



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU

PROCESS OPTIMIZATION IN THE COMPANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Něnička

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Michal Něnička**
Vedoucí práce: **Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22
Studijní program: Procesní management

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace výrobního procesu

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu výrobního procesu
Optimalizace výrobní linky
Zhodnocení přínosu návrhu řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh na optimalizaci výrobní linky s využitím nástrojů Lean Six Sigma. Řešení vychází z analýzy současného stavu výrobního procesu a teoretických poznatků. Součástí řešení musí zhodnocení návrhu řešení.

Základní literární prameny:

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

GYGI, Craig, Bruce (Bruce David) WILLIAMS, Neil DECARLO a Stephen R. COVEY. Six Sigma for dummies. 2nd edition. Hoboken: Wiley, 2012, 375 s. ISBN 978-1-118-12035-4.

IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen: [řízení a zlepšování kvality na pracovišti]. Brno: Computer Press, 2005, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

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

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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá optimalizací výrobního procesu ve vybrané společnosti. V první části jsou vymezena teoretická východiska metodiky Lean Six Sigma a nástroje, techniky a pojmy, které tato metodika poskytuje. V analytické části je krátce představena společnost a produkt, který je na lince vyráběn. Poté jsou nástroje metodiky Lean Six Sigma využity k analýze stávajícího procesu. V návrhové části se věnuji návrhu zavedení nového procesu na výrobní lince. V závěru práce jsou zhodnoceny výsledky a je vyčíslena předpokládaná finanční úspora.

Abstract

The bachelor thesis deals with optimization of manufacturing process in the chosen company. The first part defines the theoretical basis of the Lean Six Sigma methodology and the tools, techniques and concepts that this methodology provides. The analytical part introduces the company and the product that is produced on the production line, then the tools of the Lean Six Sigma methodology are utilized to analyze the current process. The design part deals with the proposal to introduce a new process on the production line. In the final part of the thesis, the results are evaluated and the expected financial savings are quantified.

Klíčová slova

Lean Six Sigma, DMAIC, balancování linky, optimalizace procesu, Muda, úzké místo

Key words

Lean Six Sigma, DMAIC, balancing line, process optimization, Muda, bottle neck

Bibliografická citace

NĚNIČKA, Michal. Optimalizace výrobního procesu. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143094>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem ve své práci neporušil autorská práva ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisících s právem autorským.

V Brně dne 08. 05. 2022

Michal Něnička

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval paní Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za její čas a veškerou pomoc při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat vedení společnosti a mým spolupracovníkům za poskytnutí informací, jejich čas a ochotu. V neposlední řadě děkuji svým rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.

Obsah

ÚVOD	10
Vymezení problému a cíl práce.....	11
1 Teoretická východiska práce	12
1.1 Proces	12
1.2 LEAN SIX SIGMA.....	13
1.3 SIX SIGMA	13
1.3.1 Six Sigma statisticky.....	15
1.4 Lean	16
1.5 Nástroje, techniky a pojmy Lean Six Sigmy.....	18
1.5.1 DMAIC.....	18
1.5.2 Definice kritických požadavků zákazníků – CTQ.....	25
1.5.3 5S.....	25
1.5.4 Muda	28
1.5.5 Čekání.....	30
1.5.6 Paretův diagram	31
1.5.7 SIPOC	31
1.5.8 Graf přidávající hodnoty.....	31
1.5.9 Kaizen	32
1.5.10 JUST IN TIME	34
2 Analytická část	38
2.1 Představení společnosti	38
2.2 Představení produktu	39
2.3 Definování.....	41
2.3.1 Definování procesu.....	41
2.3.2 Popis pracovních činností na jednotlivých pozicích	42
2.3.3 Zmapování procesu – vstupy a výstupy	43
2.3.4 Zákaznický Takt time	45
2.3.5 Klíčový ukazatel	46
2.4 Měření	47
2.4.1 PPH	47

