasti studia práce. Konkrétně metoda MOST, která bude základem pro řešení problémů v projektové části této práce.

Pozn. Z důvodu ochrany firemních údajů, nebude číslo linky uvedeno. Pro potřeby této práce bude linka označena písmenem „X“.

5.1 Popis výrobní linky

Na lince X se vyrábí podtlakové sensorické dózy tzv. steurdózy pro světoznámé automobilové výrobce (např. Audi, BMW, Bentley, General Motors, Porsche, Lamborghini). Jednotlivé komponenty, ze kterých je dóza složena, jsou nakupovány, linka X poté slouží jako finální montáž. Na lince X se vyrábí 15 typů dóz, které se od sebe liší skladbou a rozměry komponentů a operacemi, kterými procházejí. Podle časové náročnosti jsou výrobky rozděleny do tzv. ID skupin. Projekt bude zaměřen na dvě nejvýznamnější ID skupiny, tedy na dva výrobky, které budou do budoucna tvořit velkou část výroby.



Obr. 19 Ukázka hotového výrobku a jeho využití (zdroj: interní materiály společnosti)

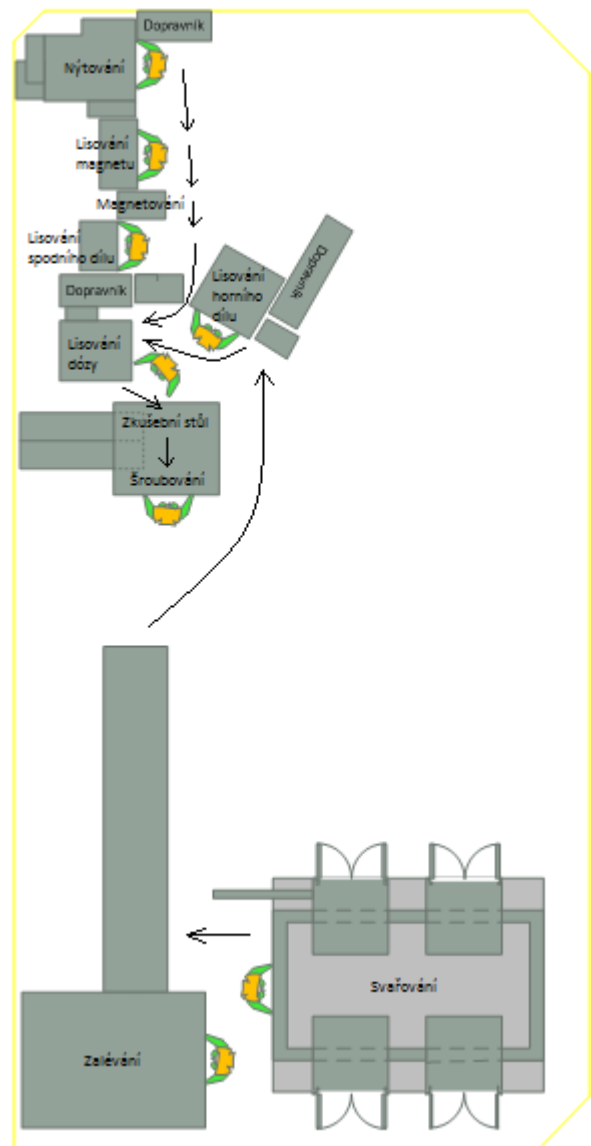
Steurdóza je součástí turbodmychadla. Reguluje průtok spalin, které přichází z válců na lopatku turbíny. Turbína otáčí dmychadlem, které zvyšuje tlak nasávaného vzduchu procházejícího dmychadlem a pokračuje do válců v motoru. Slouží ke zvýšení tlaků v motoru, a tím se dosahuje:

- vyššího výkonu motoru
- snížení spotřeby paliva (benzínu, nafty, apod.)
- snížení emisí ve výfukových plynech motorů

5.1.1 Základní popis výroby a uspořádání pracovišť

Linka X o rozloze 159 m² se nachází v divizi výroby a montáže aktuátorů. Nejedná se o linku v pravém slova smyslu, ale spíše o shluk pracovišť vystupujících jako linka X. Některá její pracoviště pracují nezávisle na sobě a jsou řazena k nepravidelným činnostem. Výroba na lince je zajištěna třísměnným provozem a probíhá podle systému one piece flow (viz. teoretická část práce, kapitola 2.4 Dávková výroba vs. One piece flow). Výrobní takt linky je vzhledem k nevytíženému stavu linky určován podle nejdéle trvající operace. Co se týká vybavení linky X, disponuje moderními stroji a zařízeními a má předpoklady k tomu, aby byla schopna pružně reagovat na měnící se požadavky zákazníků.

Linka X je složena z celkem devíti pracovišť (Obr. 19). Výrobní proces na lince je dvousměrný, linka má dva začátky. První směr výroby začíná na pracovišti Nýtování, odkud jde sestava č. 1 na Lisování magnetu. Cesta výroby pokračuje k pracovištím Lisování spodního dílu a Lisování dózy. Druhý směr výroby má počátek na pracovišti Svařování, odkud jde sestava č. 2 dále na Zalévání a následně, pomocí dopravníku, k Lisování horního dílu. Odtud jde dále na Lisování dózy, kde se setkává se sestavou č. 1 z prvního směru výroby. Na pracovišti Lisování dózy se slisuje sestava č. 1 a č. 2 do jedné. Poté pokračuje výroba automatickým pracovištěm zkušebního stolu, odkud po přezkoušení, přijede výrobek do další stanice zkušebního stolu, a to k pracovišti šroubování, kde je montáž dokončena.



Obr. 20 Layout linky X (zdroj: interní materiály společnosti)

5.1.2 Popis pracovišť a pracovních operací

V této kapitole budou představeny jednotlivé pracoviště linky X a budou popsány všechny operace, které zde probíhají. Náměry operací metodou MOST budou provedeny pro oba sledované výrobky. Jak již bylo zmíněno výše (kapitola 1.1 Základní popis výroby a uspořádání pracovišť) některé operace linky X pracují nezávisle na sobě a jsou proto označeny jako nepravidelné činnosti. Konkrétně se jedná o operace Svařování, Zalévání a Balení. U těchto operací proto nebudou provedeny náměry.

Po konzultaci s projektovým technologem dané linky, bylo rozhodnuto, s ohledem na současný stav výroby, že náměry pomocí metody MOST budou provedeny dle pracovních postupů.

1. Svařování

Popis pracoviště

Na tomto pracovišti probíhá svařování strojem, který je složen z pěti stanic. Spojení mezi stanicemi je zajištěno prostřednictvím pásu, který je umístěn uvnitř i vně stroje a postupně posouvá díly na všechna kontrolní pracoviště. Stroj přezkouší správnost a odolnost vstupních dílů proti svařování a zkontroluje správný druh vložených komponentů, které bude svařovat. Po dokončení svařování automaticky vyhodnotí shodné a neshodné díly.



Obr. 21 Svařovací stroj pro svařování I a II (zdroj: interní materiály společnosti)

a) Svařování I

Popis operace

Operátorka odebere pouzdro a vloží ho do levého přípravku na vozíku. Dále uchopí konektor a vloží jej do pravého přípravku na vozíku. Vše bere zleva. Zmáčkne nožní pedál a provede vpuštění vozíku do stroje pro svařování. Po čtyřech odeslaných vozících se přesune na pracoviště zalévání.

b) Svařování II.

Popis operace

Operátorka odebere smontované velké víko s vodícím pouzdrem a zkontroluje, zda je pouzdro správně namontováno. Tuto sestavu vloží do levého přípravku na vozíku. Poté uchopí konektor a vloží jej do pravého přípravku na vozíku. Vše bere zleva. Zmáčkne nožní pedál pro vpuštění vozíku do stroje pro svařování. Po čtyřech odeslaných vozících se přesune na pracoviště zalévání.

2. Zalévání

Popis pracoviště

Na tomto pracovišti se zalévá smontované pouzdro nebo smontované velké víko s vodícím kroužkem (druh A), dle typu výrobku, z předchozí operace silikonem. Stroj k zalévání má dvě stanice, zakládací a vykládací. Po vložení dílu do zakládací stanice je díl prostřednictvím pásu odeslán do stroje k zalití. Po zalití stroj zkontroluje správné množství použitého silikonu (správnou výšku dílu se silikonem) a automaticky vyhodnotí shodné a neshodné díly.



Obr. 22 Zalévací stroj (vlevo) a vozík v zakládací stanici (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

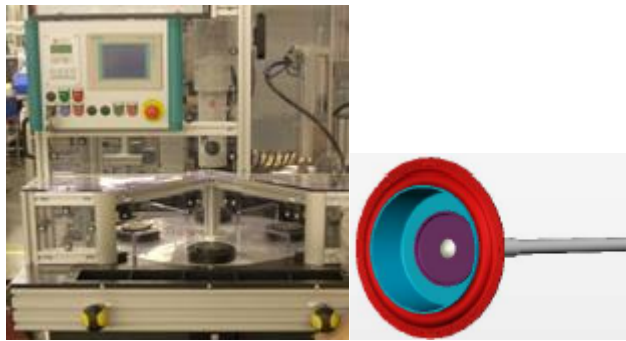
Popis operace

Operátorka odebere zprava čtyři kusy nezalitých pouzder nebo vík z bedny a vloží je do vozíku v zakládací stanici. Pokud je vozík v zakládací stanici kompletně plný, tedy po šestnácti kusech, odešle jej tlačítkem k zalití. Poté se přesune na pracoviště svářečky.

3. Nýtování

Popis pracoviště

Pracoviště je vybaveno moderním strojem s otočným stolem se čtyřmi zakládacími pozicemi, což urychluje výrobu, protože operátorka nemusí čekat, až stroj dokončí práci a může ihned založit nový kus. Po vložení dílů do stroje, je kontrolována správná výška zdvihu, vstupní materiál dle kódů a následně je provedeno nýtování.



Obr. 23 Nýtování (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

Popis operace

Operátorka zleva odebere táhlo a založí do přípravku. Pravou odebere podložku a nasadí ji na táhlo. Odebere membránový talíř spolu s membránou a navleče je do sebe. Takto smontovanou sestavu nasadí na táhlo s podložkou. Levou vezme korunkovou podložku a správně orientovanou ji nasadí na čep do membránového talíře. Obouruč zmáčkne startovací tlačítko, tím se spustí nýtování. Po vyjmutí dílu ho zkontroluje a odloží do držáku pro další operaci, tedy na montáž magnetu a kulového pouzdra.

Tab. 3 MOST – Nýtování (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	OP	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			ABG - Získat			ABP - Položit		Nástroj			
Použití rukou	ŘP - řízené přemístění	ŘP	MXI - Přemístit/Spustit								
	N - Použití nástroje	N	ABP - Položit								
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J	ATK - Získat			FVL - Položit		VPT - Položit stranou			
1	vzít táhlo a vložit do otvoru spod. přípravku	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60	
2	vzít podložku a nasadit na táhlo	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60	
3	vzít membránu+memb.talíř a navléct do sebe	OP	A 2 B 0 G 2 1 1 1	A 2 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	90	
4	smontovanu sestavu nasadit na čep táhla	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	40	
5	vzít korunkovou podložku a nasadit na sestavu táhla	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60	
6	pomocí dvoutlačítkového startu posunout kus do další pozice (nýtování)	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 6 I 0 1 1 1				A 0 1	1	90	
7	odebrat zánýtovaný kus, zkontrolovat a vložit do držáku pro další operaci	N	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1	T 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1	A 1 1	1	1	70	
Celková spotřeba času:			0,28			16,91		470			
			minut			sekund		TMU			

4. Lisování magnetu

Popis pracoviště

Lisování magnetu probíhá na dvou lisovacích strojích. Na strojích se nejprve lisují dvě odlišné sestavy, které jsou poté slisovány do jedné. Tato jednotná sestava je vložena do magnetovacího stroje, který je také součástí tohoto pracoviště, a je provedeno magnetování. Stroje jsou vybaveny světelnými senzory zajišťující např. správnou hloubku lisování.



Obr. 24 Lisovací stroje se dvěma lisovacími pracovišti a magnetovací zařízení (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

Popis operace

Zprava odebere operátorka magnetové pouzdro a magnet a vloží do pravého lisovacího stroje, čímž dojde k nalisování magnetu do pouzdra. Po vyjmutí z lisu sestavu zkontroluje, vezme zleva gumovou zátku a kulové pouzdro a nasadí do zalisovaného magnetu v pouzdře. Zprava odebere zanýťované táhlo z držáku, kam jej odložila operátorka z předchozí operace a vloží do levého lisovacího stroje. Následně do něj vloží nalisované pouzdro s magnetem, gumovou zátkou a kulovým pouzdrem. Lisování spustí pomocí tlačítka. Po vyjmutí z lisu díl vloží do magnetovacího zařízení a zatáhne závoru přístroje.

Tab. 4 MOST - Lisování magnetu (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace		Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU	
				OP	ABG - Získat			ABP - Položit					
					ŘP	MXI - Přemístit/Spustit							
						ABP - Položit			Nástroj				ABP - Položit stranou
N	ATK - Získat			FVL - Položit			VPT - Položit stranou						
J	Č - Procesní čas												
1		vzít mag. pouzdro a vložit do spod. pří.	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60		
2		vzít magnet, nasunout na mag. pouzdro	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1				A 0 1	1	90		
3		lisování spustit pomocí tlačítka	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 5 I 0 1 1 1				A 0 1	1	70		
4		z lisu odebrat mag. pouzdro s magnetem, kontrola	N	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1	T 3 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1		A 0 1	1	60		
5		vzít kul. pouzdro+gum. zátku, nasadit na sestavu	OP	A 2 B 0 G 2 1 1 1	A 2 B 0 P 6 1 1 1				A 0 1	1	120		
6		odebrat zanýt. táhlo, vložit do spod. pří.	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60		
7		sestavu k. pouzdra se zátkou nasadit na zanýt. táhlo	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	40		
8		lisování spustit pomocí tlačítka	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 5 I 0 1 1 1				A 0 1	1	70		
9		z lisu odebrat díl, kontrola, vložit do magnetovacího zařízení	N	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1	T 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1		A 0 1	1	80		
10		zatáhnout závoru magnet. zař.	ŘP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1				A 0 1	1	10		
Celková spotřeba času:				0,40		23,74		660					
				minut		sekund		TMU					

5. Lisování spodního dílu

Popis pracoviště

Na tomto pracovišti se lisuje deska se šrouby do spodního dílu dózy na lisovacím stroji, který je naprogramován speciálně na každý typ dózy a je chráněn heslem. Součástí pracoviště je také vakuová zkouška. Jedná se o podtlakovou zkoušku správného usazení membrány v nasimulovaných podmínkách.



Obr. 25 Lisovací stroj (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)



Obr. 26 Vakuová zkouška (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

Popis operace

Operátorka zleva uchopí spodní díl, správně ho natočí a nasadí na naváděcí trubičky do spodního přípravku. Zprava vezme vodící pouzdro (druh A) s těsněním a nasadí na středový trn. Zleva vezme zalisovanou desku se šrouby a nasadí jej do naváděcích trubiček. Pomocí dvouručního ovládání lisu, zalisuje desku se šrouby do spodního dílu. Hotový díl vyjme z přípravku a zkontroluje. Následně odebírá zmagnetovaný díl z magnetovacího zařízení, kam ho vložila operátorka z předchozího pracoviště (závora se otevírá sama). Nyní drží v ruce oba díly, které do sebe nasadí.

Následuje vakuová zkouška. Na připravenou sestavu operátorka nasadí a zajistí montážní trubku a vloží ji na vakuový přípravek jedním šroubem k sobě. Zkoušku odstartuje tlačítkem.

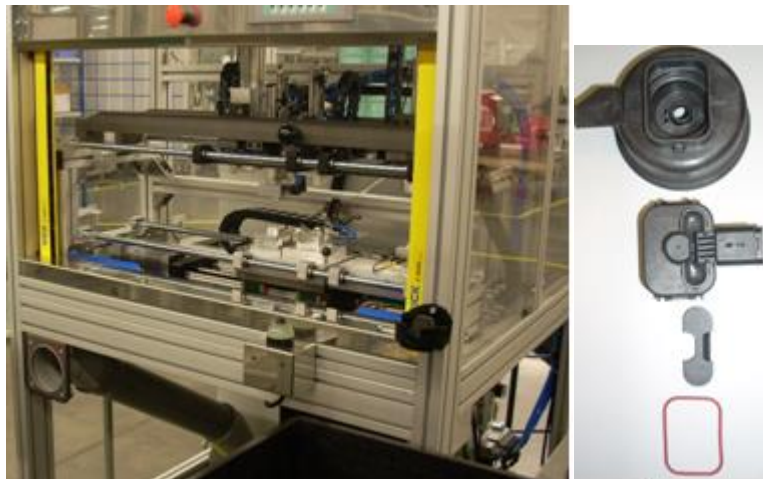
Tab. 5 MOST - Lisování spodního dílu (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Ziskat			ABP - Položit				
			ŘP	MXI - Přemístit/Spustit			Nástroj	ABP - Položit stranou			
			N	FVL - Položit			VPT - Položit stranou				
	J - Jeřáb	Č - Procesní čas	J	ATK - Ziskat							
1	vzít spod. díl a vložit na tři naváděcí trubičky do spod. dílu		OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1	60	
				1 1 1	1 1 1			1			
2	vzít vodící pouzdro a nasadit na trn		OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1	60	
				1 1 1	1 1 1			1			
3	vzít desku se šrouby a nasadit do třech naváděcích trubiček		OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6			A 0	1	90	
				1 1 1	1 1 1			1			
4	pomocí dvouručního ovládání lisu zalisovat desku se šrouby do spod. dílu		ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 6 I 0			A 0	1	90	
				1 1 1	1 1 1			1			
5	vyjmout hotový díl z přípravku a zkontrolovat		N	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0	T 1	A 0 B 0 P 0	A 0	1	40	
				1 1 1	1 1 1	1	1 1 1	1			
6	odebrat zmagnet. díl a nasadit do zalisovaného dílu		OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 1	1	70	
				1 1 1	1 1 1			1			
7	vzít montážní trubku, nasadit a zajistit na sestavu		OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6			A 0	1	90	
				1 1 1	1 1 1			1			
8	zkompletovanou sestavu vložit na vakuový přípravek		OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3			A 0	1	40	
				1 1 1	1 1 1			1			
9	vakuovou zk. spustit tlačítkem		ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0			A 0	1	30	
				1 1 1	1 1 1			1			
Celková spotřeba času:				0,34			20,50			570	
				minut			sekund			TMU	

6. Lisování horního dílu

Popis pracoviště

Lisovací stroj, který se nachází na tomto pracovišti je složen z horního a spodního přípravku. Horní přípravek je vybaven úchyty pro vložení dílů a obsahuje snímač kontroly přítomnosti silikonu. Spodní přípravek je uzpůsoben pro vkládání těsnění a dalších dílů. Po rozsvícení zeleného světla (přítomnost silikonu) se spustí lisování.



Obr. 27 Lisovací stroj (vlevo) a montážní sestava I. (vpravo)
(zdroj: interní materiály společnosti)

a) Lisování horního dílu I

Popis operace

Zprava uchopí operátorka zalité pouzdro, velké víko a vloží do horní části přípravku pro lisování. Dále uchopí malé víko, také zprava a vloží do spodní části lisu. Nakonec vezme těsnění a nasadí na malé víko. Pomocí tlačítka spustí lisování. Po nalisování díl vyjme, zkontroluje a vloží do držáku pro další operaci, tedy pro lisování dózy.

Tab. 6 MOST - Lisování horního dílu I (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit				
			ŘP	MXI - Přemístit/Spustit							
			N	ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou			
	J - Jeřáb Č - Procesní čas		J	ATK - Získat			FVL - Položit	VPT - Položit stranou			
1	vzít zalité pouzdro a vložit do hor. přípr.	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
2	vzít malé víko a vložit do spod. přípr.	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
3	vzít velké víko a vložit do hor. přípr.	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
4	vzít těsnění a vložit do spod. přípr.	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
5	lisování spustit pomocí tlačítka	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 14 I 0				A 0	1	170	
			1 1 1	1 1 1				1			
6	odebrat díl z lisu, kontrola, odložit do držáku další operace	N	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0	T 1	A 1 B 0 P 1	A 1	1	1	70	
			1 1 1	1 1 1	1	1 1 1	1	1	1		
Celková spotřeba času:				0,29		17,27		480			
				minut		sekund		TMU			

b) Lisování horního dílu II

Popis operace

Zprava odebere operátorka zalité velké víko s vodícím pouzdem (druh B) a vloží jej do horního přípravku lisu. Dále uchopí malé víko a vloží ho do spodního přípravku lisu. Pomocí tlačítka spustí lisování. Po nalisování díl vyjme, zkontroluje a vloží do držáku pro další operaci, tedy pro lisování dózy.

Tab. 7 MOST - Lisování horního dílu II (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit				
			ŘP	MXI - Přemístit/Spustit							
			N	ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou			
	J - Jeřáb Č - Procesní čas		J	ATK - Získat			FVL - Položit	VPT - Položit stranou			
1	vzít zalité víko a vložit do horního přípravku	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
2	vzít malé víko a vložit do spodního přípravku	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
3	spustit lisování pomocí tlačítka	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 14 I 0				A 0	1	170	
			1 1 1	1 1 1				1			
4	odebrat díl z lisu, kontrola, odložit	N	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0	T 1	A 1 B 0 P 1	A 1	1	1	70	
			1 1 1	1 1 1	1	1 1 1	1	1	1		
Celková spotřeba času:				0,22		12,96		360			
				minut		sekund		TMU			

7. Lisování dózy

Popis pracoviště

Zde dochází ke spojení spodního a horního dílu dózy na automatickém lisovacím stroji. Důležitou součástí pracoviště je štětec a líh. Před každým lisováním je třeba natřít spodní díl tukem, pro lepší usazení horního dílu.



Obr. 28 Lisovací stroj (zdroj: interní materiály společnosti)

Popis operace

Po vyhodnocení vakuové zkoušky je díl označen bílou tečkou, rozsvítí se zelené světlo a operátorka vyjme díl ze zkoušky a vloží ho do spodního přípravku pro lisování. Dále uchopí štětec a tukem díl natře. Odloží štětec. Zleva uchopí pružinu a vloží ji také do spodního přípravku. Nyní bere operátorka nalisované velké a malé víko z držáku, kam jej odložila operátorka z předchozí operace a vkládá jej do horního přípravku lisu. Pomocí tlačítka zprovozní lis. Po nalisování sestavu vyjme, zkontroluje a založí kus do další operace, tedy do zkušebního stolu a odstartuje zkoušku stisknutím tlačítka.

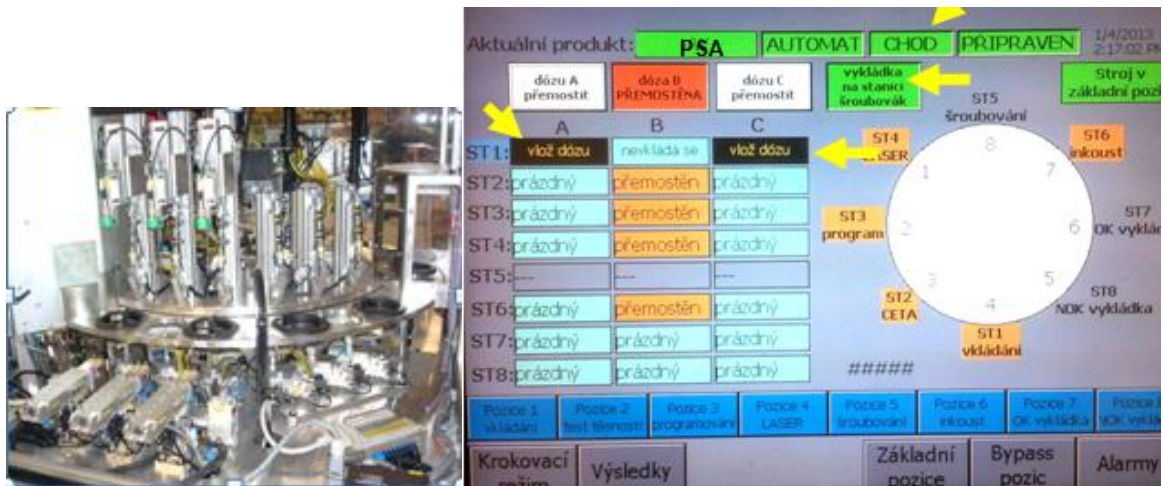
Tab. 8 MOST - Lisování dózy (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						Frekvence	TMU											
			OP	ŘP	N	J	A	B			G	M	X	I	O	S	T	A	B	P	I
	OP - obecné přemístění	OP																			
	ŘP - řízené přemístění	ŘP	ABG - Získat																		
	N - Použití nástroje	N																			
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J	ATK - Získat																		
1	odebrat díl z vak. zk a vložit do spod. přípravku lisu	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6																	
2	vzít pružinu a nasadit na membránu	OP	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3																	
3	vzít zalis. víko a vložit do hor. přípr.	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3																	
4	spustit lisování pomocí tlačítka	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 16 I 0																	
5	vzít štětec, namazat víko tukem a odložit	N	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	S 6	A 1 B 0 P 1															
6	odebrat sestavu z lisu, kontrola, odložit na další prac. (zkušební stůl)	N	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0	T 1	A 1 B 0 P 3															
7	zk. stůl odstartovat tlačítkem	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 0 X 0 I 0																	
Celková spotřeba času:						0,38		23,02		640											
						minut		sekund		TMU											

8. Zkušební stůl

Popis pracoviště

Zkušební stůl je automatické kontrolní pracoviště, kde dochází ke 100%-ní kontrole, programování a popisu. Po vložení dózy se stůl automaticky otáčí a prochází několika stanicemi kontroly. Shodné díly popíše laserem a pošle do další operace, tedy ke šroubování. Neshodné díly odloží na pás pro zmetky.

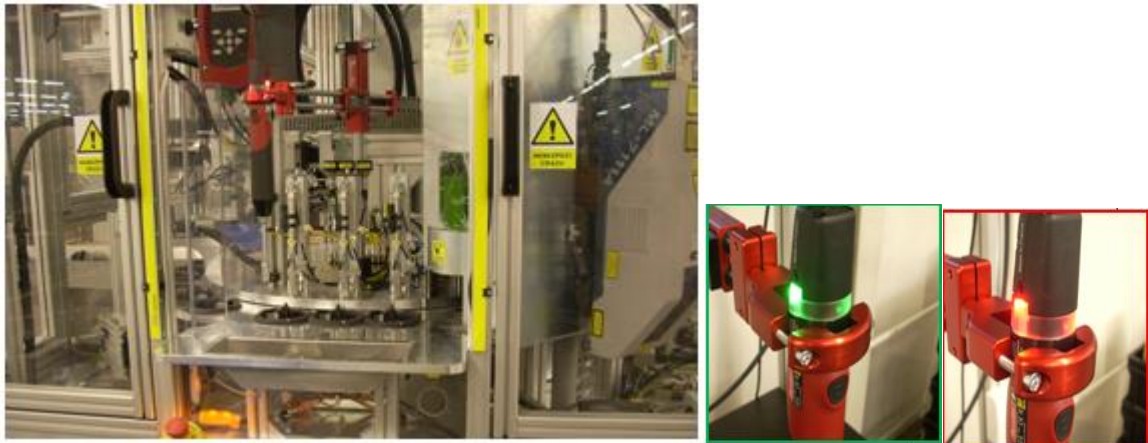


Obr. 29 Zkušební stůl (vlevo) a ukázka kontroly (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

9. Šroubování

Popis pracoviště

Šroubování je poslední stanicí zkušebního stolu, kde je provedena poslední operace výrobního procesu. Po automatickém přijetí dóz do této stanice, se otevře závora a pomocí automatického šroubováku je montáž dokončena. Pokud se během šroubování nesplní zadané parametry, rozsvítí se červené světlo. Na tuto dózu se nesmí vkládat komponenty a nesmí se vyjmout. Automaticky je označena jako zmetek a odložena do bedny pro zmetky.



Obr. 30 Šroubování matic (vlevo) a světelná signalizace (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

a) Šroubování I

Popis operace

Operátorka vezme zleva držák a nasadí na dózu. Dále uchopí tři matice, vloží vše na dózu a zašroubuje. Po správném našroubování se rozsvítí zelené světlo, dóza se uvolní, operátorka ji vyjme a odloží do bedny vpravo pro další operaci, tedy k balení.

Tab. 9 MOST – Šroubování I (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	OP	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			ABG - Získat			ABP - Položit		MXI - Přemístit/Spustit			
Použití rukou	ŘP - řízené přemístění	ŘP									
N - Použití nástroje	N - Jeřáb Č - Procesní čas	N	ATK - Získat			FVL - Položit		VPT - Položit stranou			
1	vzít držák a umístit na dózu	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
2	vzít tři matky a dát na dózu	OP	A 1 B 0 G 3	A 3 B 0 P 9				A 0	1	160	
3	zašroubovat matky (šroubovák automat)	N	A 1 B 0 G 1	A 3 B 0 P 3	F 18	A 1 B 0 P 1	A 0	1	280		
4	vzít dózu ze šroubováku a odložit k balení	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1	60		
Celková spotřeba času:				0,34		20,14		560			
				minut		sekund		TMU			

b) Šroubování II

Popis operace

Operátorka vezme zleva držák a krycí plech a nasadí na dózu. Dále uchopí dvě matky, umístí je na dózu a zašroubuje. Po správném našroubování se rozsvítí zelené světlo, dóza se uvolní, operátorka ji vyjme a odloží do bedny vpravo pro další operaci, tedy k balení.

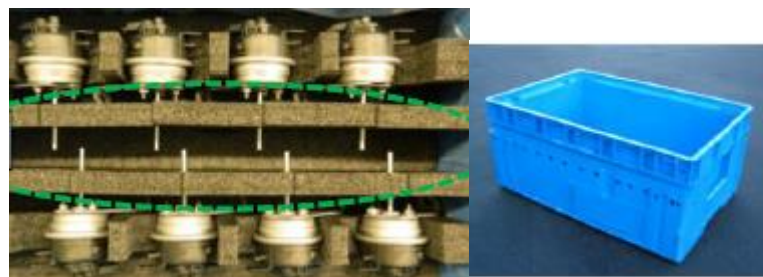
Tab. 10 MOST – Šroubování II (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit				
	OP - obecné přemístění	OP									
	ŘP - řízené přemístění	ŘP				MXI - Přemístit/Spustit					
	N - Použití nástroje	N				ABP - Položit					
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J	ATK - Získat			FVL - Položit			VPT - Položit stranou		
1	vzít krycí plech a nasadit na dózu	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
2	vzát držák a nasadit na dózu	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
3	vzít 2 matky a umístit na dózu	OP	A 1 B 0 G 1	A 2 B 0 P 6				A 0	1	100	
			1 1 1	1 1 1				1			
4	zašroubovat 2 matky	N	A 1 B 0 G 1	A 2 B 0 P 2	F 12	A 1 B 0 P 1		A 0	1	200	
			1 1 1	1 1 1	1	1 1 1		1			
5	vzít dózu ze šroubováku, odložit	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1				1			
Celková spotřeba času:					0,29	17,28				480	
					minut	sekund				TMU	

10. Balení

Popis operace

Hotové dózy se balí do bedny, která je vyložena PVC fólií a pěnovou proložkou, pro lepší upevnění dóz. Operátorka uchopí hotový kus, zkontroluje a vloží do balící bedny. Dózy musí vkládat do bedny správným směrem tak, aby byl vývod přesně ve výřezu v proložce (Obr. 25). Po vložení osmého kusu, vloží operátorka do bedny další pěnovou proložku. Po naplnění bedny, čili po šestnácti kusech, překryje dózy hranami PVC fólie a umístí bednu na paletu.



Obr. 31 Ukázka správného umístění dóz v proložce (vlevo) a balící bedna (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)

Na Lince X jsou také využívány komponenty, které jsou zkompletovány na pracovištích mimo ni. K lince jsou poté dopravovány pomocí dopravníku, kde dochází k jejich další montáži. Jedná se o pracoviště Ultrazvukového svařování a Lisování šroubů do desky. Popis těchto operací je uveden v řádcích níže pouze pro doplnění celého výrobního procesu. Vzhledem k tomu, že tato pracoviště nejsou součástí linky X, nebudou v projektu zahrnuty.

Ultrazvukové svařování

Popis operace

Operátorka odebere velké víko a vloží jej správně orientované do spodního přípravku stroje. Dále vezme vodící pouzdro (druh B) a vloží ho do středového otvoru ve víku. Vše bere zleva. Pomocí dvouručního ovládání spustí svařování. Po svaření díl vyjme, zkontroluje a odloží do přepravky. Takto zkompletovaný díl poté vstupuje na linku v operaci č. 1 Svařování II.



Obr. 32 Ultrazvukové svařování (zdroj: interní materiály společnosti)

Lisování šroubů do desky

Popis operace

Operátorka zprava uchopí desku a správně orientovanou ji nasadí do spodního přípravku lisu. Pomocí nožní šlapky se automaticky přivede šroub ze zásobníku do horního přípravku a následně se automaticky zalisuje do konečné polohy v desce. Po nalisování desku se šroubem vyjme a vloží do přípravku pro lisování druhého šroubu. Opět pomocí nožní šlapky zalisuje i druhý šroub. Taktéž se případně zalisuje i třetí šroub (záleží na typu

výrobku). Po dokončení lisování všech šroubů, vyjme desku z lisu, zkontroluje a odloží do přepravky. Tento díl poté vstupuje na linku v operaci č. 5. Lisování dózy.



Obr. 33 Lisovací stroj (vpravo) a montážní sestava (vlevo) (zdroj: interní materiály společnosti)

5.1.2.1 Rozdělení činností mezi operátorky

1. Operátorka
 - Nýtování
2. Operátorka
 - Lisování magnetu a kulového pouzdra
3. Operátorka
 - Lisování spodního dílu
4. Operátorka
 - Lisování horního dílu I a II
5. Operátorka
 - Lisování dózy
6. Operátorka
 - Šroubování

5.2 Vizualizace a standardizace na pracovištích

Na každém z pracovišť jsou ve složkách vyvěšeny pracovní postupy obsahující název výrobního zařízení, skladbu montážní sestavy doplněnou o fotodokumentaci a listiny pro zaznamenávání kontrol. Součástí každé složky je také směnový protokol a dokument jak postupovat při poruše stroje. Ne všechny složky, ale obsahují vyjmenované dokumenty. Nejčastější odchylkou je chybějící směnový protokol, který má za úkol každá pracovnice po skončení své směny vyplnit a doplnit do složky nový protokol pro další směnu. Pracovnice by tedy měly brát tento úkol v potaz a nezapomínat na jeho plnění.

Pro každé pracoviště je předepsán standard pro čištění a údržbu. Činnosti, které mají za úkol operátorky, jsou rozděleny na týdenní (např. mechanické čištění) a měsíční (např. utírání prachu), jiné provádí seřizovač. Pracovníci vesměs dodržují daný standard, ale často se stává, že chybí záznam o provedeném úklidu pracoviště, a zaměstnanci tak ztrácí přehled, kdo a kdy vlastně čištění a údržbu provedl. Opět by jak pracovnice, tak seřizovači neměli na tuto činnost zapomínat.

Na podloze jsou vyznačeny dopravní cesty, nebezpečné zóny a plochy, které musí zůstat volné. Ovšem zcela chybí vyznačení následujících oblastí:

- Oblast pro zásobování materiálem
- Oblast pro rozpracovanou výrobu a hotové díly
- Oblast pro obalový materiál
- Označení pro hotové díly, určené k expedici
- Oblast pro neshodné díly a odpad

Bedny a vozíky vyskytující se na pracovištích jsou neuspořádané a často je jich zde více, než je potřeba. Vzhledem k tomu, že nejsou určeny standardy pro jejich umístění, odloží je pracovníci právě tam, kde je volné místo.



Obr. 34 Nepotřebné množství beden (vlevo), neuspořádané vozíky (vpravo nahoře), nepotřebné a neoznačené vozíky (vpravo dole) (zdroj: vlastní zpracování)

6 SOUHRN ANALYTICKÉ ČÁSTI

Společnost WOCO STV s.r.o. se potýká s problémy výroby na lince X, která je v současné době nevytížená, vznikají zde prostoje, a tak dochází k plýtvání.

Při analýze současného stavu bylo zjištěno, že linka X není vybalancovaná (viz. tabulka č. 11). Dále byly zjištěny nedostatky v oblasti vizualizace a 5S v rámci značení podlahy na pracovištích. Největším problémem jsou chybějící standardy umístění (zásobování, rozpracované výroby, hotových výrobků, výrobků určených k expedici, obalový materiál). Vzhledem k absenci některých prvků štíhlé výroby, nelze pak pracoviště označovat za štíhlé.

Výše zmíněné nedostatky byly na základě analýzy prokázány a budou dále řešeny v projektové části práce. Jako vhodného nástroje průmyslového inženýrství, pro odstranění zjištěných nedostatků, bude v projektové části využito metody MOST, balancování, zavedení 5S, tvorba nového štíhlého layoutu, a analýza variant výroby a jejich efektivity a nákladovosti pro oba výrobky.

Tab. 11 Souhrn operací a jejich časy (zdroj: vlastní zpracování)

Montáž dózy		
operace	časy operací (s/ks)	strojní časy (s/ks)
Svařování	nepravidelná činnost	10
Zalévání	nepravidelná činnost	10
Nýtování	16,91	6,3
Lisování magnetu	23,74	4
Lisování šroubů do desky	mimo výrobní linku	11,88/7,92
Lisování spodního dílu	20,5	2,3
Lisování horního dílu I/II	17,27/12,96	5
Lisování dózy	23,02	7
Zkušební stůl	automatické pracoviště	20
Šroubování I/II	20,14/17,28	6,48/4,32
Balení	nepravidelná činnost	0
Ultrazvukové svařování	mimo výrobní linku	10

V tabulce je uveden přehled všech operací, jež tvoří výrobu. Jak již bylo zmíněno výše (kapitola 5.1.1. Základní popis výroby a uspořádání pracovišť), ne všechny operace jsou součástí linky X a ne všechny operace jsou pravidelné. Operace, které na lince pravidelně probíhají, a budou tedy součástí projektu, jsou vyznačeny zeleně. Strojní časy operací jsou

zahrnutý v časech operací, neboť operátorky na stroje čekají. Výjimkou je operace Nýtování, kde operátorka vzhledem ke čtyřem základním pozicím stroje nečeká.

K analýze současného stavu byla použita metoda MOST, analýza vybraných pracovišť, vizuální management a standardizace, 5S a konzultace se zúčastněnými osobami.

7 VYMEZENÍ PROJEKTU

7.1 Název projektu

- Projekt zefektivnění vybraných pracovišť ve společnosti WOCO STV s.r.o.

7.2 Zadavatel projektu

- Milan Rusnok - PI/lean technik ve společnosti WOCO STV s.r.o.

7.3 Vlastník projektu

- Ing. Josef Rejman - technický ředitel společnosti WOCO STV s.r.o.

7.4 Vedení projektu

- Milan Rusnok - PI/lean technik ve společnosti WOCO STV s.r.o.
- Ing. Jaroslav Šimčík - projektový technolog ve společnosti WOCO STV s.r.o.
- Ing. Dobroslav Němec - vedoucí diplomové práce, pracovník FaMe UTB ve Zlíně
- Bc. Kateřina Schenková – stážistka, studentka FaMe UTB ve Zlíně

7.5 Období trvání projektu

- 1.1. 2014 - 20.4.2014

7.6 Cíle projektu

- Hlavní cíl: snížení provozních nákladů společnosti WOCO STV s.r.o.
- Dílčí cíle: vybalancování linky, snížení průběžné doby výroby, návrh nového štíhlého layoutu, zavedení 5S

7.7 Zadání projektu

Požadavkem společnosti je pomocí studia metod a měření práce, konkrétně pomocí metody MOST, naměřit časy jednotlivých operací na každém z vybraných pracovišť a zjistit průběžnou dobu výroby a takt time při různém obsazení linky, tj. pro 1-6 pracovníků (v analýze současného stavu bylo zjištěno, že výroba na lince je rozložena mezi 6 pracovníků, což je zároveň plná kapacita). Ze zjištěných údajů poté linku pro oba výrobky vybalancovat vhodným rozložením pracovních činností a navrhnout několik variant řešení výroby pro různý počet pracovníků na lince X. U každé z navrhovaných

variant poté provést analýzu nákladovosti, a zjistit tak která z variant je pro společnost nejefektivnější nebo nejrychlejší.

Logický rámec projektu včetně časového harmonogramu a analýzu rizik příkládám v příloze č. 1. a č. 2.

Vzhledem k tomu, že projekt vznikl na základě požadavku společnosti WOCO STV s.r.o., nejsou k jeho realizaci ze strany společnosti stanovena žádná finanční či jiná omezení.