2.4.2	Aktuální vybalancování linky	50
2.4.3	Rozložení pracoviště a pohyb operátorů na lince	53
2.5	Analýza.....	55
2.5.1	Aktivity nepřidávající hodnotu	55
2.5.2	Gemba walk.....	58
2.5.3	Analýza vybraných aktivit s nepřidanou hodnotou.....	59
	Návrhová část	62
2.6	Zlepšit	62
2.6.1	Brainstorming.....	62
2.6.2	Redukce aktivit nepřidávajících hodnotu	63
2.6.3	Rozmístění pracoviště	66
2.6.4	Vybalancování linky	71
2.6.5	Ověření navrženého procesu	74
2.6.6	Norma hodinových výstupů a PPH	75
2.6.7	Vytvoření nových pracovních instrukcí	76
2.6.8	Vytvoření nového 5S standardu na lince.....	76
2.7	Kontrola	77
2.7.1	Kontrola hodinových výstupů.....	77
2.7.2	Kontrola trendu PPH.....	79
3	Zhodnocení	81
3.1	Zhodnocení výsledků	81
3.2	Ekonomické zhodnocení.....	82
4	Závěr	84
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	88
	SEZNAM TABULEK.....	90
	SEZNAM GRAFŮ	91
	SEZNAM ZKRATEK	92
	SEZNAM PŘÍLOH	93

ÚVOD

Výrobní společnosti v dnešní době cílí na zvyšování produktivity a zachování kvality, aby se udržely na konkurenčním trhu a byly schopny plnit požadavky zákazníků. Těchto cílů se pokouší dosáhnout vynaložením co nejmenších nákladů. To vede k zavádění různých metodik a koncepcí ve firmách. Mezi nejznámější patří Lean a Six Sigma. Lean se zabývá eliminací plýtvání ve výrobě a nastavení lepšího procesního toku. Six Sigma se zaměřuje na eliminaci neshod dříve, než se objeví. Six Sigma je disciplinovaný systémový přístup založený na práci s daty a fakty za využití statistických metod. Sloučením a vzájemným propojením dvou odlišných metodik určených pro realizaci změn vedoucích ke zlepšování výrobních a administrativních procesů vznikla metodika Lean Six Sigma, která kombinuje nástroje jak Leanu, tak Six Sigma.

Zlepšování podnikových procesů je oblast, kterou by se měla zabývat každá firma, která se chce udržet na trhu. Pokud chceme zlepšit proces, ať už se jedná o výrobní proces nebo proces v oblasti služeb, měli bychom definovat aktuální problém, poté tento proces změřit a sesbírat všechna potřebná data. Naměřená a sesbíraná data zanalyzovat a následně navrhnout možné řešení, které by přispělo k optimalizaci procesu. Pokud je tento návrh následně implementován neměli bychom zapomenout na následnou standardizaci nově zavedeného procesu, která nám pomůže proces řídit a zároveň kontrolovat.

Bakalářská práce je rozdělena do tří částí. V teoretické části popisují, co je to proces, následně se věnují jednotlivým metodikám Lean, Six Sigma a jejich vzájemnému propojení do koncepce Lean Six Sigma. Dále jsou rozebrány jednotlivé nástroje, techniky a pojmy, které jsem využil v rámci bakalářské práce.

V analytické části jsem krátce představil společnost a popsal aktuální proces výroby, kde jsem nastínil, jak vypadá výrobní linka a jaké jsou procesní kroky na jednotlivých pozicích. Následně jsem se zaměřil na měření a sběr nezbytných dat o lince a výrobním procesu. Všechna sesbíraná data jsem zanalyzoval, a identifikoval příležitosti pro zlepšení a zeštíhlení výrobního procesu. V návrhové části jsem popsal návrh na zavedení změn, které měly za cíl optimalizovat proces a dosáhnout stanoveného cíle.

Závěrem jsem zhodnotil navržené změny a vyčíslil ekonomický přínos.