7.8 Zpracování projektu

Na základě konzultací s vedením projektu, byly pro oba výrobky navrženy tyto varianty:

Varianta č. 1 – současný layout a současné rozložení pracovních sil

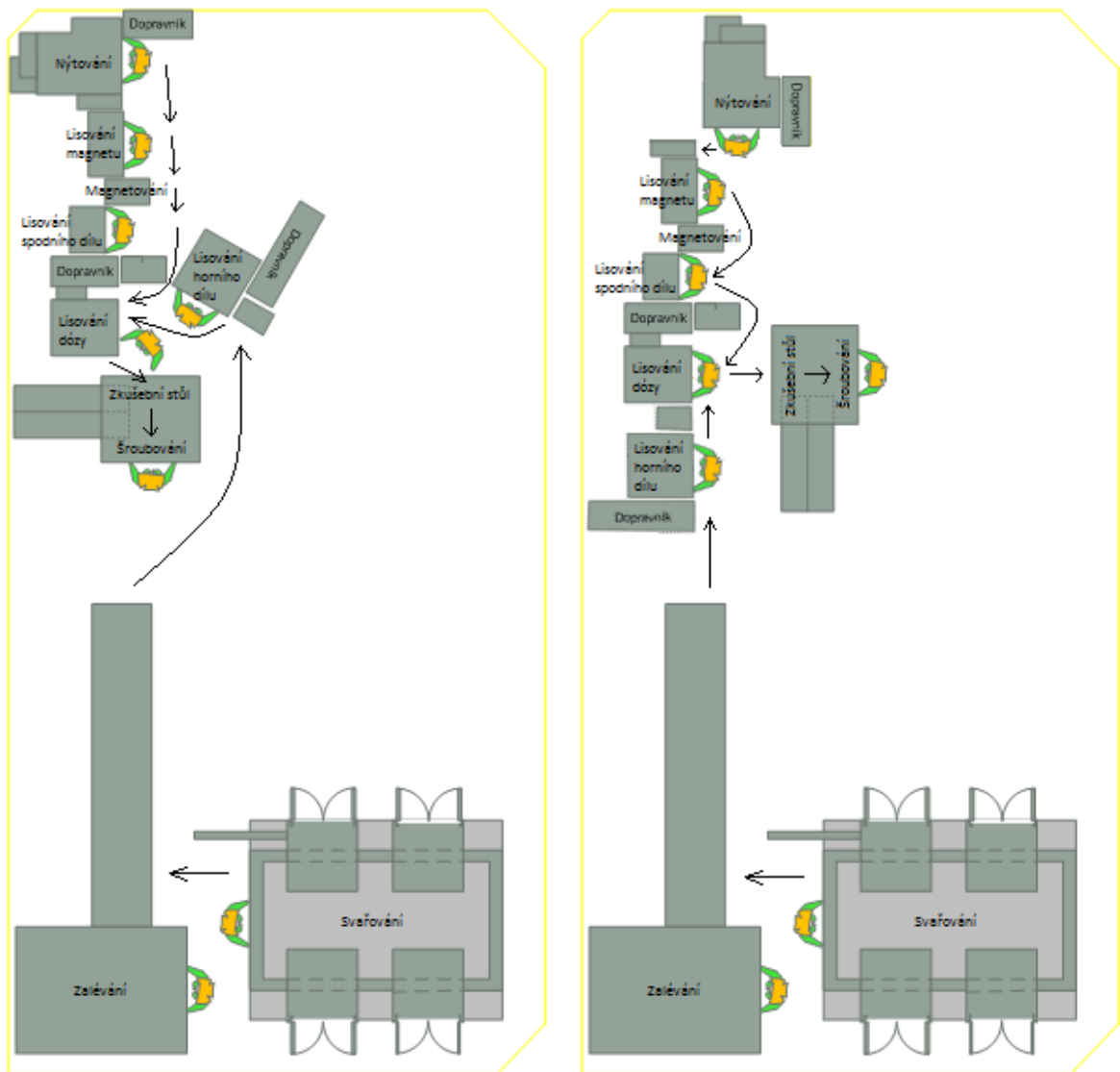
Varianta č. 2 – nový layout a současné rozložení pracovních sil

Varianta č. 3 – nový layout a nové rozložení pracovních sil

Varianta č. 4 – současný layout a nové rozložení pracovních sil

V tabulkách u každé z variant je znázorněno rozložení operací linky X mezi 1-6 pracovníků a jejich časy. Při slučování operací pro méně než šest pracovníků, je brán zřetel na vzdálenosti mezi pracovišti a časy vykonávaných operací tak, aby součet celkového času včetně přechodů mezi obsluhovanými pracovišti každého operátora byl co možná nejnižší. Přechody mezi pracovišti jsou měřeny rovněž pomocí metody MOST.

Nový layout je navržen tak, aby se zkrátily vzdálenosti mezi některými pracovišti, tím se snížily přechody mezi nimi, a tím pádem se rovněž snížila průběžná doby výroby. Jedná se o pilotní návrh layoutu, jehož proveditelnost byla zkonzultována s projektovým technologem linky X. Vzhledem k tomu, že při návrhu nového layoutu nedošlo k zásadním změnám, kdy by bylo potřeba např. rozšířit prostory pro rozestavení linky X, byly náklady na nový layout vyhodnoceny jako zanedbatelné. Ve variantě č. 3 a č. 4 je provedeno nové rozložení pracovních činností operátorek tak, aby byla linka vybalancovaná, časy operací se lišily co nejméně, a nevznikaly tak prostoje mezi jednotlivými pracovišti. Současný layout a návrh nového layoutu je znázorněn v obrázku č. 35.



Obr. 35 Současný layout (vlevo) a návrh nového layoutu (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti (vlevo) a vlastní zpracování (vpravo))

Na obrázku č. 35 lze vidět srovnání současného layoutu a návrh nového layoutu linky X. V obrázku (vpravo) došlo k přesunu pracoviště Lisování horního dílu, Zkušebního stolu a Šroubování a pracoviště Nýtování.

Ke každé variantě je dále provedena analýza efektivnosti a nákladovosti výroby. Do tabulky č. 14, 18, 23, 30, 35, 39, 45 a 51 se zapíše spotřebovaný čas na výrobu jednoho kusu výrobku (průběžná doba výroby, pod zkratkou PDV) a takt time (TT) pro každého ze šesti pracovníků. Z uvedených hodnot zjistíme:

- $Počet\ vyrobených\ ks/hod = 3600/TT$
- $Počet\ vyrobených\ ks/hod\ na\ 1\ pracovníka = \frac{počet\ vyrobených\ ks/hod}{počet\ pracovníků}$

Do tabulky č. 15, 19, 24, 31, 36, 40, 46 a 52 zadáme roční objem zakázek a zpočítáme kolik hodin je třeba k výrobě těchto zakázek. Jmenovatel násobíme 1,4 = 140%. Připočítáváme rezervu 40% (5% chyby v náměrech, 15% změna zákaznického požadavku, 20% možné poruchy)

- $Počet\ hodin\ za\ které\ bude\ zakázka\ vyrobena = \frac{TT * velikost\ zakázky\ v\ daném\ roce}{3600 * 1,4}$

V tabulce č. 37, 41, 47 a 53 uvedeme počet hodin za které bude zakázka vyrobena z výpočtu v tabulce č. 14, 18, 23, 30, 35, 39, 45 a 51 počítáme:

- $Počet\ směn\ potřebných\ k\ výrobě\ zakázky = \frac{počet\ hodin\ potřebných\ k\ výrobě\ zakázky}{\frac{směna}{hod}}$

Uvažujeme, že směna je dlouhá 7,5 h. Čistý využitelný čas po odečtení přestávek je však 7,25 h, čili do vzorce dosadíme tuto hodnotu.

- $Počet\ měsíců\ potřebných\ k\ výrobě\ zak. při\ 3\ směnách = \frac{počet\ směn\ potřebných\ k\ výrobě\ zakázky}{\frac{směny}{měsíc}}$

Při třísměnném provozu uvažujeme s počtem 63 směn v měsíci. (3x21 = 63)

- $Počet\ měsíčních\ mezd\ na\ 1\ pracovníka = \frac{počet\ směn\ potřebných\ k\ výrobě\ zakázky}{\frac{počet\ směn\ na\ pracovníka}{měsíc}}$

Na 1 pracovníka uvažujeme s počtem 21 směn v měsíci (součet počtu prac. dnů v každém měsíci/počet měsíců v roce)

- *Mzdové náklady na výrobu zakázky* = počet měsíčních mezd na 1 pracovníka × počet pracovníků × měsíční mzda na 1 pracovníka

Mzdové náklady na 1 pracovníka činí 950 EUR/měsíc.

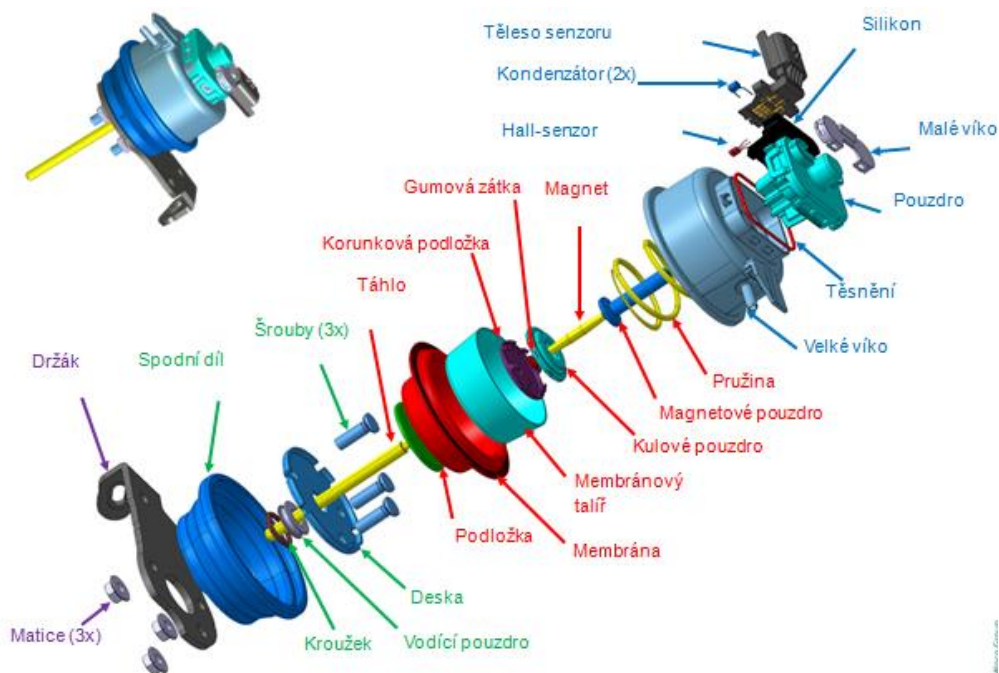
Z uvedených výpočtů lze vysledovat, která z variant a při jakém obsazení linky je výroba nejefektivnější nebo nejrychlejší, náklady a čas potřebný na výrobu zakázky. Na základě těchto výsledků bude provedeno vyhodnocení každé varianty, aby si společnost mohla naplánovat výrobu podle svých potřeb, resp. podle požadavku zákazníka při maximální efektivitě.

8 VÝROBEK Č. 1

V tabulce č. 12 jsou uvedeny operace linky X, kterými výrobek prochází a jejich časy. Na obrázku č. 35 je znázorněn detail výrobku a všechny jeho komponenty. Rozdíl oproti výrobku č. 2 je v počtu matic, šroubů a krycím plechu, který u výrobku č. 1 chybí. Další odlišnost je v absenci těsnění u výrobku č. 2.

Tab. 12 Souhrn operací výrobku č. 1 a jejich časy (zdroj: vlastní zpracování)

Výrobek č. 1		
operace	čas operace s/ks	strojní čas s/ks
Nýtování	16,91	6,3
Lisování magnetu	23,74	4
Lisování spodního dílu	20,5	2,3
Lisování horního dílu I	17,27	5
Lisování dózy	23,02	7
Šroubování I	20,14	6,48



Obr. 36 Rozklad výrobku č. 1 (zdroj: interní materiály společnosti)

8.1 Varianta 1

Tab. 13 Současný layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)	2 pracovníci	čas (s)	3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	16,91	Nýtování	16,91	Nýtování	16,91
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	2,16
Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	2,16
Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 1. operátor	44,97
přechod	3,6	přechod	3,6	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	17,27	Celkem 1. operátor	69,07	přechod	5,76
přechod	1,08	Lisování horního dílu	17,27	Lisování dózy	23,02
Lisování dózy	23,02	přechod	1,08	přechod	5,76
přechod	3,6	Lisování dózy	23,02	Celkem 2. operátor	55,04
Šroubování	20,14	přechod	3,6	Lisování horního dílu	17,27
přechod	11,52	Šroubování	20,14	přechod	3,6
Celkem 1. operátor	145,7	přechod	3,6	Šroubování	20,14
		Celkem 2. operátor	68,71	přechod	3,6
				Celkem 3. operátor	44,61
		PDV	137,78	PDV	144,62
PDV	145,7				

4 pracovníci	čas (s)	5 pracovníků	čas (s)	6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	16,91	Nýtování	16,91	Nýtování	16,91
přechod	2,16	přechod	2,16	Celkem 1. operátor	16,91
Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16	přechod	2,16	Celkem 2. operátor	23,74
Celkem 1. operátor	44,97	Celkem 1. operátor	44,97	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	17,27	Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 3. operátor	20,5
přechod	1,08	Celkem 2. operátor	20,5	Lisování horního dílu	17,27
Lisování dózy	23,02	Lisování horního dílu	17,27	Celkem 4. operátor	17,27
přechod	1,08	Celkem 3. operátor	17,27	Lisování dózy	23,02
Celkem 2. operátor	42,45	Lisování dózy	23,02	Celkem 5. operátor	23,02
Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 4. operátor	23,02	Šroubování	20,14
Celkem 3. operátor	20,5	Šroubování	20,14	Celkem 6. operátor	20,14
Šroubování	20,14	Celkem 5. operátor	20,14		
Celkem 4. operátor	20,14				
		PDV	125,9	PDV	121,58
PDV	128,06				

Varianta č. 1 vychází ze současného layoutu a současného rozložení pracovních činností na lince, tedy uvažuje se šesti pracovníky. Pokud tedy porovnáváme průběžnou dobu výroby jednoho kusu výrobku, lze vidět, že nejméně času, tj 121,58 s spotřebuje 6 operátorů při $TT = 23,74$ s. Naopak nejvíce času vyžaduje výroba při obsazení linky 1 operátorem, který musí přecházet mezi všemi pracovišti, a to 145,7 s při $TT = 145,7$ s.

Tab. 14 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 1						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku - PDV (s)	145,7	137,8	144,62	128,1	125,9	121,58
Takt time (s)	145,7	69,07	55,04	44,97	44,97	23,74
Počet vyrobených kusů/hod.	24,71	52,12	65,41	80,05	80,05	151,64
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	24,71	26,06	21,80	20,01	16,01	25,27

Z výpočtů v tabulce č. 14 lze vidět, že nejefektivnější je výroba při obsluze linky dvěma pracovníky, kdy každý z nich je schopen vyrobit 26,06 ks/hod.

Tab. 15 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	385 000	21 814,53	10 341,31	8 240,71	6 733,01	6 733,01	3 554,41
2016	375 000	21 247,92	10 072,71	8 026,67	6 558,13	6 558,13	3 462,08
2017	315 000	17 848,25	8 461,08	6 742,40	5 508,83	5 508,83	2 908,15
2018	140 000	7 932,56	3 760,48	2 996,62	2 448,37	2 448,37	1 292,51

Tab. 16 Výpočet nákladů k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 385 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	21 814,53	10 341,31	8 240,71	6 733,01	6 733,01	3 554,41
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	3 008,90	1 426,39	1 136,65	928,69	928,69	490,26
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	47,76	22,64	18,04	14,74	14,74	7,78
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	143,28	67,92	54,13	44,22	44,22	23,35
Mzdové náklady na výrobu zakázky	136 117 €	129 054 €	154 260 €	168 049 €	210 061 €	133 071 €	
Rok 2016	Zakázky (ks) 375 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	21 247,92	10 072,71	8 026,67	6 558,13	6 558,13	3 462,08
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 930,75	1 389,34	1 107,13	904,57	904,57	477,53
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	46,52	22,05	17,57	14,36	14,36	7,58
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	139,56	66,16	52,72	43,07	43,07	22,74
Mzdové náklady na výrobu zakázky	132 581 €	125 702 €	150 253 €	163 684 €	204 605 €	129 615 €	
Rok 2017	Zakázky (ks) 315 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	17 848,25	8 461,08	6 742,40	5 508,83	5 508,83	2 908,15
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 461,83	1 167,04	929,99	759,84	759,84	401,12
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	39,08	18,52	14,76	12,06	12,06	6,37
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	117,23	55,57	44,29	36,18	36,18	19,10
Mzdové náklady na výrobu zakázky	111 368 €	105 590 €	126 212 €	137 494 €	171 868 €	108 877 €	
Rok 2018	Zakázky (ks) 140 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	7 932,56	3 760,48	2 996,62	2 448,37	2 448,37	1 292,51
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 094,15	518,69	413,33	337,71	337,71	178,28
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	17,37	8,23	6,56	5,36	5,36	2,83
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	52,10	24,70	19,68	16,08	16,08	8,49
Mzdové náklady na výrobu zakázky	49 497 €	46 929 €	56 094 €	61 109 €	76 386 €	48 390 €	

Výpočty v tabulce č. 16 dokazují, že nejlevnější je výroba při obsazení linky dvěma pracovníky. Nejdražší potom při práci pěti pracovníků.

8.2 Varianta 2

Tab. 17 Nový layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)
Nýtování	16,91
přechod	1,08
Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16
Lisování spodního dílu	20,5
přechod	3,6
Lisování horního dílu	17,27
přechod	2,16
Lisování dózy	23,02
přechod	2,16
Šroubování	20,14
přechod	5,76
Celkem 1. operátor	138,5
PDV	138,5

2 pracovníci	čas (s)
Nýtování	16,91
přechod	1,08
Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16
Lisování spodního dílu	20,5
přechod	3,6
Celkem 1. operátor	67,99
Lisování horního dílu	17,27
přechod	2,16
Lisování dózy	23,02
přechod	2,16
Šroubování	20,14
přechod	3,6
Celkem 2. operátor	68,35
PDV	136,34

3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	16,91
přechod	1,08
Lisování magnetu	23,74
přechod	1,08
Celkem 1. operátor	42,81
Lisování spodního dílu	20,5
přechod	3,6
Šroubování	20,14
přechod	3,6
Celkem 2. operátor	47,84
Lisování horního dílu	17,27
přechod	2,16
Lisování dózy	23,02
přechod	2,15
Celkem 3. operátor	44,6
PDV	135,25

4 pracovníci	čas (s)
Nýtování	16,91
přechod	5,76
Šroubování	20,14
přechod	5,76
Celkem 1. operátor	48,57
Lisování magnetu	23,74
Celkem 2. operátor	23,74
Lisování spodního dílu	20,5
Celkem 3. operátor	20,5
Lisování horního dílu	17,27
přechod	2,16
Lisování dózy	23,02
přechod	2,16
Celkem 4. operátor	44,61
PDV	137,42

5 pracovníků	čas (s)
Nýtování	16,91
přechod	5,76
Šroubování	20,14
přechod	5,76
Celkem 1. operátor	48,57
Lisování magnetu	23,74
Celkem 2. operátor	23,74
Lisování spodního dílu	20,5
Celkem 3. operátor	20,5
Lisování horního dílu	17,27
Celkem 4. operátor	17,27
Lisování dózy	23,02
Celkem 5. operátor	23,02
PDV	133,1

6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	16,91
Celkem 1. operátor	16,91
Lisování magnetu	23,74
Celkem 2. operátor	23,74
Lisování spodního dílu	20,5
Celkem 3. operátor	20,5
Lisování horního dílu	17,27
Celkem 4. operátor	17,27
Lisování dózy	23,02
Celkem 5. operátor	23,02
Šroubování	20,14
Celkem 6. operátor	20,14
PDV	121,58

Varianta č. 2 vzniká na základě nově navrženého layoutu při současném rozložení pracovních činností. V tabulce lze vidět, že nejnižší PDV je stejně jako ve variantě č. 1 při rozložení pracovních sil mezi 6 pracovníků, a to 121,58 s při TT = 23,74. Největší změnu lze pozorovat při práci 1 pracovníka, kde se snížila PDV z původních 145,7 s ve variantě č. 1 na 138,5 s.

Tab. 18 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 2						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku - PDV (s)	138,48	136,34	135,25	137,42	133,1	121,58
Takt time (s)	138,48	68,35	47,84	48,57	48,57	23,74
Počet vyrobených kusů/hod.	26,00	52,67	75,25	74,12	74,12	151,64
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	26,00	26,34	25,08	18,53	14,82	25,27

Z výpočtů v tabulce č. 18 lze vyčíst, že nejefektivnější je výroba při obsluze linky dvěma pracovníky, přičemž každý z nich je schopen vyrobit 26,34 ks/hod.

Tab. 19 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	385 000	20 733,53	10 233,51	7 162,71	7 272,01	7 272,01	3 554,41
2016	375 000	20 195,00	9 967,71	6 976,67	7 083,13	7 083,13	3 462,08
2017	315 000	16 963,80	8 372,88	5 860,40	5 949,83	5 949,83	2 908,15
2018	140 000	7 539,47	3 721,28	2 604,62	2 644,37	2 644,37	1 292,51

Tab. 20 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 385 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	20 733,53	10 233,51	7 162,71	7 272,01	7 272,01	3 554,41
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 859,80	1 411,52	987,96	1 003,04	1 003,04	490,26
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	45,39	22,41	15,68	15,92	15,92	7,78
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	136,18	67,22	47,05	47,76	47,76	23,35
Mzdové náklady na výrobu zakázky	129 372 €	127 709 €	134 080 €	181 502 €	226 877 €	133 071 €	
Rok 2016	Zakázky (ks) 375 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	20 195,00	9 967,71	6 976,67	7 083,13	7 083,13	3 462,08
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 785,52	1 374,86	962,30	976,98	976,98	477,53
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	44,21	21,82	15,27	15,51	15,51	7,58
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	132,64	65,47	45,82	46,52	46,52	22,74
Mzdové náklady na výrobu zakázky	126 011 €	124 392 €	130 598 €	176 787 €	220 984 €	129 615 €	
Rok 2017	Zakázky (ks) 315 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	16 963,80	8 372,88	5 860,40	5 949,83	5 949,83	2 908,15
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 339,83	1 154,88	808,33	820,67	820,67	401,12
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	37,14	18,33	12,83	13,03	13,03	6,37
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	111,42	54,99	38,49	39,08	39,08	19,10
Mzdové náklady na výrobu zakázky	105 850 €	104 489 €	109 702 €	148 501 €	185 627 €	108 877 €	
Rok 2018	Zakázky (ks) 140 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	7 539,47	3 721,28	2 604,62	2 644,37	2 644,37	1 292,51
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 039,93	513,28	359,26	364,74	364,74	178,28
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	16,51	8,15	5,70	5,79	5,79	2,83
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	49,52	24,44	17,11	17,37	17,37	8,49
Mzdové náklady na výrobu zakázky	47 044 €	46 440 €	48 756 €	66 001 €	82 501 €	48 390 €	

Výpočty v tabulce č. 20 potvrzují, že nejlevnější je výroba při obsazení linky dvěma pracovníky. Nejdražší potom při práci pěti pracovníků.

8.3 Varianta 3

Tab. 21 Nový layout a nové rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)	2 pracovníci	čas (s)	3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	21,23	Nýtování	21,23	Nýtování	21,23
přechod	1,08	přechod	1,08	přechod	1,08
Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	1,08
Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 1. operátor	44,97
přechod	3,6	přechod	3,6	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	17,27	Celkem 1. operátor	70,15	přechod	3,6
přechod	2,16	Lisování horního dílu	17,27	Šroubování	20,14
Lisování dózy	23,02	přechod	2,16	přechod	3,6
přechod	2,16	Lisování dózy	23,02	Celkem 2. operátor	47,84
Šroubování	20,14	přechod	2,16	Lisování horního dílu	17,27
přechod	5,76	Šroubování	20,14	přechod	2,16
Celkem 1. operátor	140,66	přechod	3,6	Lisování dózy	23,02
		Celkem 2. operátor	68,35	přechod	2,15
				Celkem 3. operátor	44,6
PDV	140,66	PDV	138,5	PDV	137,41

4 pracovníci	čas (s)	5 pracovníků	čas (s)	6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	21,23	Nýtování	21,23	Nýtování	21,23
přechod	5,76	přechod	5,76	Celkem 1. operátor	21,23
Šroubování	20,14	Šroubování	20,14	Lisování magnetu	21,58
přechod	5,76	přechod	5,76	Celkem 2. operátor	21,58
Celkem 1. operátor	52,89	Celkem 1. operátor	52,89	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58	Celkem 3. operátor	20,5
Celkem 2. operátor	21,58	Celkem 2. operátor	21,58	Lisování horního dílu	17,27
Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 4. operátor	17,27
Celkem 3. operátor	20,5	Celkem 3. operátor	20,5	Lisování dózy	23,02
Lisování horního dílu	17,27	Lisování horního dílu	17,27	Celkem 5. operátor	23,02
přechod	2,16	Celkem 4. operátor	17,27	Šroubování	20,14
Lisování dózy	23,02	Lisování dózy	23,02	Celkem 6. operátor	20,14
přechod	2,16	Celkem 5. operátor	23,02		
Celkem 4. operátor	44,61				
PDV	139,58	PDV	135,26	PDV	123,74

Varianta č. 3 je opět vytvořena dle nového návrhu layoutu a dochází zde také k novému rozložení pracovních činností tak, aby byla linka vybalancovaná a časy operací se lišily co možná nejméně. V této variantě došlo ke spojení části montáže z pracoviště Lisování magnetu, kde byl čas operace nejdelší, k pracovišti Nýtování, kde byl čas operace naopak nejnižší. Z původního času operace Nýtování 16,91 s, se čas přidáním části montáže zvýšil na 21,23 s a na pracovišti Lisování magnetu došlo ke snížení času z původních 23,74

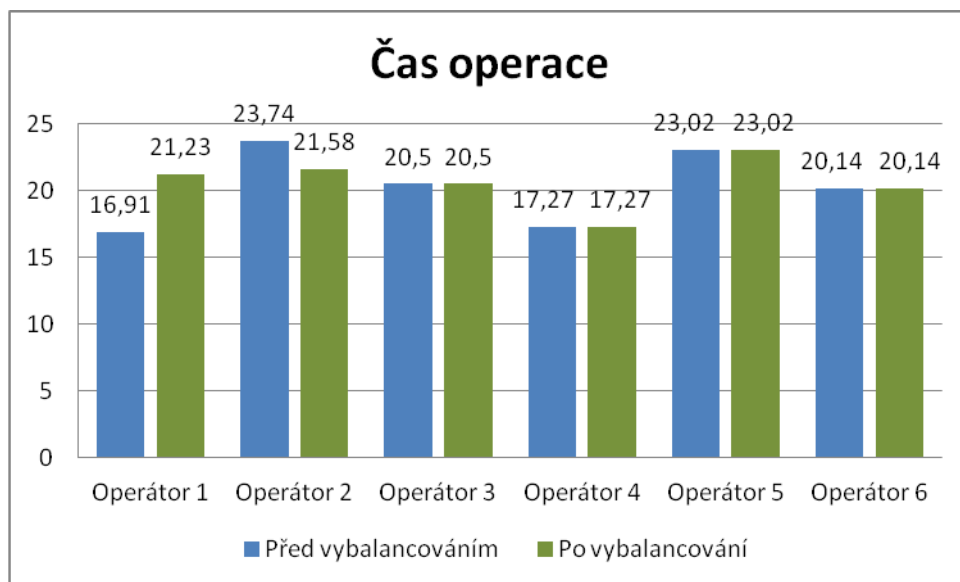
s na 21,58. PDV se oproti variantě č. 2 mírně zvýšila, ale došlo ke snížení taktu času linky při obsazení 6 pracovníky z 23,74 s na 21,58 s. Podrobná změna, která zde proběhla, je znázorněna v tabulce níže.

Tab. 22 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit				
	OP - obecné přemístění	OP									
	ŘP - řízené přemístění	ŘP					MXI - Přemístít/Spustit				
	N - Použití nástroje	N					ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou		
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J		ATK - Získat			FVL - Položit		VPT - Položit stranou		
1	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0					A 3	1	30
			1 1 1	1 1 1					1		
2	vzít magnetové pouzdro a vložit do pravého přípravku lisu	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3					A 0	1	60
			1 1 1	1 1 1					1		
3	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0					A 3	1	30
			1 1 1	1 1 1					1		
Celková spotřeba času:							0,07	4,32			120
							minut	sekund			TMU

V tabulce lze vidět čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů, která byla přidána operátorce na pracoviště Nýtování. Samotná část montáže bez přechodů trvá 60 TMU = 2,16 s, které odečteme z času operace Lisování magnetu. Celkový čas části montáže včetně přechodů, tedy 4,32 s poté přičteme k Nýtování.

Graf č. 1 znázorňuje časy operací před vybalancováním a po vybalancování a takt time linky, který se z 23,74 s snížil na 23,02 s.



Graf 1 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 23 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 3						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku - PDV (s)	140,64	138,5	137,41	139,58	135,26	123,74
Takt time (s)	140,64	70,15	47,84	52,89	52,89	23,02
Počet vyrobených kusů/hod.	25,60	51,32	75,25	68,07	68,07	156,39
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	25,60	25,66	25,08	17,02	13,61	26,06

Výpočty v tabulce č. 23 zobrazují, že nejefektivnější je výroba při obsluze linky šesti pracovníky, přičemž každý z nich je schopen vyrobit 26,06 ks/hod.

Tab. 24 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	385 000	21 056,93	10 503,01	7 162,71	7 918,81	7 918,81	3 446,61
2016	375 000	20 510,00	10 230,21	6 976,67	7 713,13	7 713,13	3 357,08
2017	315 000	17 228,40	8 593,38	5 860,40	6 479,03	6 479,03	2 819,95
2018	140 000	7 657,07	3 819,28	2 604,62	2 879,57	2 879,57	1 253,31

Tab. 25 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 385 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	21 056,93	10 503,01	7 162,71	7 918,81	7 918,81	3 446,61
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 904,40	1 448,69	987,96	1 092,25	1 092,25	475,39
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	46,10	23,00	15,68	17,34	17,34	7,55
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	138,30	68,99	47,05	52,01	52,01	22,64
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	131 390 €	131 072 €	134 080 €	197 645 €	247 056 €	129 035 €
Rok 2016	Zakázky (ks) 375 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	20 510,00	10 230,21	6 976,67	7 713,13	7 713,13	3 357,08
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 828,97	1 411,06	962,30	1 063,88	1 063,88	463,05
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	44,90	22,40	15,27	16,89	16,89	7,35
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	134,71	67,19	45,82	50,66	50,66	22,05
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	127 977 €	127 668 €	130 598 €	192 511 €	240 639 €	125 684 €
Rok 2017	Zakázky (ks) 315 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	17 228,40	8 593,38	5 860,40	6 479,03	6 479,03	2 819,95
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 376,33	1 185,29	808,33	893,66	893,66	388,96
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	37,72	18,81	12,83	14,19	14,19	6,17
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	113,16	56,44	38,49	42,56	42,56	18,52
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	107 501 €	107 241 €	109 702 €	161 710 €	202 137 €	105 574 €
Rok 2018	Zakázky (ks) 140 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	7 657,07	3 819,28	2 604,62	2 879,57	2 879,57	1 253,31
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 056,15	526,80	359,26	397,18	397,18	172,87
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	16,76	8,36	5,70	6,30	6,30	2,74
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	50,29	25,09	17,11	18,91	18,91	8,23
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	47 778 €	47 663 €	48 756 €	71 871 €	89 839 €	46 922 €

Výpočty v tabulce č. 25 dokazují, že nejlevnější je výroba při obsazení linky šesti pracovníky. Nejdražší potom při práci pěti pracovníků.

8.4 Varianta 4

Tab. 26 Současný layout a nové rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)	2 pracovníci	čas (s)	3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	23,39	Nýtování	23,39	Nýtování	23,39
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	2,16
Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	2,16
Lisování spodního dílu	21,94	Lisování spodního dílu	21,94	Celkem 1. operátor	49,29
přechod	3,6	přechod	3,6	Lisování spodního dílu	21,94
Lisování horního dílu	22,31	Celkem 1. operátor	74,83	přechod	5,76
přechod	1,08	Lisování horního dílu	22,31	Lisování dózy	20,52
Lisování dózy	20,52	přechod	1,08	přechod	5,76
přechod	3,6	Lisování dózy	20,52	Celkem 2. operátor	53,98
Šroubování	20,14	přechod	3,6	Lisování horního dílu	22,31
přechod	11,52	Šroubování	20,14	přechod	3,6
Celkem 1. operátor	154	přechod	3,6	Šroubování	20,14
		Celkem 2. operátor	71,25	přechod	3,6
				Celkem 3. operátor	49,65
PDV	154	PDV	146,08	PDV	152,92

4 pracovníci	čas (s)	5 pracovníků	čas (s)	6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	23,39	Nýtování	23,39	Nýtování	23,39
přechod	2,16	přechod	2,16	Celkem 1. operátor	23,39
Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58	Lisování magnetu	21,58
přechod	2,16	přechod	2,16	Celkem 2. operátor	21,58
Celkem 1. operátor	49,29	Celkem 1. operátor	49,29	Lisování spodního dílu	21,94
Lisování horního dílu	22,31	Lisování spodního dílu	21,94	Celkem 3. operátor	21,94
přechod	1,08	Celkem 2. operátor	21,94	Lisování horního dílu	22,31
Lisování dózy	20,52	Lisování horního dílu	22,31	Celkem 4. operátor	22,31
přechod	1,08	Celkem 3. operátor	22,31	Lisování dózy	20,52
Celkem 2. operátor	44,99	Lisování dózy	20,52	Celkem 5. operátor	20,52
Lisování spodního dílu	21,94	Celkem 4. operátor	20,52	Šroubování	20,14
Celkem 3. operátor	21,94	Šroubování	20,14	Celkem 6. operátor	20,14
Šroubování	20,14	Celkem 5. operátor	20,14		
Celkem 4. operátor	20,14				
PDV	136,36	PDV	134,2	PDV	129,88

Varianta č. 4 je založena na současném layoutu a návrhu nového rozložení pracovních činností tak, aby byla linka vybalancovaná a časy operací se lišily co možná nejméně. U této varianty došlo ke změně v operaci Nýtování, která je s časem 16,91 s nejkratší operací na lince, a tak k ní byla přidělena část montáže z pracoviště Lisování magnetu, která je naopak s časem 23,74 s nejdelší operací linky. Čas Nýtování se tak zvýšil z 16,91s na 23,39 s a čas Lisování magnetu se snížil z 23,74 s na 21,58 s. Druhou nejdelší operací

linky je s časem 23,02 s Lisování dózy. Proto byla část práce z tohoto pracoviště přidělena k pracovišti Lisování spodního dílu a další část práce k operaci Lisování horního dílu. Po těchto úpravách dostáváme konečný čas operace Lisování dózy, kde se čas z 23,02 s snížil na 20,52 s, dále čas operace Lisování spodního dílu, kde se čas z 20,5 s zvýšil na 21,94 s a čas operace Lisování horního dílu, kde se čas z 17,27 s zvýšil na 22,31 s. Jelikož se snížil čas nejdelší operace linky, snížil se také takt time z 23,74 s na 21,58 s při obsluze linky 6 pracovníky. Změna ovšem vyvolala zvýšení PDV ve všech případech rozvržení pracovníků. Přehled provedených změn je uveden v tabulkách níže.

Tab. 27 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						Frekvence	TMU										
			OP	ŘP	N	J	A	B			G	P	A	B	G	P				
	OP - obecné přemístění	OP																		
	ŘP - řízení přemístění	ŘP																		
	N - Použití nástroje	N																		
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J																		
1	přechod	OP	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0			A	6	1	60
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1			
2	vzít magnetové pouzdro a vložit do pravého přípravku lisu	OP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	3			A	0	1	60
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1			
3	přechod	OP	A	0	B	0	G	0	A	0	B	0	P	0			A	6	1	60
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1			
Celková spotřeba času:			0,11						6,48						180					
			minut						sekund						TMU					

V tabulce lze vidět čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů, která byla přidána operátorce na pracoviště Nýtování. Samotná část montáže bez přechodů trvá 60 TMU = 2,16 s, které odečteme z času operace Lisování magnetu. Celkový čas části montáže včetně přechodů, tedy 6,48 s poté přičteme k Nýtování.

Tab. 28 Čas části montáže z pracoviště Lisování dózy (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						Frekvence	TMU										
			OP	ŘP	N	J	A	B			G	P	A	B	G	P				
	OP - obecné přemístění	OP																		
	ŘP - řízení přemístění	ŘP																		
	N - Použití nástroje	N																		
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J																		
1	odebrat díl z vak. zk. a odložit	OP	A	1	B	0	G	1	A	1	B	0	P	1			A	0	1	40
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1			
Celková spotřeba času:			0,02						1,44						40					
			minut						sekund						TMU					

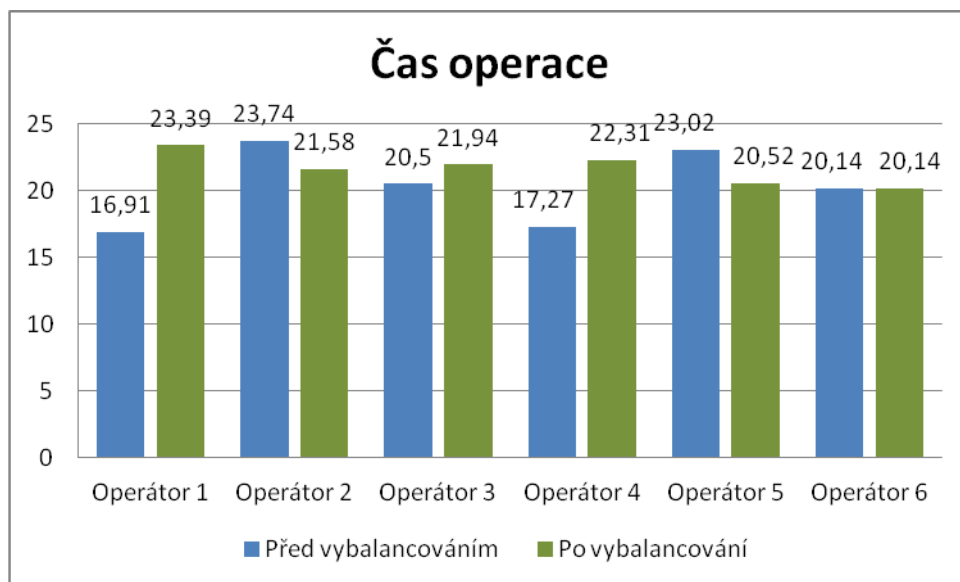
Tabulka znázorňuje čas části práce operátorky na pracovišti Lisování dózy, která byla přidělena operátorce na pracoviště Lisování spodního dílu. V tomto případě nejsou započteny přechody mezi pracovišti, neboť tato část práce je umístěna mezi danými pracovišti, a tak operátorka nemusí nikam přecházet. Celkový čas, tedy 1,44 s odečteme z času operace Lisování dózy a přičteme k operaci Lisování spodního dílu.

Tab. 29 Čas části montáže z pracoviště Lisování dózy včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Sekvence	Frekvence						TMU
			OP	ŘP	N	J	A	Nástrat	
	OP - obecné přemístění	ABG - Získat							
	ŘP - řízené přemístění	ABP - Položit							
	N - Použití nástroje	MXI - Přemístit/Spustit							
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou			
		ATK - Získat			FVL - Položit		VPT - Položit stranou		
1	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0			A 3	1	30
2	dózu vložit do zkušebního stolu	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1	60
3	stisknout tlačítko	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 0 X 0 I 0			A 0	1	20
4	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0			A 3	1	30
Celková spotřeba času:			0,08		5,04		140		
			minut		sekund		TMU		

Následující tabulka zobrazuje čas části montáže z pracoviště Lisování dózy, která byla přidána operátorce na pracoviště Lisování horního dílu. Samotná část práce bez přechodů činí 80 TMU = 2,88 s, které odečteme z času operace Lisování dózy. Souhrn času části montáže včetně přechodů, celkem 5,04 s přičteme k času operace Lisování horního dílu.

V grafu č. 2 jsou znázorněny časy operací před vybalancováním a po vybalancování a takt time linky, který se z 23,74 s snížil na 23,39 s.



Graf 2 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 30 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 4						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku - PDV (s)	154	146,08	152,92	136,36	134,2	129,88
Takt time (s)	154	74,83	53,98	49,29	49,29	23,39
Počet vyrobených kusů/hod.	23,38	48,11	66,69	73,04	73,04	153,91
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	23,38	24,05	22,23	18,26	14,61	25,65

Z výpočtů v tabulce č. 30 lze vidět, že nejefektivnější je výroba při obsluze linky šesti pracovníky, kdy každý z nich je schopen vyrobit 25,65 ks/hod.