Vymezení problému a cíl práce

Řešeným problémem mé bakalářské práce je optimalizace výrobního procesu na lince, která produkuje dva typy produktů. V nejmenované společnosti pracuji jako stážista na oddělení neustálého zlepšování. Pro řešení jsem využil metodiku Lean Six Sigma a nástroje, které tato metodika využívá, jako jsou např. DMAIC cyklus, balancování linky, Gemba walk, Paretův diagram a brainstorming.

Cíl bakalářské práce

Cílem mé bakalářské práce je návrh optimalizace výrobního procesu. Řešení vychází z naměřených a posbíraných dat, zmapování aktivit a následné analýzy těchto dat pomocí nástrojů metodiky Lean Six Sigma. Cílem návrhu řešení je navýšení výstupů výrobní linky alespoň o 15 %, kdy cílová hodnota byla stanovena vedením společnosti.

Jelikož se podnik snaží neustále vylepšovat a modernizovat své výrobní linky, druhotným cílem je vytvoření návrhu rozložení pracoviště na novém místě ve výrobní hale s novými pracovními stoly z modulárního systému.

,

1 Teoretická východiska práce

Obsahem teoretické části bakalářské práce jsou informace a pojmy, které souvisí s řešenou problematikou. Ve zkratce je popsán proces, dále je popsána koncepce Lean Six Sigma. Stěžejní částí jsou nástroje, koncepce a pojmy, které budu dále používány v analytické části.

1.1 Proces

„Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.“ [1, s. 14]

Proces je tedy sled činností, při nichž je aplikováno aktivní působení obsluhujících pracovníků. Pracovníci by se měli podílet jak manuálně, tak i intelektuálně na vznikajícím předmětu nebo službě, která přináší nějakou hodnotu pro budoucího uživatele, což většinou bývá zákazník procesu. [1]

Bavíme-li se o procesu, mnohdy se zabýváme popisy a návrhy procesů, procesními toky a modely. Když popisujeme proces, je potřeba shromáždit a zaznamenat informace o posloupnosti pracovních činností a jejich vzájemné provázanosti, výkonných procesních rolích, podpůrných systémech procesu a nástrojích. Dále je třeba shromáždit a zaznamenat časové, výkonnostní a kvalitativní parametry, které má proces plnit. [1]

Při zkoumání a navrhování procesu se používá celá řada popisných a analytických nástrojů. Do těchto nástrojů můžeme zařadit vývojové diagramy, popisné soubory, simulační programy a analytické nebo statistické nástroje. [1]

Budeme-li se na proces dívat v rámci jeho časového vývoje, můžeme říci, že se jedná o procesní tok. [1]

„Procesní tok je sled kroků (činností, událostí nebo interakcí), který představuje postupně rozvíjející se proces, zapojuje do spolupráce alespoň dvě osoby a vytváří určitou hodnotu pro zákazníka, jemuž má sloužit, nebo příspěvek pro podnik, v němž se uskutečňuje.“ [1, s. 15]

Procesní tok je většinou ohraničený začátkem a koncem. Procesní tok můžeme ohraničit buďto uvnitř organizace (Jestliže se nejedná o krátké a jednoduché série činností, poté se jedná o procesní tok, který prochází několika vnitřními organizačními jednotkami.),

anebo můžou být provázány až do okolního prostředí, kde se ohraničení váže směrem k dodavatelům a k zákazníkům. [1]

Procesní toky mohou probíhat v přímé návaznosti – každý následující krok je závislý na uskutečnění nebo ukončení předchozího procesního kroku. Pokud to povaha jednotlivých úkonů dovolí, mohou i probíhat paralelně. [1]

1.2 LEAN SIX SIGMA

Jedná se o metodologii, která je složena ze dvou přístupů ke zlepšování procesů. Tyto přístupy se označují jako LEAN a SIX SIGMA. Účelem je eliminovat aktivity, které nepřidávají hodnotu a dále cílí na razantní snížení variability u činností a procesů, které hodnoty přidávají. Přičemž metodologie Lean se zaměřuje na odstranění plýtvání za účelem zvyšování výkonnosti procesu, zatím co Six Sigma se zaměřuje na odstranění či snížení variability a následné zvýšení kvality výstupů. [1, 2]