Tab. 31 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	385 000	23 057,22	11 203,71	8 082,01	7 379,81	7 379,81	3 502,00
2016	375 000	22 458,33	10 912,71	7 872,08	7 188,13	7 188,13	3 411,04
2017	315 000	18 865,00	9 166,68	6 612,55	6 038,03	6 038,03	2 865,28
2018	140 000	8 384,44	4 074,08	2 938,91	2 683,57	2 683,57	1 273,46

Tab. 32 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 385 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	23 057,22	11 203,71	8 082,01	7 379,81	7 379,81	3 502,00
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	3 180,31	1 545,34	1 114,76	1 017,90	1 017,90	483,03
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	50,48	24,53	17,69	16,16	16,16	7,67
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	151,44	73,59	53,08	48,47	48,47	23,00
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	143 871 €	139 816 €	151 289 €	184 192 €	230 240 €	131 109 €
Rok 2016	Zakázky (ks) 375 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	22 458,33	10 912,71	7 872,08	7 188,13	7 188,13	3 411,04
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	3 097,70	1 505,20	1 085,80	991,47	991,47	470,49
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	49,17	23,89	17,23	15,74	15,74	7,47
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	147,51	71,68	51,70	47,21	47,21	22,40
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	140 134 €	136 185 €	147 359 €	179 408 €	224 260 €	127 704 €
Rok 2017	Zakázky (ks) 315 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	18 865,00	9 166,68	6 612,55	6 038,03	6 038,03	2 865,28
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	2 602,07	1 264,37	912,08	832,83	832,83	395,21
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	41,30	20,07	14,48	13,22	13,22	6,27
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	123,91	60,21	43,43	39,66	39,66	18,82
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	117 713 €	114 395 €	123 782 €	150 703 €	188 378 €	107 271 €
Rok 2018	Zakázky (ks) 140 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	8 384,44	4 074,08	2 938,91	2 683,57	2 683,57	1 273,46
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 156,48	561,94	405,37	370,15	370,15	175,65
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	18,36	8,92	6,43	5,88	5,88	2,79
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	55,07	26,76	19,30	17,63	17,63	8,36
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	52 317 €	50 842 €	55 014 €	66 979 €	83 724 €	47 676 €

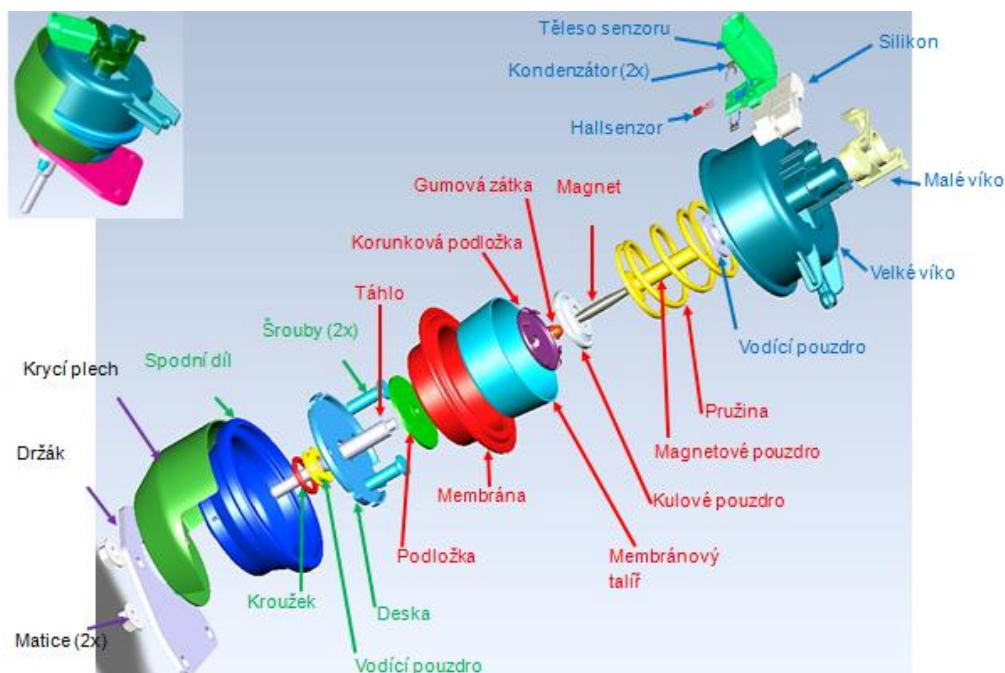
Dle výpočtů v tabulce č. 32 je výroba nejlevnější při počtu šesti pracovníků na lince. Nejdražší potom při počtu pěti pracovníků.

9 VÝROBEK Č. 2

V tabulce č. 33 jsou uvedeny operace linky X, kterými výrobek prochází a jejich časy. Na obrázku č. 37 je znázorněn detail výrobku a všechny jeho komponenty. Rozdíl oproti výrobku č. 1 je v počtu matic, šroubů a krycím plechu, který u výrobku č. 1 chybí. Další odlišnost je v absenci vodícího pouzdra (typ B) u výrobku č. 1.

Tab. 33 Souhrn operací výrobku č. 2 a jejich časy (zdroj: vlastní zpracování)

Výrobek č. 2		
operace	čas operace s/ks	strojní čas s/ks
Nýtování	16,91	6,3
Lisování magnetu	23,74	4
Lisování spodního dílu	20,5	2,3
Lisování horního dílu II	12,96	5
Lisování dózy	23,02	7
Šroubování II	17,28	4,32



Obr. 37 Rozklad výrobku č. 2 (zdroj: interní materiály společnosti)

9.1 Varianta 1

Tab. 34 Současný layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)	2 pracovníci	čas (s)	3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	16,91	Nýtování	16,91	Nýtování	16,91
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	2,16
Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	2,16
Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 1. operátor	44,97
přechod	3,6	přechod	3,6	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	12,96	Celkem 1. operátor	69,07	přechod	3,6
přechod	1,08	Lisování horního dílu	12,96	Lisování horního dílu	12,96
Lisování dózy	23,02	přechod	1,08	přechod	3,6
přechod	3,6	Lisování dózy	23,02	Celkem 2. operátor	40,66
Šroubování	17,28	přechod	3,6	Lisování dózy	23,02
přechod	11,52	Šroubování	17,28	přechod	3,6
Celkem 1. operátor	138,53	přechod	3,6	Šroubování	17,28
		Celkem 2. operátor	61,54	přechod	3,6
				Celkem 3. operátor	47,5
PDV	138,53	PDV	130,61	PDV	133,13

4 pracovníci	čas (s)	5 pracovníků	čas (s)	6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	16,91	Nýtování	16,91	Nýtování	16,91
přechod	2,16	Celkem 1. operátor	16,91	Celkem 1. operátor	16,91
Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16	Celkem 2. operátor	23,74	Celkem 2. operátor	23,74
Celkem 1. operátor	44,97	Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	12,96	Celkem 3. operátor	20,5	Celkem 3. operátor	20,5
přechod	1,08	Lisování horního dílu	12,96	Lisování horního dílu	12,96
Lisování dózy	23,02	přechod	1,08	Celkem 4. operátor	12,96
přechod	1,08	Lisování dózy	23,02	Lisování dózy	23,02
Celkem 2. operátor	38,14	přechod	1,08	Celkem 5. operátor	23,02
Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 4. operátor	38,14	Šroubování	17,28
Celkem 3. operátor	20,5	Šroubování	17,28	Celkem 6. operátor	17,28
Šroubování	17,28	Celkem 5. operátor	17,28		
Celkem 4. operátor	17,28				
PDV	120,89	PDV	116,57	PDV	114,41

Varianta č. 1 vychází ze současného layoutu a současného rozložení pracovních činností na lince, tedy uvažuje se šesti pracovníky. Pokud tedy porovnáváme průběžnou dobu výroby jednoho kusu výrobku, lze vidět, že nejméně času, tj. 114,41 s spotřebuje 6 operátorů při $TT = 23,74$ s. Naopak nejvíce času vyžaduje výroba při obsazení linky 1 operátorem, který musí přecházet mezi všemi pracovišti, a to 138,53 s při $TT = 138,53$ s.

Tab. 35 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 1						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku (s)	138,53	130,61	133,13	120,89	116,57	114,41
Takt time (s)	138,53	69,07	47,5	44,97	38,14	23,74
Počet vyrobených kusů/hod.	25,99	52,12	75,79	80,05	94,39	151,64
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	25,99	26,06	25,26	20,01	18,88	25,27

Výpočty v tabulce č. 35 lze ukázat, že nejefektivnější je výroba při obsluze linky dvěma pracovníky, kdy každý z nich je schopen vyrobit 26,06 ks/hod.

Tab. 36 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	150 000	8 080,92	4 029,08	2 770,83	2 623,25	2 224,83	1 384,83
2016	210 000	11 313,28	5 640,72	3 879,17	3 672,55	3 114,77	1 938,77
2017	250 000	13 468,19	6 715,14	4 618,06	4 372,08	3 708,06	2 308,06
2018	250 000	13 468,19	6 715,14	4 618,06	4 372,08	3 708,06	2 308,06

Tab. 37 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 150 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	8 080,92	4 029,08	2 770,83	2 623,25	2 224,83	1 384,83
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 114,61	555,74	382,18	361,83	306,87	191,01
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	17,69	8,82	6,07	5,74	4,87	3,03
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	53,08	26,46	18,20	17,23	14,61	9,10
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	50 423 €	50 281 €	51 868 €	65 474 €	69 412 €	51 846 €
Rok 2016	Zakázky (ks) 210 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	11 313,28	5 640,72	3 879,17	3 672,55	3 114,77	1 938,77
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 560,45	778,03	535,06	506,56	429,62	267,42
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	24,77	12,35	8,49	8,04	6,82	4,24
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	74,31	37,05	25,48	24,12	20,46	12,73
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	70 592 €	70 393 €	72 615 €	91 663 €	97 177 €	72 584 €
Rok 2017	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	13 468,19	6 715,14	4 618,06	4 372,08	3 708,06	2 308,06
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 857,68	926,23	636,97	603,05	511,46	318,35
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	29,49	14,70	10,11	9,57	8,12	5,05
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	88,46	44,11	30,33	28,72	24,36	15,16
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	84 038 €	83 801 €	86 446 €	109 123 €	115 686 €	86 410 €
Rok 2018	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	13 468,19	6 715,14	4 618,06	4 372,08	3 708,06	2 308,06
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 857,68	926,23	636,97	603,05	511,46	318,35
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	29,49	14,70	10,11	9,57	8,12	5,05
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	88,46	44,11	30,33	28,72	24,36	15,16
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	84 038 €	83 801 €	86 446 €	109 123 €	115 686 €	86 410 €

Z výpočtů v tabulce č. 37 vyplývá, že výroba je nejefektivnější při počtu dvou pracovníků na lince. Nejdražší potom při práci pěti pracovníků.

9.2 Varianta 2

Tab. 38 Nový layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)	2 pracovníci	čas (s)	3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	16,91	Nýtování	16,91	Nýtování	16,91
přechod	1,08	přechod	1,08	přechod	1,08
Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74
přechod	2,16	přechod	2,16	přechod	1,08
Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 1. operátor	42,81
přechod	3,6	přechod	3,6	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	12,96	Celkem 1. operátor	67,99	přechod	3,6
přechod	2,16	Lisování horního dílu	12,96	Lisování horního dílu	12,96
Lisování dózy	23,02	přechod	2,16	přechod	3,6
přechod	2,16	Lisování dózy	23,02	Celkem 2. operátor	40,66
Šroubování	17,28	přechod	2,16	Lisování dózy	23,02
přechod	5,76	Šroubování	17,28	přechod	2,16
Celkem 1. operátor	131,33	přechod	3,6	Šroubování	17,28
		Celkem 2. operátor	61,18	přechod	2,16
				Celkem 3. operátor	44,62
PDV	131,33	PDV	129,17	PDV	128,09

4 pracovníci	čas (s)	5 pracovníků	čas (s)	6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	16,91	Nýtování	16,91	Nýtování	16,91
přechod	1,08	Celkem 1. operátor	16,91	Celkem 1. operátor	16,91
Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74	Lisování magnetu	23,74
přechod	1,08	Celkem 2. operátor	23,74	Celkem 2. operátor	23,74
Celkem 1. operátor	42,81	Lisování spodního dílu	20,5	Lisování spodního dílu	20,5
Lisování horního dílu	12,96	Celkem 3. operátor	20,5	Celkem 3. operátor	20,5
přechod	2,16	Lisování horního dílu	12,96	Lisování horního dílu	12,96
Lisování dózy	23,02	přechod	2,16	Celkem 4. operátor	12,96
přechod	2,16	Lisování dózy	23,02	Lisování dózy	23,02
Celkem 2. operátor	40,3	přechod	2,16	Celkem 5. operátor	23,02
Lisování spodního dílu	20,5	Celkem 4. operátor	40,3	Šroubování	17,28
Celkem 3. operátor	20,5	Šroubování	17,28	Celkem 6. operátor	17,28
Šroubování	17,28	Celkem 5. operátor	17,28		
Celkem 4. operátor	17,28				
PDV	120,89	PDV	118,73	PDV	114,41

Varianta č. 2 vzniká na základě nově navrženého layoutu při současném rozložení pracovních činností. V tabulce lze vidět, že nejnižší PDV je stejně jako ve variantě č. 1 při rozložení pracovních sil mezi 6 pracovníků, a to 114,41 s při TT = 23,74 s. Největší změnu lze pozorovat při práci 1 pracovníka, kde se snížila PDV z původních 138,53 s ve variantě č. 1 na 131,33 s.

Tab. 39 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 2						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku (s)	131,33	129,17	128,09	120,89	118,73	114,41
Takt time (s)	131,33	67,99	44,62	42,81	40,3	23,74
Počet vyrobených kusů/hod.	27,41	52,95	80,68	84,09	89,33	151,64
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	27,41	26,47	26,89	21,02	17,87	25,27

Z výpočtů v tabulce č. 39 lze vyčíst, že nejefektivnější je výroba při obsazení linky jedním pracovníkem, který vyrobí 27,41 ks/hod.

Tab. 40 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	150 000	7 660,92	3 966,08	2 602,83	2 497,25	2 350,83	1 384,83
2016	210 000	10 725,28	5 552,52	3 643,97	3 496,15	3 291,17	1 938,77
2017	250 000	12 768,19	6 610,14	4 338,06	4 162,08	3 918,06	2 308,06
2018	250 000	12 768,19	6 610,14	4 338,06	4 162,08	3 918,06	2 308,06

Tab. 41 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 150 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	7 660,92	3 966,08	2 602,83	2 497,25	2 350,83	1 384,83
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 056,68	547,05	359,01	344,45	324,25	191,01
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	16,77	8,68	5,70	5,47	5,15	3,03
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	50,32	26,05	17,10	16,40	15,44	9,10
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	47 802 €	49 495 €	48 723 €	62 329 €	73 343 €	51 846 €
Rok 2016	Zakázky (ks) 210 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	10 725,28	5 552,52	3 643,97	3 496,15	3 291,17	1 938,77
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 479,35	765,86	502,62	482,23	453,95	267,42
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	23,48	12,16	7,98	7,65	7,21	4,24
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	70,45	36,47	23,93	22,96	21,62	12,73
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	66 923 €	69 292 €	68 212 €	87 260 €	102 680 €	72 584 €
Rok 2017	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	12 768,19	6 610,14	4 338,06	4 162,08	3 918,06	2 308,06
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 761,13	911,74	598,35	574,08	540,42	318,35
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	27,95	14,47	9,50	9,11	8,58	5,05
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	83,86	43,42	28,49	27,34	25,73	15,16
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	79 670 €	82 491 €	81 205 €	103 881 €	122 238 €	86 410 €
Rok 2018	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	12 768,19	6 610,14	4 338,06	4 162,08	3 918,06	2 308,06
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 761,13	911,74	598,35	574,08	540,42	318,35
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	27,95	14,47	9,50	9,11	8,58	5,05
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	83,86	43,42	28,49	27,34	25,73	15,16
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	79 670 €	82 491 €	81 205 €	103 881 €	122 238 €	86 410 €

Tabulka č. 41 dokazuje, že výroba je nejlevnější tehdy, pracuje-li na lince jeden pracovník. Nejdražší výroba je potom při práci pěti pracovníků.

9.3 Varianta 3

Tab. 42 Nový layout a nové rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník	čas (s)
Nýtování	21,23
přechod	1,08
Lisování magnetu	21,58
přechod	2,16
Lisování spodního dílu	20,5
přechod	3,6
Lisování horního dílu	20,52
přechod	2,16
Lisování dózy	19,78
přechod	2,16
Šroubování	17,28
přechod	5,76
Celkem 1. operátor	137,81
PDV	137,81

2 pracovníci	čas (s)
Nýtování	21,23
přechod	1,08
Lisování magnetu	21,58
přechod	2,16
Lisování spodního dílu	20,5
přechod	3,6
Celkem 1. operátor	70,15
Lisování horního dílu	20,52
přechod	2,16
Lisování dózy	19,78
přechod	2,16
Šroubování	17,28
přechod	3,6
Celkem 2. operátor	65,5
PDV	135,65

3 pracovníci	čas (s)
Nýtování	21,23
přechod	1,08
Lisování magnetu	21,58
přechod	1,08
Celkem 1. operátor	44,97
Lisování spodního dílu	20,5
přechod	3,6
Lisování horního dílu	20,52
přechod	3,6
Celkem 2. operátor	48,22
Lisování dózy	19,78
přechod	2,16
Šroubování	17,28
přechod	2,16
Celkem 3. operátor	41,38
PDV	134,57

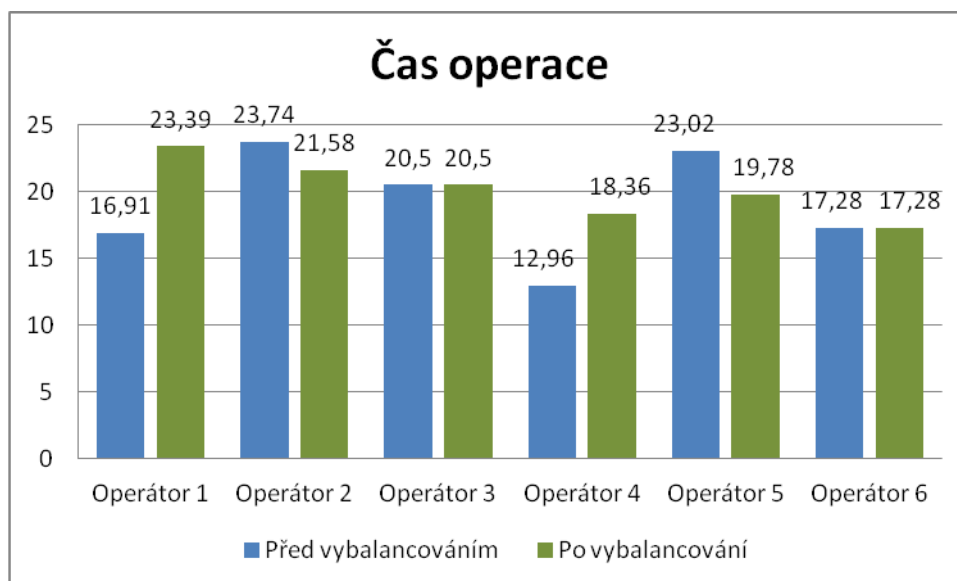
4 pracovníci	čas (s)
Nýtování	21,23
přechod	1,08
Lisování magnetu	21,58
přechod	1,08
Celkem 1. operátor	44,97
Lisování horního dílu	20,52
přechod	2,16
Lisování dózy	19,78
přechod	2,16
Celkem 2. operátor	44,62
Lisování spodního dílu	20,5
Celkem 3. operátor	20,5
Šroubování	17,28
Celkem 4. operátor	17,28
PDV	127,37

5 pracovníků	čas (s)
Nýtování	21,23
Celkem 1. operátor	21,23
Lisování magnetu	21,58
Celkem 2. operátor	21,58
Lisování spodního dílu	20,5
Celkem 3. operátor	20,5
Lisování horního dílu	20,52
přechod	2,16
Lisování dózy	19,78
přechod	2,16
Celkem 4. operátor	44,62
Šroubování	17,28
Celkem 5. operátor	17,28
PDV	125,21

6 pracovníků	čas (s)
Nýtování	21,23
Celkem 1. operátor	21,23
Lisování magnetu	21,58
Celkem 2. operátor	21,58
Lisování spodního dílu	20,5
Celkem 3. operátor	20,5
Lisování horního dílu	20,52
Celkem 4. operátor	20,52
Lisování dózy	19,78
Celkem 5. operátor	19,78
Šroubování	17,28
Celkem 6. operátor	17,28
PDV	120,89

Varianta č. 3 je opět vytvořena dle nového návrhu layoutu a dochází zde také k novému rozložení pracovních činností tak, aby byla linka vybalancovaná a časy operací se lišily co možná nejméně. V této variantě došlo ke spojení části montáže z pracoviště Lisování magnetu, kde byl čas operace nejdelší, k pracovišti Nýtování, kde byl čas operace naopak nejnižší. Z původního času operace Nýtování 16,91 s, se čas přidáním části montáže zvýšil na 21,23 s a na pracovišti Lisování magnetu došlo ke snížení času z původních 23,74 s na 21,58 s. Druhou nejdelší operací je s časem 23,02 s Lisování dózy. Část práce proto

Graf č. 3 zobrazuje časy operací před vybalancováním a po vybalancování a takt time linky, který se z 23,74 s snížil na 23,39 s.



Graf 3 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 45 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 3						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku (s)	137,81	135,65	134,57	127,37	125,21	120,89
Takt time (s)	137,81	70,15	48,22	44,97	44,62	21,58
Počet vyrobených kusů/hod.	26,12	51,32	74,66	80,05	80,68	166,82
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	26,12	25,66	24,89	20,01	16,14	27,80

Výpočty v tabulce č. 45 dokazují, že nejefektivnější je výroba při obsazení linky šesti pracovníky, přičemž každý z nich je schopen vyrobit 27,80 ks/hod.

Tab. 46 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	150 000	8 038,92	4 092,08	2 812,83	2 623,25	2 602,83	1 258,83
2016	210 000	11 254,48	5 728,92	3 937,97	3 672,55	3 643,97	1 762,37
2017	250 000	13 398,19	6 820,14	4 688,06	4 372,08	4 338,06	2 098,06
2018	250 000	13 398,19	6 820,14	4 688,06	4 372,08	4 338,06	2 098,06

Tab. 47 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)

		Počet pracovníků					
Rok	Zakázky (ks)	1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 150 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	8 038,92	4 092,08	2 812,83	2 623,25	2 602,83	1 258,83
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 108,82	564,43	387,98	361,83	359,01	173,63
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	17,60	8,96	6,16	5,74	5,70	2,76
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	52,80	26,88	18,48	17,23	17,10	8,27
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	50 161 €	51 067 €	52 654 €	65 474 €	81 205 €	47 129 €
Rok 2016	Zakázky (ks) 210 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	11 254,48	5 728,92	3 937,97	3 672,55	3 643,97	1 762,37
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 552,34	790,20	543,17	506,56	502,62	243,09
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	24,64	12,54	8,62	8,04	7,98	3,86
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	73,92	37,63	25,87	24,12	23,93	11,58
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	70 225 €	71 494 €	73 716 €	91 663 €	113 687 €	65 980 €
Rok 2017	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	13 398,19	6 820,14	4 688,06	4 372,08	4 338,06	2 098,06
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 848,03	940,71	646,63	603,05	598,35	289,39
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	29,33	14,93	10,26	9,57	9,50	4,59
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	88,00	44,80	30,79	28,72	28,49	13,78
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	83 601 €	85 112 €	87 757 €	109 123 €	135 342 €	78 548 €
Rok 2018	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	13 398,19	6 820,14	4 688,06	4 372,08	4 338,06	2 098,06
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 848,03	940,71	646,63	603,05	598,35	289,39
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	29,33	14,93	10,26	9,57	9,50	4,59
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	88,00	44,80	30,79	28,72	28,49	13,78
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	83 601 €	85 112 €	87 757 €	109 123 €	135 342 €	78 548 €

Z výpočtů v tabulce č. 47 vyplynulo, že výroba je nejlevnější při práci šesti pracovníků. Nejdražší je výroba při počtu pěti pracovníků.

9.4 Varianta 4

Tab. 48 Současný layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)

1 pracovník		čas (s)	
Nýtování	23,39		
přechod	2,16		
Lisování magnetu	21,58		
přechod	2,16		
Lisování spodního dílu	20,5		
přechod	3,6		
Lisování horního dílu	18,36		
přechod	1,08		
Lisování dózy	19,78		
přechod	3,6		
Šroubování	17,28		
přechod	11,52		
Celkem 1. operátor	145,01		
PDV	145,01		

2 pracovníci		čas (s)	
Nýtování	23,39		
přechod	2,16		
Lisování magnetu	21,58		
přechod	2,16		
Lisování spodního dílu	20,5		
přechod	3,6		
Celkem 1. operátor	73,39		
Lisování horního dílu	18,36		
přechod	1,08		
Lisování dózy	19,78		
přechod	3,6		
Šroubování	17,28		
přechod	3,6		
Celkem 2. operátor	63,7		
PDV	137,09		

3 pracovníci		čas (s)	
Nýtování	23,39		
přechod	2,16		
Lisování magnetu	21,58		
přechod	2,16		
Celkem 1. operátor	49,29		
Lisování spodního dílu	20,5		
přechod	3,6		
Lisování horního dílu	18,36		
přechod	3,6		
Celkem 2. operátor	46,06		
Lisování dózy	19,78		
přechod	3,6		
Šroubování	17,28		
přechod	3,6		
Celkem 3. operátor	44,26		
PDV	139,61		

4 pracovníci		čas (s)	
Nýtování	23,39		
přechod	2,16		
Lisování magnetu	21,58		
přechod	2,16		
Celkem 1. operátor	49,29		
Lisování horního dílu	18,36		
přechod	1,08		
Lisování dózy	19,78		
přechod	1,08		
Celkem 2. operátor	40,3		
Lisování spodního dílu	20,5		
Celkem 3. operátor	20,5		
Šroubování	17,28		
Celkem 4. operátor	17,28		
PDV	127,37		

5 pracovníků		čas (s)	
Nýtování	23,39		
Celkem 1. operátor	23,39		
Lisování magnetu	21,58		
Celkem 2. operátor	21,58		
Lisování spodního dílu	20,5		
Celkem 3. operátor	20,5		
Lisování horního dílu	18,36		
přechod	1,08		
Lisování dózy	19,78		
přechod	1,08		
Celkem 4. operátor	40,3		
Šroubování	17,28		
Celkem 5. operátor	17,28		
PDV	123,05		

6 pracovníků		čas (s)	
Nýtování	23,39		
Celkem 1. operátor	23,39		
Lisování magnetu	21,58		
Celkem 2. operátor	21,58		
Lisování spodního dílu	20,5		
Celkem 3. operátor	20,5		
Lisování horního dílu	18,36		
Celkem 4. operátor	18,36		
Lisování dózy	19,78		
Celkem 5. operátor	19,78		
Šroubování	17,28		
Celkem 6. operátor	17,28		
PDV	120,89		

Varianta č. 4 je založena na současném layoutu a návrhu nového rozložení pracovních činností tak, aby byla linka vybalancovaná a časy operací se lišily co možná nejméně. U této varianty došlo ke změně v operaci Nýtování, která je s časem 16,91 s nejkratší operací na lince, a tak k ní byla přidělena část montáže z pracoviště Lisování magnetu, která je naopak s časem 23,74 s nejdelší operací linky. Čas Nýtování se tak zvýšil z 16,91s na 23,39 s a čas Lisování magnetu se snížil z 23,74 s na 21,58 s. Druhou nejdelší operací

linky je s časem 23,02 s Lisování dózy. Proto byla část práce z tohoto pracoviště přidělena k pracovišti Lisování horního dílu. Čas Lisování dózy se snížil z 23,02 s na 19,78 s a čas Lisování horního dílu se zvýšil z 12,96 s na 18,36 s. Změny jsou zobrazeny v tabulkách níže.

Tab. 49 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						Frekvence	TMU			
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit					A - Návrat	
	OP - obecné přemístění	OP											
	ŘP - řízené přemístění	ŘP											
	N - Použití nástroje	N											
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J											
				ATK - Získat			FVL - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou	VPT - Položit stranou			
1	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	1	1	1	A 0 B 0 P 0	1	1	1	A 6	1	60
2	vzít magnetové pouzdro a vložit do pravého přípravku lisu	OP	A 1 B 0 G 1	1	1	1	A 1 B 0 P 3	1	1	1	A 0	1	60
3	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	1	1	1	A 0 B 0 P 0	1	1	1	A 6	1	60
Celková spotřeba času:							0,11	6,48		180			
							minut	sekund		TMU			

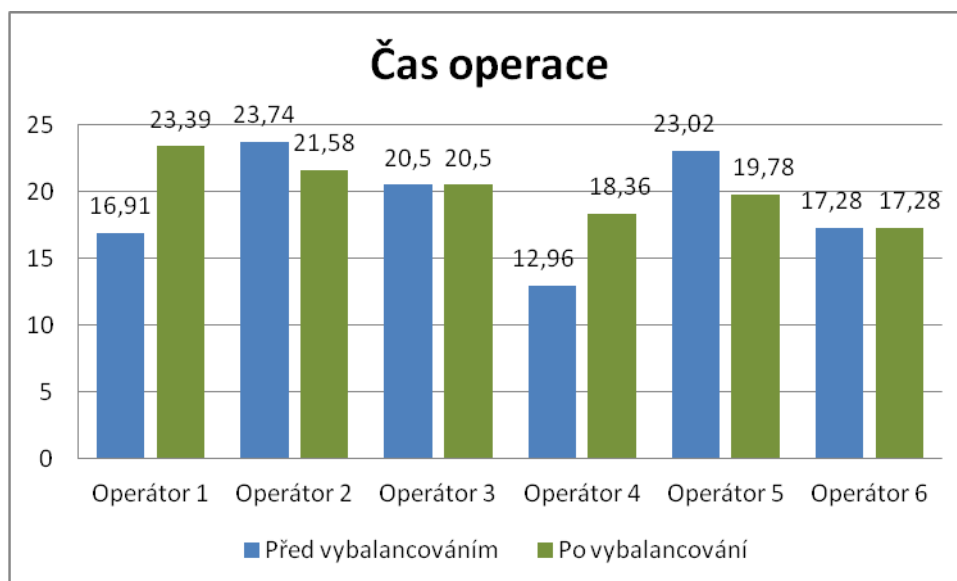
V tabulce lze vidět čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů, která byla přidána operátorce na pracoviště Nýtování. Samotná část montáže bez přechodů trvá 60 TMU = 2,16 s, které odečteme z času operace Lisování magnetu. Celkový čas části montáže včetně přechodů, tedy 6,48 s poté přičteme k Nýtování.

Tab. 50 Čas části montáže Lisování dózy včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						Frekvence	TMU			
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit					A - Návrat	
	OP - obecné přemístění	OP											
	ŘP - řízené přemístění	ŘP											
	N - Použití nástroje	N											
	J - Jeřáb Č - Procesní čas	J											
				ATK - Získat			FVL - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou	VPT - Položit stranou			
1	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	1	1	1	A 0 B 0 P 0	1	1	1	A 3	1	30
2	odebrat díl z vak. zk. a vložit do lisu	OP	A 1 B 0 G 1	1	1	1	A 1 B 0 P 6	1	1	1	A 0	1	90
3	přechod	OP	A 0 B 0 G 0	1	1	1	A 0 B 0 P 0	1	1	1	A 3	1	30
Celková spotřeba času:							0,09	5,40		150			
							minut	sekund		TMU			

Tabulka vyobrazuje čas části montáže z pracoviště Lisování dózy včetně přechodů, která byla z pracoviště odebrána a přidělena k pracovišti Lisování horního dílu. Čistý čas montáže je 90 TMU = 3,24 s. Tuto hodnotu odečteme od operace Lisování dózy. Celý čas montáže zahrnující přechody přičteme k operaci Lisování horního dílu.

V grafu č. 4 lze vidět časy operací před vybalancováním a po vybalancování a takt time linky, který se z 23,74 s snížil na 23,39 s.



Graf 4 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 51 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)

Varianta 4						
Počet pracovníků	1	2	3	4	5	6
Spotřebovaný čas na 1 ks výrobku (s)	145,01	137,09	139,61	127,37	123,05	120,89
Takt time (s)	145,01	73,39	49,29	49,29	40,3	23,39
Počet vyrobených kusů/hod.	24,83	49,05	73,04	73,04	89,33	153,91
Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	24,83	24,53	24,35	18,26	17,87	25,65

Z výpočtů v tabulce č. 51 lze vyčíst, že nejefektivnější je výroba při obsazení linky šesti pracovníky, kdy každý z nich je schopen vyrobit 25,65 ks/hod.

Tab. 52 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)

Čas potřebný k výrobě zakázky (hod)							
Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
2015	150 000	8 458,92	4 281,08	2 875,25	2 875,25	2 350,83	1 364,42
2016	210 000	11 842,48	5 993,52	4 025,35	4 025,35	3 291,17	1 910,18
2017	250 000	14 098,19	7 135,14	4 792,08	4 792,08	3 918,06	2 274,03
2018	250 000	14 098,19	7 135,14	4 792,08	4 792,08	3 918,06	2 274,03

Tab. 53 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)






Rok	Zakázky (ks)	Počet pracovníků					
		1	2	3	4	5	6
Rok 2015	Zakázky (ks) 150 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	8 458,92	4 281,08	2 875,25	2 875,25	2 350,83	1 364,42
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 166,75	590,49	396,59	396,59	324,25	188,20
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	18,52	9,37	6,30	6,30	5,15	2,99
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	55,56	28,12	18,89	18,89	15,44	8,96
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	52 781 €	53 426 €	53 822 €	71 763 €	73 343 €	51 082 €
Rok 2016	Zakázky (ks) 210 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	11 842,48	5 993,52	4 025,35	4 025,35	3 291,17	1 910,18
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 633,45	826,69	555,22	555,22	453,95	263,47
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	25,93	13,12	8,81	8,81	7,21	4,18
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	77,78	39,37	26,44	26,44	21,62	12,55
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	73 894 €	74 796 €	75 351 €	100 469 €	102 680 €	71 514 €
Rok 2017	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	14 098,19	7 135,14	4 792,08	4 792,08	3 918,06	2 274,03
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 944,58	984,16	660,98	660,98	540,42	313,66
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	30,87	15,62	10,49	10,49	8,58	4,98
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	92,60	46,86	31,48	31,48	25,73	14,94
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	87 969 €	89 043 €	89 704 €	119 605 €	122 238 €	85 136 €
Rok 2018	Zakázky (ks) 250 000						
	Počet hodin potřebných k výrobě zakázky	14 098,19	7 135,14	4 792,08	4 792,08	3 918,06	2 274,03
	Počet směn potřebných k výrobě zakázky	1 944,58	984,16	660,98	660,98	540,42	313,66
	Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	30,87	15,62	10,49	10,49	8,58	4,98
	Počet měsíčních mezd na 1 pracovníka	92,60	46,86	31,48	31,48	25,73	14,94
	Mzdové náklady na výrobu zakázky	87 969 €	89 043 €	89 704 €	119 605 €	122 238 €	85 136 €

Tabulka č. 53 dokládá, že výroba je nejlevnější při práci šesti pracovníků. Nejdražší je výroba v počtu pěti pracovníků.

10 ŘEŠENÍ VIZUALIZACE A STANDARDIZACE NA PRACOVIŠTÍCH

Při analýze současného stavu byl zjištěn klíčový problém v oblasti chybějících standardů pro umístění beden a vozíků. Na všech pracovištích linky X se nacházely nepotřebné a neuspořádané bedny s vozíky. Na pracovištích proto bylo navrženo zavedení metody 5S v rámci vyznačení podlahy. Nejprve bylo třeba nepotřebné bedny s vozíky z pracovišť odstranit a pro zbylé propriety nalézt vhodné umístění, a tato barevně vyznačit. V tabulce č. 54 je vytvořen návrh barevného kódu pro značení vybraných oblastí. Obrázek č. 38 znázorňuje aplikaci návrhu do praxe (pozn. Barevné značení bylo zavedeno v průběhu trvání projektu dle návodu v tabulce).

Tab. 54 Barevné značení (zdroj: vlastní zpracování)

Oblast	Barva	Označení podlahy	Příklad
zásobování materiálem	modrá	liniové značení, šířka čáry 50 mm	
pro rozpracovanou výrobu a hotové díly	modrá	liniové značení, šířka čáry 50 mm	
pro obalový materiál	modrá	liniové značení, šířka čáry 50 mm	
označení pro hotové díly, určené expedici	zelená	liniové značení, šířka čáry 50 mm	
pro neshodné díly a odpad	červená	liniové značení, šířka čáry 50 mm	



Obr. 38 Označené hotové díly (vlevo), odpad (uprostřed) a označení pro zásobování (zdroj: vlastní zpracování)

11 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

11.1 Výrobek č. 1

Typy variant:

Varianta č. 1 – současný layout a současné rozložení pracovních sil

Varianta č. 2 – nový layout a současné rozložení pracovních sil

Varianta č. 3 – nový layout a nové rozložení pracovních sil

Varianta č. 4 – současný layout a nové rozložení pracovních sil

Tab. 55 Srovnání rychlosti výroby (zdroj: vlastní zpracování)

Takt time (s)	Počet pracovníků					
	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	145,70	69,07	55,04	44,97	44,97	23,74
Varianta 2	138,48	68,35	47,84	48,57	48,57	23,74
Varianta 3	140,64	70,15	47,84	52,89	52,89	23,02
Varianta 4	154,00	74,83	53,98	49,29	49,29	23,39

Takt time je čas na jednotku produkce, který je v případě linky X určován podle nejpomalejší operace. Z tabulky č. 55 lze vyčíst, že nejrychlejší variantou je varianta č. 3 při obsazení linky šesti pracovníky při $TT = 23,02$ s. Oproti současnému stavu na lince, kde je $TT = 23,74$.

Tab. 56 Srovnání produktivity výroby (zdroj: vlastní zpracování)

Počet vyrobených kusů/hod.	Počet pracovníků					
	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	24,71	52,12	65,41	80,05	80,05	151,64
Varianta 2	26,00	52,67	75,25	74,12	74,12	151,64
Varianta 3	25,60	51,32	75,25	68,07	68,07	156,39
Varianta 4	23,38	48,11	66,69	73,04	73,04	153,91

Po přepočtení TT na počet kusů za hodinu ($3600/TT$) lze vidět, že nejvíce výrobků lze vyrobit při využití varianty č. 3 se šesti pracovníky, kdy se vyrobí 156,39 ks/hod oproti současnému stavu na lince, kde se vyrábí o cca 5 ks/hod méně.

Tab. 57 Srovnání produktivity výroby na pracovníka (zdroj: vlastní zpracování)

Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	Počet pracovníků					
	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	24,71	26,06	21,80	20,01	16,01	25,27
Varianta 2	26,00	26,34	25,08	18,53	14,82	25,27
Varianta 3	25,60	25,66	25,08	17,02	13,61	26,06
Varianta 4	23,38	24,05	22,23	18,26	14,61	25,65

Následný přepočet produktivity na jednoho pracovníka nám dává efektivitu daných variant výroby při jednotlivých počtech pracovníků. Tímto způsobem bylo zjištěno, že výroba je

nejvíce produktivní při variantě č. 2, obsadí-li se linka dvěma pracovníky, kdy každý pracovník je schopen vyrobit 26,34 ks/hod (viz Tab.č. 57). Oproti současnému stavu, kdy se na lince vyrobí 25,27 ks/hod.

Tab. 58 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2015 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2015 - Zakázky (ks) 385 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	136 117	129 054	154 260	168 049	210 061	133 071
Varianta 2	129 372	127 709	134 080	181 502	226 877	133 071
Varianta 3	131 390	131 072	134 080	197 645	247 056	129 035
Varianta 4	143 871	139 816	151 289	184 192	230 240	131 109
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	⊗47,76	⊗22,64	⊗18,04	⊗14,74	⊗14,74	✔7,78
Varianta 2	⊗45,39	⊗22,41	⊗15,68	⊗15,92	⊗15,92	✔7,78
Varianta 3	⊗46,10	⊗23,00	⊗15,68	⊗17,34	⊗17,34	✔7,55
Varianta 4	⊗50,48	⊗24,53	⊗17,69	⊗16,16	⊗16,16	✔7,67

Z výpočtů v tabulce č. 58 vyplývá, že nejlevnější je výroba ve variantě č. 2 v počtu dvou pracovníků, kde výše nákladů činí 127 709 €. Počet měsíců potřebných k výrobě zakázky při této variantě je 22,41. Z tohoto důvodu nelze při výrobě volit variantu č. 2, neboť by se výroba nestihla v daném roce uskutečnit v požadovaném objemu zakázky. Stejně tak tomu je i v dalších plánovaných letech, což je vidět v tabulkách č. 59 a 60. Proto bylo nutné dále hledat takovou variantu, při které by byla společnost schopna vyrobit požadovaný objem zakázky v rámci jednoho roku, a byla přitom co možná nejlevnější. Touto variantou se ukázala být varianta č. 3 při obsazení linky šesti pracovníky s náklady 129 035 €, což je o cca 1 300 € více než u nejlevnější varianty, ale zároveň o přibližně 4 000 € méně než při současném stavu.