1.3 SIX SIGMA

Six Sigma je jednou z nejúčinnějších metodik pro řešení problémů při zlepšování výkonnosti podniku nebo organizace. Jedná se o použití strukturované vědecké metody na zlepšení jakéhokoliv procesu ve firmě. Six Sigma se začala používat v polovině 80. let 19. století ve společnosti Motorola, kde došlo ke kombinaci nové teorie a myšlenek se základními principy a statistickými metodami z oblasti inženýrské kvality. [3]

Úkolem této metody je sběr a analýza dat za účelem, co nejlépe uspokojit potřeby zákazníka a zároveň uspokojit své potřeby – minimalizovat plýtvání zdroji a maximalizovat zisk. [3]

Pro zavedení koncepce Six Sigma do podniku je potřeba vytvořit mnoho dílčích projektů. Ty mají za cíl zlepšit aktuální firemní procesy. Na projektech se účastní kromě řadových zaměstnanců také zaměstnanci, kteří jsou vyškoleni pro vedení Six Sigma projektů. Základním nástrojem pro řízení takových projektů, je použití metodiky DMAIC. [4]

Z manažerského hlediska Six Sigma cílí, při vytváření úspěšné organizace, na zavedení kontroly a předvídatelnosti a dosažení konzistentnosti výsledků s minimální variabilitou. [3]

Six Sigma poskytuje:

1. Jasnou hodnotovou nabídku a návratnost investice

Projekty Six Sigma můžeme zlepšit ekonomické vlastnosti podniku o 70 nebo více procent. Díky tomu se zvyšují provozní marže podniku a zároveň se zvyšuje hodnota, kterou podnik poskytuje svým zákazníkům. Projekty Six Sigma mají přímé, měřitelné zaměření a dopad. [3]

2. Vysoké nasazení a odpovědnost

Six Sigma začíná u vedení podniku, které se musí aktivně zapojit do iniciativy. Musí určit cíle a stanovit plány, jak Six Sigma implementovat. Je nutné, aby vedení bylo osobně odpovědné za dosažení výkonnostních cílů, které se předem stanoví. [3]

3. Orientaci na zákazníka

Prostřednictvím nástroje hlas zákazníka (Voice Of The Customer – VOC) jsme schopni porozumět, kdo jsou naši zákazníci, co chtějí, co potřebují a za co jsou ochotni zaplatit. Díky tomu se můžeme zaměřit na hodnoty, které od nás zákazník očekává a přizpůsobit tomu celý proces. Toto poznání vede ke zvýšení jeho spokojenosti a možnosti dlouhodobé a pro obě strany spokojené spolupráce. [3]

4. Propojení s ekonomickými metrikami

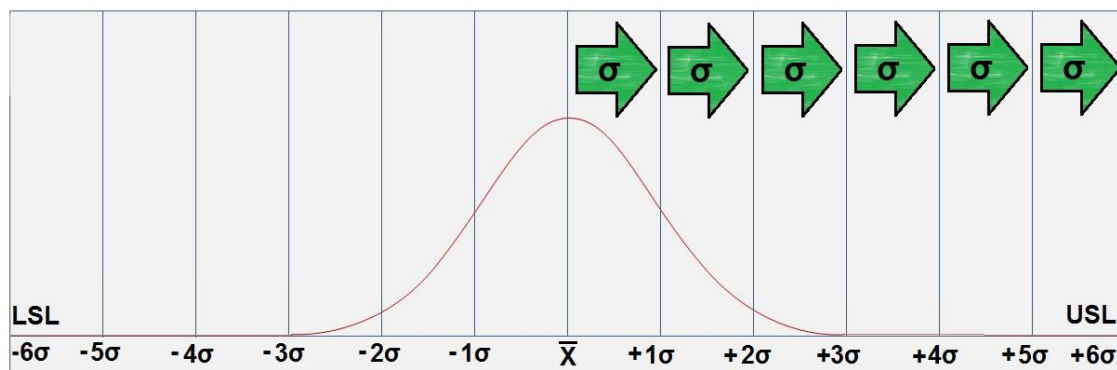
Six Sigma se liší od ostatních přístupů k neustálému zlepšování tím, že se zaměřuje i na podnikové finance a jejich návaznost na měřitelné provozní zlepšení. Podnik by měl disponovat výkonnostními analýzami, jejichž součástí jsou výkonnostní parametry. Tyto analýzy by měly být dostupné pro všechny, jejichž činnost ovlivňuje proces. [3]