Tab. 59 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2016 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2016 - Zakázky (ks) 375 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	132 581	125 702	150 253	163 684	204 605	129 615
Varianta 2	126 011	124 392	130 598	176 787	220 984	129 615
Varianta 3	127 977	127 668	130 598	192 511	240 639	125 684
Varianta 4	140 134	136 185	147 359	179 408	224 260	127 704
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	⊗46,52	⊗22,05	⊗17,57	⊗14,36	⊗14,36	✔7,58
Varianta 2	⊗44,21	⊗21,82	⊗15,27	⊗15,51	⊗15,51	✔7,58
Varianta 3	⊗44,90	⊗22,40	⊗15,27	⊗16,89	⊗16,89	✔7,35
Varianta 4	⊗49,17	⊗23,89	⊗17,23	⊗15,74	⊗15,74	✔7,47

Tab. 60 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2017 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2017 - Zakázky (ks) 315 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	111 368	105 590	126 212	137 494	171 868	108 877
Varianta 2	105 850	104 489	109 702	148 501	185 627	108 877
Varianta 3	107 501	107 241	109 702	161 710	202 137	105 574
Varianta 4	117 713	114 395	123 782	150 703	188 378	107 271
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	⊗39,08	⊗18,52	⊗14,76	⊗12,06	⊗12,06	⊙6,37
Varianta 2	⊗37,14	⊗18,33	⊗12,83	⊗13,03	⊗13,03	⊙6,37
Varianta 3	⊗37,72	⊗18,81	⊗12,83	⊗14,19	⊗14,19	⊙6,17
Varianta 4	⊗41,30	⊗20,07	⊗14,48	⊗13,22	⊗13,22	⊙6,27

Na rozdíl od let 2015 až 2017, kdy by musela firma využít druhé nejlevnější řešení, může v roce 2018 uplatnit nejlevnější variantu, neboť výroba za daných podmínek splní časové kritérium jednoho roku. Otázkou je rozdíl v úspoře v daném roce mezi první a druhou nejlevnější variantou, který činí cca 500 €, avšak při nejlevnější variantě trvá výroba 8,15 měsíce, kdežto při té druhé nejlevnější by byla zakázka vyrobena za 2,74 měsíce.

Tab. 61 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2018 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2018 - Zakázky (ks) 140 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	49 497	46 929	56 094	61 109	76 386	48 390
Varianta 2	47 044	46 440	48 756	66 001	82 501	48 390
Varianta 3	47 778	47 663	48 756	71 871	89 839	46 922
Varianta 4	52 317	50 842	55 014	66 979	83 724	47 676
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	⊗17,37	⊙8,23	⊙6,56	⊙5,36	⊙5,36	⊙2,83
Varianta 2	⊗16,51	⊙8,15	⊙5,70	⊙5,79	⊙5,79	⊙2,83
Varianta 3	⊗16,76	⊙8,36	⊙5,70	⊙6,30	⊙6,30	⊙2,74
Varianta 4	⊗18,36	⊙8,92	⊙6,43	⊙5,88	⊙5,88	⊙2,79

11.1.1 Shrnutí a doporučení pro výrobek č. 1

Při návrhu nejefektivnější varianty výroby pro výrobek č. 1 bylo zjištěno, že ne vždy lze volit takovou variantu výroby, která je jednoznačně nejefektivnější. Je třeba zohlednit parametr času potřebný k výrobě zakázky, což je ve všech případech 1 rok, a nejefektivnější možnou variantu poté určit tak, aby se zakázka stihla v daném roce vyrobit.

Varianta, při které by byla společnost schopna vyrobit požadovaný objem zakázky v rámci jednoho roku, a byla přitom co nejefektivnější, se ukázala být varianta č. 3 při obsazení linky šesti pracovníky. V této variantě byly provedeny změny v layoutu a v rozdělení činností mezi operátorky na lince tak, aby nevznikaly mezi pracovišti prostoje a časy

operací se lišily co nejméně, a linka tak byla vybalancovaná. V uvedené variantě by plánované mzdové náklady ve všech letech činily 407 216 €, což je o necelých 13 000 € méně než při současném stavu a o cca 4 200 € více než u nejefektivnější zjištěné varianty, která by však nesplnila požadavek výroby do jednoho roku.

Varianta č. 3 je tak pro společnost nejlepším možným řešením. Aplikováním této výrobní varianty by firma byla schopna vyrábět rychleji při současném snížení nákladů.

Tab. 62 Návrh nejefektivnější výrobní varianty pro výrobek č. 1 (zdroj: vlastní zpracování)

Návrh nejefektivnější varianty výroby a porovnání se současným stavem													
Výrobek č. 1		Současný stav				Nový stav				Úspora času (měs.)		Úspora mezd	
Rok	Velikost zakázky (ks)	Var. / Počet prac.	Počet ks za hod. na 1 prac.	Počet měsíců výroby	Mzdové náklady	Var. / Počet prac.	Počet ks za hod. na 1 prac.	Počet měsíců výroby	Mzdové náklady	abs.	%	abs.	%
2015	385 000	1/6	25,27	7,78	133 071 €	3/6	26,06	7,55	129 035 €	0,24	-3,03%	4 036 €	-3,03%
2016	375 000			7,58	129 615 €			7,35	125 684 €	0,23		3 931 €	
2017	315 000			6,37	108 877 €			6,17	105 574 €	0,19		3 302 €	
2018	140 000			2,83	48 390 €			2,74	46 922 €	0,09		1 468 €	
Celkem	1 215 000	-	25,27	24,56	419 952 €	-	26,06	23,81	407 216 €	0,74	-3,03%	12 737 €	-3,03%

11.2 Výrobek č. 2

Typy variant:

Varianta č. 1 – současný layout a současné rozložení pracovních sil

Varianta č. 2 – nový layout a současné rozložení pracovních sil

Varianta č. 3 – nový layout a nové rozložení pracovních sil

Varianta č. 4 – současný layout a nové rozložení pracovních sil

Tab. 63 Srovnání rychlosti výroby (zdroj: vlastní zpracování)

Takt time (s)	Počet pracovníků					
	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	138,53	69,07	47,50	44,97	38,14	23,74
Varianta 2	131,33	67,99	44,62	42,81	40,30	23,74
Varianta 3	137,81	70,15	48,22	44,97	44,62	21,58
Varianta 4	145,01	73,39	49,29	49,29	40,30	23,39

Takt time je čas na jednotku produkce, který je v případě linky X určován podle nejpomalejší operace. Z tabulky č. 62 lze vyčíst, že nejrychlejší variantou je varianta č. 3 při obsazení linky šesti pracovníky při TT = 21,58 s. Oproti současnému stavu na lince, kde je TT = 23,74 s.

Tab. 64 Srovnání produktivity výroby (zdroj: vlastní zpracování)

Počet vyrobených kusů/hod.	Počet pracovníků					
	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	25,99	52,12	75,79	80,05	94,39	151,64
Varianta 2	27,41	52,95	80,68	84,09	89,33	151,64
Varianta 3	26,12	51,32	74,66	80,05	80,68	166,82
Varianta 4	24,83	49,05	73,04	73,04	89,33	153,91

Po přepočtení TT na počet kusů za hodinu (3600/TT) lze vidět, že nejvíce výrobků lze vyrobit při využití varianty č. 3 se šesti pracovníky, kdy se vyrobí 166,82 ks/hod oproti současnému stavu na lince, kde se vyrábí o cca 15 ks/hod méně.

Tab. 65 Srovnání produktivity výroby na pracovníka (zdroj: vlastní zpracování)

Počet vyrobených kusů/hod. na 1 prac.	Počet pracovníků					
	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	25,99	26,06	25,26	20,01	18,88	25,27
Varianta 2	27,41	26,47	26,89	21,02	17,87	25,27
Varianta 3	26,12	25,66	24,89	20,01	16,14	27,80
Varianta 4	24,83	24,53	24,35	18,26	17,87	25,65

Následný přepočet produktivity na jednoho pracovníka nám dává efektivitu daných variant výroby při jednotlivých počtech pracovníků. Tímto způsobem bylo zjištěno, že výroba je nejvíce produktivní při variantě č. 3, obsadí-li se linka šesti pracovníky, kdy každý

pracovník je schopen vyrobit 27,80 ks/hod (viz Tab.č. 64). Oproti současnému stavu, kdy se na lince vyrobí 25,27 ks/hod.

Tab. 66 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2015 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2015 - Zakázky (ks) 150 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	50 423	50 281	51 868	65 474	69 412	51 846
Varianta 2	47 802	49 495	48 723	62 329	73 343	51 846
Varianta 3	50 161	51 067	52 654	65 474	81 205	47 129
Varianta 4	52 781	53 426	53 822	71 763	73 343	51 082
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	✗17,69	✓8,82	✓6,07	✓5,74	✓4,87	✓3,03
Varianta 2	✗16,77	✓8,68	✓5,70	✓5,47	✓5,15	✓3,03
Varianta 3	✗17,60	✓8,96	✓6,16	✓5,74	✓5,70	✓2,76
Varianta 4	✗18,52	✓9,37	✓6,30	✓6,30	✓5,15	✓2,99

Z výpočtů v tabulce č. 66 vyplývá, že nejlevnější je výroba ve variantě č. 3 v počtu šesti pracovníků, kde výše nákladů činí 47 129 €, čili o necelých 5 000 € méně než při současném stavu. Počet měsíců potřebných k výrobě zakázky při této variantě je 2,76. Výroba tedy splňuje požadavek výroby do jednoho roku, a lze ji tak označit za nejlevnější možnou. Stejně tak tomu je i v dalších plánovaných letech, což lze vidět v tabulkách č. 67, 68 a 69.

Tab. 67 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2016 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2016 - Zakázky (ks) 210 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	70 592	70 393	72 615	91 663	97 177	72 584
Varianta 2	66 923	69 292	68 212	87 260	102 680	72 584
Varianta 3	70 225	71 494	73 716	91 663	113 687	65 980
Varianta 4	73 894	74 796	75 351	100 469	102 680	71 514
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	✗24,77	✗12,35	✓8,49	✓8,04	✓6,82	✓4,24
Varianta 2	✗23,48	✗12,16	✓7,98	✓7,65	✓7,21	✓4,24
Varianta 3	✗24,64	✗12,54	✓8,62	✓8,04	✓7,98	✓3,86
Varianta 4	✗25,93	✗13,12	✓8,81	✓8,81	✓7,21	✓4,18

Tab. 68 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2017 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2017 - Zakázky (ks) 250 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	84 038	83 801	86 446	109 123	115 686	86 410
Varianta 2	79 670	82 491	81 205	103 881	122 238	86 410
Varianta 3	83 601	85 112	87 757	109 123	135 342	78 548
Varianta 4	87 969	89 043	89 704	119 605	122 238	85 136
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	⊗29,49	⊗14,70	⊙10,11	⊙9,57	⊙8,12	⊙5,05
Varianta 2	⊗27,95	⊗14,47	⊙9,50	⊙9,11	⊙8,58	⊙5,05
Varianta 3	⊗29,33	⊗14,93	⊙10,26	⊙9,57	⊙9,50	⊙4,59
Varianta 4	⊗30,87	⊗15,62	⊙10,49	⊙10,49	⊙8,58	⊙4,98

Tab. 69 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2018 (zdroj: vlastní zpracování)

Rok 2018 - Zakázky (ks) 250 000	Počet pracovníků					
Mzdové náklady na výrobu zakázky (v EUR)	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	84 038	83 801	86 446	109 123	115 686	86 410
Varianta 2	79 670	82 491	81 205	103 881	122 238	86 410
Varianta 3	83 601	85 112	87 757	109 123	135 342	78 548
Varianta 4	87 969	89 043	89 704	119 605	122 238	85 136
Počet měsíců potřebných k výrobě z. při 3 směnách	1	2	3	4	5	6
Varianta 1	⊗29,49	⊗14,70	⊙10,11	⊙9,57	⊙8,12	⊙5,05
Varianta 2	⊗27,95	⊗14,47	⊙9,50	⊙9,11	⊙8,58	⊙5,05
Varianta 3	⊗29,33	⊗14,93	⊙10,26	⊙9,57	⊙9,50	⊙4,59
Varianta 4	⊗30,87	⊗15,62	⊙10,49	⊙10,49	⊙8,58	⊙4,98

11.2.1 Shrnutí a doporučení pro výrobek č. 2

U výrobku č. 2 je tedy nejefektivnější a zároveň nejrychlejší varianta výroby č. 3 v počtu šesti pracovníků. V této variantě došlo ke změně layoutu a přerozdělení činností mezi operátorky na lince tak, aby nevznikaly mezi pracovišti prostoje a časy operací se lišily co nejméně, a linka tak byla vybalancovaná. Zavedením výrobní varianty č. 3 by byla společnost schopna rychlejší výroby za současného snížení nákladů.

Na rozdíl od výrobku č. 1, kde bylo nutno využít druhé nejefektivnější varianty vzhledem k požadavku výroby do jednoho roku, u výrobku č. 2 je u nejefektivnější a současně nejrychlejší varianty tento požadavek ve všech letech splněn. Jedná se o variantu s novým layoutem a vybalancovanými jednotlivými výrobními operacemi.

V uvedené variantě by plánované mzdové náklady ve všech letech činily 270 205 €, což je o cca 27 000 € méně než při současném stavu. Samotná výroba se zkrátí o 1,5 měsíce.

Varianta č. 3 je tak pro společnost nejlepším možným řešením. Využitím této výrobní varianty by firma byla schopna vyrábět rychleji za současného snížení nákladů.

Tab. 70 Návrh nejefektivnější výrobní varianty pro výrobek č. 2 (zdroj: vlastní zpracování)

Návrh nejefektivnější varianty výroby a porovnání se současným stavem													
Výrobek č. 2		Současný stav				Nový stav				Úspora času (měs.)		Úspora mezd	
Rok	Velikost zakázky (ks)	Var. / Počet prac.	Počet ks za hod. na 1 prac.	Počet měsíců výroby	Mzdové náklady	Var. / Počet prac.	Počet ks za hod. na 1 prac.	Počet měsíců výroby	Mzdové náklady	abs.	%	abs.	%
2015	150 000	1/6	25,27	3,03	51 846 €	3/6	27,80	2,76	47 129 €	0,28	-9,10%	4 717 €	-9,10%
2016	210 000			4,24	72 584 €			3,86	65 980 €	0,39		6 604 €	
2017	250 000			5,05	86 410 €			4,59	78 548 €	0,46		7 862 €	
2018	250 000			5,05	86 410 €			4,59	78 548 €	0,46		7 862 €	
Celkem	860 000	-	25,27	17,38	297 250 €	-	27,80	15,80	270 205 €	1,58	-9,10%	27 046 €	-9,10%

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala zefektivněním vybraných pracovišť, konkrétně linky X, ve společnosti WOCO STV s.r.o. Společnost určila linku X jako úzké místo z důvodu jejího zavádění do výrobního procesu, prozatímní nevytíženosti, prostojů a vysokých provozních nákladů. Požadavkem společnosti bylo, vzhledem k plánovaným zakázkám, připravit linku na sériovou výrobu jejím vybalancováním s vhodným rozložením pracovních činností operátorek. U každého výrobku poté navrhnout několik variant řešení výroby a následně provést analýzu efektivnosti a nákladovosti těchto variant a provést jejich zhodnocení.

Na základě těchto požadavků byla provedena důkladná analýza současného stavu, kdy pomocí metody MOST byly naměřeny jednotlivé operace linky X. Na základě konzultací s projektovým technologem a zadavatelem projektu, byly operace měřeny podle pracovních postupů. Při vyhodnocení současného stavu bylo zjištěno, že linka X není vybalancovaná a dochází k prostojům mezi pracovišti. V rámci zefektivnění vybraných pracovišť, se také našel prostor pro návrh zavedení metody 5S v rámci značení podlahy, kde byly zjištěny chybějící standardy pro umístění.

Pro zpracování projektu, byly po konzultaci s vedením týmu navrženy celkem čtyři varianty výroby pro oba výrobky. Varianta č. 1, jež popisuje současnou situaci na lince, varianta č. 2, která vznikla na základě nového layoutu a současného rozložení pracovních činností, varianta č. 3 vznikla rovněž na novém layoutu linky X a novém rozložení pracovních činností, a varianta č. 4 zobrazující současný layout linky s novým rozložením pracovních činností. Na základě návrhů daných variant byly postupně plněny dílčí cíle této práce, jež byly stanoveny v podkapitole 7.6.

Pro uskutečnění návrhu vyjmenovaných variant bylo provedeno vybalancování linky, čehož bylo dosaženo vhodnějším rozdělením pracovních činností operátorek. Tím došlo k redukci prostojů mezi pracovišti a ke snížení taktu času, snížením času nejdelší operace linky, podle které je takt time určován.

Návrh nového layoutu má za následek především snížení přechodů mezi pracovišti, což představovalo možnost efektivnějšího přerozdělení činností operátorek a snížení průběžné doby výroby. Vzhledem k tomu, že změna layoutu nevyvolala zásadní změny ve výrobním procesu linky X, byly navíc náklady na tuto změnu označeny za zanedbatelné.

Z výpočtů uvedených v kapitole 11 se podařilo zjistit, která z navržených variant výroby je nejrychlejší a nejefektivnější. V závěru kapitoly 12 byly dále srovnány náklady a čas potřebný k výrobě zakázek v letech 2015-2018 při současném stavu a při navrhovaných variantách výroby. Z těchto výsledků bylo následně provedeno shrnutí a doporučení.

Na základě splnění jednotlivých dílčích cílů práce, lze konstatovat, že bylo dosaženo také splnění hlavního cíle práce a to, snížení provozních nákladů, což dokazuje kapitola 12.

Díky zjištěným údajům je nyní společnost schopna plánovat své zakázky s přesností a dodávat tak zboží včas a přitom být maximálně efektivní.

.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 5S. *API-Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* © 2005-2012 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68261.5s/>
- [2] Balancování operací. *API-Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* © 2005-2012 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68346.balancovani-operaci/>
- [3] BURIETA, Ján. 5S (metodika pre elimináciu plýtvania na pracovisku). In: *IPA Czech, s.r.o* © 2012. [online] 24.1.2007 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/5s>
- [4] Čo je štíhlá výroba?. *IPA Slovakia* © 2014 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: http://www.ipaservis.sk/Default.aspx?id=26&sub_id=0
- [5] CHROMJAKOVÁ, Felicita. Riadenie pridanej hodnoty podnikových procesov v priemysle. 2011.
- [6] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M.a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inform, 2002. ISBN 80-968583-1-9.
- [7] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK et al. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [8] KRIŠŤÁK, Jozef. Analýza a měření práce. In: *IPA Czech, s.r.o* © 2012. [online] 30.11.2007 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/analyza-a-mereni-prace>
- [9] LIKER, J.K a CONVIS, G.L. THE Toyota way to lean leadership: achieving and sustaining excellence through leadership development. New York: McGraw-Hill, c2012, xxx, 280 s. ISBN 978-0-07-178078-0.
- [10] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Vyd. 1. Liberec. Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [11] MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- [12] MOST a jeho aplikace. *API-Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* © 2005-2012 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68398.most-a-jeho-aplikace/>
- [13] Interní materiály společnosti WOCO STV s.r.o. (2012-2014)

- [14] Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. *BusinessInfo.cz: Oficiální portál pro podnikání a export* © 1997-2014 [online] 28.3.2011 [cit.2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/nove-trendy-prumyslove-inzenyrstvi-2849.html>
- [15] Optimalizace linky. *API-Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* © 2005-2012 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68402.o-ptimalizace-linky/>
- [16] Optimalizace pracoviště. *API-Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* © 2005-2012 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68401.optimalizace-pracoviste/>
- [17] PEREIRA, Ron. 10 Benefits of One Piece Flow. In: *LSS Academy* © 2014 [online] 27.3.2008 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://lssacademy.com/2008/03/27/10-benefits-of-one-piece-flow/>
- [18] PIVODOVÁ, Pavlína. Měření práce. 2011.
- [19] PIVODOVÁ, Pavlína. Moderace a WS. 2013.
- [20] SALVENDY, G. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. New York: Willey, 2001. 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.
- [21] Štíhlá výroba - Lean Production. *SyNext.cz: Konzultační firma* © 2008 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>
- [22] Tahové systémy řízení. *API-Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* © 2005-2012 [online] [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68341.tahove-systemy-rizeni/>
- [23] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-7318-381-1.
- [24] VYTLAČIL, M., I. MAŠÍN a M. STANĚK. *Podnik světové třídy: Geneze produktivity a kvality*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997, 276 s. ISBN 80-902235-1-6.
- [25] VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [26] Interní materiály společnosti WOCO STV s.r.o. (2012-2014)

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PDV	Průběžná doba výroby
TT	Takt time
MOST	Metoda nepřímého měření spotřeby času
VZ	Vzor
Var.	Varianta

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Ukázka začlenění PI do podnikové struktury (Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství, © 1997-2014).....	12
Obr. 2 Prvky štíhlé výroby (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 23).....	14
Obr. 3 7+1 druhů plýtvání (Štíhlá výroba - Lean Production, © 2008).....	15
Obr. 4 Technologické uspořádání pracoviště (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 136)	17
Obr. 5 Produktové uspořádání pracoviště (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 137).....	18
Obr. 6 Princip výrobních buněk (Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 137).....	19
Obr. 7 Základní tvary výrobních buněk (Tuček a Bobák, 2006, str. 247).....	20
Obr. 8 Typické uspořádání výrobní buňky v U – tvaru (Tuček a Bobák, 2006, str. 247).....	20
Obr. 9 Dávková výroba (Chromjaková, 2011).....	21
Obr. 10 Tok jednoho kusu (Chromjaková, 2011).....	21
Obr. 11 Prvky štíhlého pracoviště (VZ dle Košturiak, Frolík et al., 2006, str. 65)	22
Obr. 12 Yamazumi chart (zdroj: vlastní zpracování)	25
Obr. 13 Analýza a měření práce (Krišťak, 2007)	26
Obr. 14 Metody měření práce (Vytačil, Milan et al., 1997, str. 97)	27
Obr. 15 Sekvenční modely Basic MOST (Mašín a Vytačil, 2000, s. 111).....	29
Obr. 16 Vizually řízené pracoviště (Tuček a Bobák, 2006, str. 286).....	32
Obr.17 WOCO STV s.r.o. (zdroj: interní materiály společnosti).....	35
Obr. 18 Organizační struktura společnosti WOCO STV s.r.o. (zdroj: interní materiály společnosti).....	37
Obr. 19 Ukázka hotového výrobku a jeho využití (zdroj: interní materiály společnosti).....	40
Obr. 20 Layout linky X (zdroj: interní materiály společnosti)	42
Obr. 21 Svařovací stroj pro svařování I a II (zdroj: interní materiály společnosti).....	43
Obr. 22 Zalévací stroj (vlevo) a vozík v zakládací stanici (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	45
Obr. 23 Nýtování (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	46
Obr. 24 Lisovací stroje se dvěma lisovacími pracovišti a magnetovací zařízení (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	47

Obr. 25 Lisovací stroj (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	49
Obr. 26 Vakuová zkouška (vlevo) a montážní sestava (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	49
Obr. 27 Lisovací stroj (vlevo) a montážní sestava I. (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	51
Obr. 28 Lisovací stroj (zdroj: interní materiály společnosti).....	53
Obr. 29 Zkušební stůl (vlevo) a ukázka kontroly (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	54
Obr. 30 Šroubování matic (vlevo) a světelná signalizace (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	55
Obr. 31 Ukázka správného umístění dóz v proložce (vlevo) a balící bedna (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti)	56
Obr. 32 Ultrazvukové svařování (zdroj: interní materiály společnosti)	57
Obr. 33 Lisovací stroj (vpravo) a montážní sestava (vlevo) (zdroj: interní materiály společnosti).....	58
Obr. 34 Nepotřebné množství beden (vlevo), neuspořádané vozíky (vpravo nahoře), nepotřebné a neoznačené vozíky (vpravo dole) (zdroj: vlastní zpracování)	60
Obr. 35 Současný layout (vlevo) a návrh nového layoutu (vpravo) (zdroj: interní materiály společnosti (vlevo) a vlastní zpracování (vpravo)).....	65
Obr. 36 Rozklad výrobku č. 1 (zdroj: interní materiály společnosti)	68
Obr. 37 Rozklad výrobku č. 2 (zdroj: interní materiály společnosti)	80
Obr. 38 Označené hotové díly (vlevo), odpad (uprostřed) a označení pro zásobování (zdroj: vlastní zpracování).....	93

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Využití druhů MOST (VZ podle Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117-118).....</i>	29
<i>Tab. 2 SWOT analýza společnosti WOCO STV s.r.o. (zdroj: vlastní zpracování)</i>	38
<i>Tab. 3 MOST – Nýtování (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	46
<i>Tab. 4 MOST - Lisování magnetu (zdroj: vlastní zpracování)</i>	48
<i>Tab. 5 MOST - Lisování spodního dílu (zdroj: vlastní zpracování)</i>	50
<i>Tab. 6 MOST - Lisování horního dílu I (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	52
<i>Tab. 7 MOST - Lisování horního dílu II (zdroj: vlastní zpracování)</i>	52
<i>Tab. 8 MOST - Lisování dózy (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	53
<i>Tab. 9 MOST – Šroubování I (zdroj: vlastní zpracování)</i>	55
<i>Tab. 10 MOST – Šroubování II (zdroj: vlastní zpracování)</i>	56
<i>Tab. 11 Souhrn operací a jejich časy (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	61
<i>Tab. 12 Souhrn operací výrobku č. 1 a jejich časy (zdroj: vlastní zpracování)</i>	68
<i>Tab. 13 Současný layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	69
<i>Tab. 14 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	70
<i>Tab. 15 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	70
<i>Tab. 16 Výpočet nákladů k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	70
<i>Tab. 17 Nový layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	71
<i>Tab. 18 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	72
<i>Tab. 19 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	72
<i>Tab. 20 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	72
<i>Tab. 21 Nový layout a nové rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)</i>	73
<i>Tab. 22 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	74
<i>Tab. 23 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	75
<i>Tab. 24 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	75
<i>Tab. 25 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	75
<i>Tab. 26 Současný layout a nové rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování).....</i>	76
<i>Tab. 27 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	77

<i>Tab. 28 Čas části montáže z pracoviště Lisování dózy (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>77</i>
<i>Tab. 29 Čas části montáže z pracoviště Lisování dózy včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 30 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>79</i>
<i>Tab. 31 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>79</i>
<i>Tab. 32 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>79</i>
<i>Tab. 33 Souhrn operací výrobku č. 2 a jejich časy (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>80</i>
<i>Tab. 34 Současný layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>81</i>
<i>Tab. 35 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>
<i>Tab. 36 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>
<i>Tab. 37 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>82</i>
<i>Tab. 38 Nový layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>83</i>
<i>Tab. 39 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>84</i>
<i>Tab. 40 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>84</i>
<i>Tab. 41 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>84</i>
<i>Tab. 42 Nový layout a nové rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>85</i>
<i>Tab. 43 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>86</i>
<i>Tab. 44 Čas části montáže z pracoviště Lisování dózy včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>86</i>
<i>Tab. 45 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>87</i>
<i>Tab. 46 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>87</i>
<i>Tab. 47 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>88</i>
<i>Tab. 48 Současný layout a současné rozložení pracovních činností (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>89</i>
<i>Tab. 49 Čas části montáže z pracoviště Lisování magnetu včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>90</i>
<i>Tab. 50 Čas části montáže Lisování dózy včetně přechodů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>90</i>
<i>Tab. 51 Výpočet efektivity (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 52 Výpočet času k výrobě zakázky (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 53 Výpočet nákladů (zdroj: vlastní zpracování)</i>	<i>92</i>

<i>Tab. 54 Barevné značení (zdroj: vlastní zpracování)</i>	93
<i>Tab. 55 Srovnání rychlosti výroby (zdroj: vlastní zpracování)</i>	94
<i>Tab. 56 Srovnání produktivity výroby (zdroj: vlastní zpracování)</i>	94
<i>Tab. 57 Srovnání produktivity výroby na pracovníka (zdroj: vlastní zpracování)</i>	94
<i>Tab. 58 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2015 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	95
<i>Tab. 59 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2016 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	95
<i>Tab. 60 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2017 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	96
<i>Tab. 61 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2018 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	96
<i>Tab. 62 Návrh nejefektivnější výrobní varianty pro výrobek č. 1 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	97
<i>Tab. 63 Srovnání rychlosti výroby (zdroj: vlastní zpracování)</i>	98
<i>Tab. 64 Srovnání produktivity výroby (zdroj: vlastní zpracování)</i>	98
<i>Tab. 65 Srovnání produktivity výroby na pracovníka (zdroj: vlastní zpracování)</i>	98
<i>Tab. 66 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2015 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	99
<i>Tab. 67 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2016 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	99
<i>Tab. 68 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2017 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	100
<i>Tab. 69 Srovnání nákladů a počtu měsíců k výrobě zakázky v roce 2018 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	100
<i>Tab. 70 Návrh nejefektivnější výrobní varianty pro výrobek č. 2 (zdroj: vlastní zpracování)</i>	101

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)	74
Graf 2 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)	78
Graf 3 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)	87
Graf 4 Časy operací před a po úpravě (zdroj: vlastní zpracování)	91

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Logický rámec projektu

Příloha PII: Riziková analýza projektu RIPRAN

Příloha PIII: Datakarta pro Basic MOST

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Předpoklady a rizika
<p>Záměr projektu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Snížení provozních nákladů (zvýšení konkurenceschopnosti společnosti) <p>Cíl projektu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Zefektivnění vybraných pracovišť 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Snížení nákladů o X Kč ➤ MOST ➤ fotodokumentace 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Finanční výkazy a hodnoty změřené Finančním controllerem ➤ Vypracování diplomového projektu ➤ Výstupy výrobního controllingu ➤ Změny v layoutu 	<p>Předpoklady:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Spolupráce společnosti ➤ Aktivní přístup k práci ze strany studenta <p>Rizika:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nekvalitní sběr dat ➤ Chybné vyhodnocení dat ➤ Neschopnost vypracovat diplomový projekt (splnit cíl) ➤ Neochota společnosti při psaní diplomového projektu ➤ Pasivní přístup k práci na projektu ➤ Nedodržení časového harmonogramu
<p>Výstupy:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Analýza procesu výroby linky 1.2 Návrhy pro optimalizaci výrobní linky 1.3 Snížení průběžné doby výroby 1.4 Zvýšení výrobní kapacity 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Provedené a vyhodnocené analýzy 2) Veškerá dokumentace k diplomovému projektu 	<p>Vypracovaný diplomový projekt s návrhy a doporučeními</p>	
<p>Klíčové činnosti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 Návštěva společnosti a definování diplomového projektu 1.1.2 Sběr a analýza vlastních dat získaná pomocí metod a měření práce 1.1.3 Sběr dat od pracovníků společnosti 1.2.1 Vyhodnocení dat 1.3.1 Definování cíle projektu (náplň) 1.3.2 Tvorba návrhů pro optimalizaci 1.3.3 Balancování linky 1.3.4 Zhodnocení výstupů z projektu a jeho dokončení 	<p>Vstupy a zdroje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dostatek dat potřebných pro psaní diplomového projektu ➤ Vhodné pomůcky pro vlastní sběr dat (kamera, foťák, stopky) 	<p>Časový harmonogram:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 1.1.2014 1.1.2 2.1. - 3.2.2014 1.1.3 8.1. - 18.1.2014 1.2.1 4.2. - 20.2.2014 1.3.1 2.3. - 5.3.2014 1.3.2 6.3. - 20.3.2014 1.3.3 8.3. - 1.4.2014 1.3.4 2.4. - 20.4.2014 	

PŘÍLOHA P II: ANALÝZA RIZIK RIPRAN

ID	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost hrozby	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Neochota společnosti při spolupráci na projektu	Chybné vypracování projektu	15%	40%	6%	90%	5, 4 % MHR	Zjistit míru zájmu o projekt
2.	Nedostatečné podklady pro projekt	Nedostatečné vstupní data pro následné analýzy	40%	40%	16%	60%	9, 6 % SHR	Aktivní a vstřícný přístup, ochota pomoci pracovníkům společnosti
3.	Nekvalitní sběr vlastních dat	Chybné vstupní data pro následné analýzy	10%	50%	5%	70%	3, 5 % MHR	Důkladné zpracování dat
4.	Chybné vyhodnocení dat	Nepřesné návrhy a doporučení	30%	60%	18%	90%	16, 2 % VHR	Data vyhodnotit více než jednou
5.	Ztráta veškerých dat	Nemožnost odevzdat včas projekt	5%	100%	5%	100%	5 % MHR	Zálohování dat
6.	Nedodržení časového harmonogramu	Nemožnost odevzdat včas projekt	30%	50%	15%	100%	15 % VHR	Vytvořit denní časový plán včetně bufferu
7.	Omezení nebo zastavení provozu na lince	Zdržení či ukončení projektu	30%	40%	12%	100%	12 % SHR	Zjistit dopředu stav provozu na lince
9.	Pasivní přístup k práci ze strany diplomanta	Nedostatečné propracovaný projekt	15%	30%	4, 5 %	70%	3, 15 % MHR	Motivace, vidina cíle
10.	Nedostatečná znalost oboru PI	Možnost výskytu chyb při zpracování DP projektu	20%	10%	2%	20%	0, 4 % MHR	Studium odborné literatury
11.	Indispozice studenta	Nedodržení čas. harmonogramu	10%	20%	2%	10%	0, 2 % MHR	Prevence

PŘÍLOHA P III: DATAKARTA PRO BASIC MOST



Inovace studijních programů s ohledem na požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního vzdělávacího systému "Výukový podnik"

DATA KARTA pro BasicMOST

ABG		ABP		A		Obecné Přemístění			Akce na určitou vzdálenost				
Získat		Položit		Návrat					Doplňkové hodnoty				
Index x10	Akce na určitou vzdálenost	A	Pohyb těla	B	Získání kontroly	G	Umístění	P	Index x10	Kroky	Vzdálen (ft)	Vzdálen (m)	
0	≤ 2 in. (5 cm)		Žádný pohyb těla		Bez získání kontroly Držet		Bez umístění Držet Hodit		0	24	11-15	38	12
1	Na dosah				Uchopit lehký objekt Uchopit lehký objekt Simo		Odožít Volné tolerance		1	32	16-20	50	15
3	1 – 2 kroky		Sednout bez ustavení Vstát bez ustavení Sehnout se a napřímít 50 %		Získat Ne-simo Získat těžký/objemný Získat neviděný Získat blokováný Promíchání Rozpojit,Shromáždit		Volné tolerance při nevidění Umístit s ustavním Umístit s lehkým tlakem Umístit s dvojnásobným		3	42	21-26	65	20
6	3 – 4 kroky		Sehnout se a napřímít				Uložit s péčí Uložit s přesností Uložit neviděný Uložit blokováný Uložit velkým tlakem Uložit s mezipohyby		6	54	27-33	83	25
10	5 – 7 kroků		Sednout Vstát						10	67	34-40	100	30
16	8 – 10 kroků		Sehnout se a sednout, Vylézt nahoru, Slézt dolů, Vstát a sehnout se, Dvěřmi						16	81	41-49	123	38
										96	50-57	143	44
										113	58-67	168	51
										131	66-78	195	59
										152	79-90	225	69
										173	91-102	255	78
										196	103-115	288	88
										220	116-126	320	98
										245	129-142	355	108
										270	143-158	395	120
										300	159-174	435	133
										330	175-191	478	146

ABG		MX1		A		Řízené Přemístění			Tlačít/ Táhnutí		Procesní čas			
Získat		Přemístit/Spustit		Návrat					Doplňkové hodnoty		Doplňkové hodnoty			
Index x10	M	X	I	Index x10	M	X	I	Index x10	M	X	Index	Sek	Min	Hod
	Přesun řízený	Procesní čas	Vyrovnání		Tlačít / Táhnutí / Otáčet	sekundy	minuty	hodiny		Točit	Index	Otáčky		
0	Žádná činnost	žádný procesní čas	Žádné vyrovnání	0					0		24	10-13		
1	Tlačít/Táhnutí/Otáčets 12in. (30cm) Tlačít tlačítko Tlačít nebo táhnout přepínač Otáčet otočným knoflíkem	0,5 sec.	vyrovnání na 1 bod	1		0,01 min.	0,0001 hr.		1		32	14-17		
3	Tlačít/Táhnutí/Otáčets 12in. (30cm) Tlačít/Táhnutí s odporem Usadit Uvolnit Tlačít/Táhnutí se zvýš kontrolou Tlačít/Táhnutí 2 etapy ≤12in. (30cm) Tlačít/Táhnutí 2 etapy ≤ 60cm součet	1,5 sec.	vyrovnání na 2 body ≤ 4 in. (10 cm)	3	1 otáčka	0,02 min.	0,0004 hr.		3		42	18-22		
6	Tlačít/Táhnutí 2 etapy >12in. (30cm) Tlačít/Táhnutí 2 etapy >60cm součet Tlačít s 1-2 kroky	2,5 sec.	vyrovnání na 2 body > 4 in. (10 cm)	6	2 – 3 otáčky	0,04 min.	0,0007 hr.		6		54	23-28		
10	Tlačít/Táhnutí 3 – 4 etapy Tlačít s 3 – 5 kroky	4,5 sec.	vyrovnání s přesností	10	4 – 6 otáček	0,07 min.	0,0012 hr.		10		67	29-34		
16	Tlačít s 6 – 9 kroky	7,0 sec.		16	7 – 11 otáček	0,11 min.	0,0019 hr.		16					

ABG		ABP		ABP		A		Použití nástroje			Umístění nástroje		Vyrovnání strojního nástroje		
Získat nástroj		Položit nástroj		Položit nástroj		Návrat					Nástroj		Index		
Index x10	F	L	Index x10	P	I	Index x10	P	Index	I	Index	Vyrovnání na	Index	Vyrovnání na	Index	Vyrovnání na
	Činnost prstů	Činnost zápěstí	Činnost paže	Činnost nástroje											
1	Rolování	Otočení	Rázy	Točení	Klepnutí	Otočení	Rázy	Točení	Úder	Průměr šroubu		3	Obrobek		
3	Prsty, šroubová k	ruka, šroubová k, ráčna, T-klíč	klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	ráčna	T-klíč oboustranný	klíč na matice, Allen klíč	klíč na matice, Allen klíč, ráčna	ruka, kladivo	utahovačka	6	Rysku na stupnici		
6	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	10	Stupnici indikátoru		
10	2	1	1	1	3	1	-	1	-	1	1/2" (8mm)		Vyrovnání Netypických předmětů		
16	3	3	2	3	6	2	1	-	1	3	1" (25mm)		Index	Vyrovnání na	
24	8	5	3	5	10	4	-	2	2	5			0	Proti zarážboce (-kám)	
32	16	9	5	8	16	6	3	3	3	8			3	1 vyrovnání k zarážboce	
42	25	13	8	11	23	9	6	4	5	12			6	2 vyrovnání k zarážboce (-kám) vyrovnání k 2 zarážboce	
54	35	17	10	15	30	12	8	6	6	16			10	3 vyrovnání k zarážboce (-kám) vyrovnání na linku	
	47	23	13	20	39	15	11	8	8	21					
	61	29	17	25	50	20	15	10	11	27					

DATA KARTA pro BasicMOST

ABO Zlekat nástroj		ABP Paložít nástroj		ABP Použití nástroj		ABP Položit nástroj stranou		A Návrat		Použití nástroje													
C Dělit		S Povrchová úprava						M Měření		R Zaznamenání			T Myšlení										
Kroutit / Ohnout		Odštipnout t		Ustříhnout		Řezat		Čistit vzduchem		Čistit kartáčem		Ořít		Měřit		Psát		Značit		Kontrolovat		Číst	
kleště		nůžky		nůž		Získat Ne- simo		kartáč		hadřík		měřicí pomůcky		tužka		značkováč		oči, prsty		oči			
drát		stříh(y)		řez(y)		sq. ft. (0,1m ²)		sq. ft. (0,1m ²)		sq. ft. (0,1m ²)		in (cm) ft. (m)		znaky		slova		znaky		body		zmluvní hodnota slovní text	
1	střsk	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	Odřezání	1	1	1	1	3	3	3
3		2	1	-	-	-	-	-	½					2	-	1 Linka	3	3	3	3	3	3	8
6	kroutit, ohnout stříhku	4	-	-	Místo 1 oválna, boji	-	1 malý objekt	-	-	-	-	-	-	4	1	2	5	6	6	6	6	6	15
10		7	3	-	-	-	-	-	-	1				6	-	3	9	12	12	12	12	12	24
16	ohnout – závlačka	11	4	3	2	2								9	2	5							38
24		15	6	4	3									13	3	7							61
32		20	9	7	5	5								18	4	10							72
42		27	11	10	7	7								23	5	13							94
54		33												29	7	16							119

ATKFLVPTA		Ruční jeřáb									
Akce na určitou vzdálenost (kroky)		Transport do 2 tun Stopy (metry)		Zaháknout a Vyháknout		Uvolnit objekt		Vertikální přemístění		Umístění	
		Prázdný		Naložený				Palce (cm)			
3	2							9 (20)			
6	4							15 (40)			
10	7	5 (1,5)	5 (1,5)					30 (75)			
16	10	13 (4)	12 (3,5)					45 (115)			
24	15	20 (6)	18 (5,5)		Jeden nebo dva háky			60 (150)			
32	20	30 (9)	26 (8)		Smyčka						
42	26	40 (12)	35 (10)								
54	33	50 (15)	45 (13)								

Časové jednotky	
1 TMU	= 0,00001 hod = 0,0006 min = 0,036 sek
1 hodina	= 100 000 TMU
1 minuta	= 1 667 TMU
1 sekunda	= 27,8 TMU

Index	Intervalová hodnota TMU	MOST intervalová pásma TMU
0	0	0
1	10	1 – 17
3	30	18 – 42
6	60	43 – 77
10	100	78 – 126
16	160	127 – 196
24	240	197 – 277
32	320	278 – 366
42	420	367 – 476
54	540	477 – 601
67	670	602 – 736
81	810	737 – 881
96	960	882 – 1041
113	1130	1042 – 1216
131	1310	1217 – 1411
152	1520	1412 – 1621
173	1730	1622 – 1841
196	1960	1842 – 2076
220	2200	2077 – 2321
245	2450	2322 – 2571
270	2700	2572 – 2846
300	3000	2847 – 3146
330	3300	3147 – 3446