5. Orientace na proces

Six Sigma může zlepšovat výkonnost jakéhokoliv procesu ve firmě. Konkrétně se zaměřuje na to, jak tyto procesy efektivně transformují materiál, suroviny a jiné vstupy na požadované výstupy. [3]

1.3.1 Six Sigma statisticky

Dosáhnout cíle rovná se dosažení šesti sigma mezi horním a dolním limitem v Gaussově křivce, která se zaměřuje na rozdělení kvality produktu. To znamená, že pokud určitý proces vyrobí jeden milion kusů výstupů, tak maximální počet neshodných výrobků bude maximálně 3,4. Proces, který splňuje Six Sigma pak zaručuje efektivitu 99,9997 %. [4]



Obrázek č. 1: Vymezení Six Sigma [5]

Způsob určení levelu Six Sigma

Nezbytným údajem pro výpočet úrovně Six Sigma je počet defektů na milion příležitostí. Označujeme ho jako DPMO (z anglického Defects Per Million Opportunities) [5]

$$DPMO = \frac{D}{N \times O} \times 10^6,$$

kde:

D ... celkový počet defektů

N ... počet ověřených kusů

O ... počet příležitostí na jednotku (např. u jednoho výrobku se můžou vyskytnout dvě vady) [5]

Jakmile známe DPMO, můžeme vypočítat úroveň sigmy:

$$\text{úroveň sigma} = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times (\ln(DPMO))},$$

kde:

DPMO ... počet defektů na jednotku [5]

Pomocí hodnoty úrovně Six Sigma (viz tabulka č.1) můžeme určit efektivitu procesu:

Tabulka č. 1: Úroveň Six Sigma [5]

Úroveň Sigma	DPMO [ks]	Vytíženost(efektivita) [%]
1	690 000	31 %
2	308 000	69,2 %
3	66 800	93,32 %
4	6 210	99,379
5	230	99,977 %
6	3,4	99, 9997 %

1.4 Lean

Metodika Lean dle Womacka a Jonese:

„Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.“ [1, s. 32]

Konceptem této metodiky je snaha o „zeštíhlení“ výroby. Za základy Leanu můžeme považovat systém TPS, neboli Toyota Production System, který definoval Taiichi Ohno v japonské automobilce Toyota. TPS stojí na dvou pilířích. První pilíř tvoří systém Just In Time (JIT). A druhým pilířem je systém zvaný Jidoka, který cílí na okamžité zastavení procesu při výskytu chyby. [6, 7]

Cílem zeštíhlení výroby je zlepšení procesu za účelem snížení neshod, stabilizace procesu, odstranění plýtvání, snížení stavu zásob a snížení celkových nákladů na proces. [8]

Metodika Lean se také používá za účelem maximalizovat aktivity přidávající hodnotu výrobku (VA-value added) a eliminovat aktivity s nepřidanou hodnotou (NVA-non value added). [8]

Z pohledu zákazníka lze rozdělit aktivity v procesu do třech kategorií:

- Aktivity s přidanou hodnotou (VA aktivity):
 - Zákazník je ochotný za ně zaplatit.
 - Aktivity, které fyzicky mění produkt nebo informace o něm.
 - Činnosti, které jsou vykonány správně a napoprvé.
 - Je to například: výroba, montáž. [8]
- Aktivity s nepřidanou hodnotou (NVA aktivity):
 - Nejsou podstatou vytvoření výstupu.
 - Nepřidávají výstupu hodnotu.
 - Je to například: manipulace, přepracování, čekání, chůze. [8]
- Aktivity nepřidávající přímou hodnotu (RNVA aktivity):
 - Jsou vyvolány externím vlivem (např. zákonem, zákazníkem), jsou nutné např. pro redukci rizik nebo finanční vykazování, ale nepřinášejí hodnotu.
 - Je to například: kontrola výrobku, likvidace nebezpečného odpadu. [8]

1.5 Nástroje, techniky a pojmy Lean Six Sigmy

1.5.1 DMAIC

Metodika DMAIC cyklu nám poskytuje formalizovanou metodu při řešení problému. Jedná se o akronym, který určuje jednotlivé fáze této metody (Define – definovat, measure – měřit, analyze – analyzovat, improve – vylepšit, control – kontrolovat). Díky této metodě lze zlepšit jakýkoliv typ procesu. [3]



Obrázek č. 2: DMAIC cyklus [9]

1.5.1.1 Definování

První fáze DMAIC cyklu se fokusuje na nalezení a pojmenování cíle projektu, který začíná jako praktický problém, jenž má negativní dopad na podnikání. Zlepšování by mělo probíhat v přímé souvislosti s uspokojením potřeb zákazníka procesu. [1, 3]

Dochází k řešení problémů, které poškozují klíčové výkonnostní prvky, jako jsou:

- životaschopnost organizace,
- spokojenost zaměstnanců nebo zákazníků,
- vynaložené náklady,
- výkonnost procesu,
- výstupní kapacita,
- Cycle Time linky,
- potenciální výnos/výstupní kapacita. [3]

Dílčí kroky fáze definování:

1. Vymezení a definování problému zahrnuje:

Stanovení rozsahu podnikatelských potřeb, shromáždění a analýzu požadavků zákazníka, dokumentaci současného procesu (hrubá procesní mapa). [1]

Typické nástroje:

- průzkumy požadavků a potřeb zákazníků,
- definice kritických požadavků zákazníku CTQs,
- procesní mapy a diagramy,
- SIPOC,
- mapování toků hodnototvorných činností. [1]

2. Stanovení rozsahu projektu zahrnuje:

Pojmenování problému a očekávané přínosy, popis vybraného problému a záměru řešení, odhad přínosů – finanční nebo jiný. [1]

Typické nástroje:

- nástroje pro identifikaci problémů v procesech,
- kano model,
- benchmarking,
- kvalitativní analýzy,
- prioritizační matice. [1]

3. Sestavení plánu projektu zahrnuje:

Návrh metody a postupů, které budou v rámci projektu využívány, vyhodnocení rizika, identifikace vlastníků projektu, sestavení plánu, vytvoření časového rozvrhu a hlavní milníky práce. [1]

Typické nástroje:

- DMAIC nebo krátkodobý přístup Lean,
- analýza zájmových skupin a rizik projektu,
- projektový management,
- základací listina projektu a plán projektu. [1]

1.5.1.2 Měření

Ve druhé fázi DMAIC cyklu je potřeba sesbírat údaje o současném stavu procesu s ohledem na zadání projektu. Jedná se o návrh kontrolního systému měření a systému měřítek, který umožní sledovat rozvoj projektu a poskytuje přehled o tom, zda směřujeme k cílům. [1]

Dílčí kroky fáze měření:

1. Zdokumentování současného procesu zahrnuje:

Vytvoření diagramu procesního toku, lokalizaci a pojmenování problémového místa, vyhodnocení složitosti problému. [1]

Typické nástroje:

- diagram procesních toků,
- detailní mapy vybraných procesů,
- oborové vzory. [1]

2. Navržení systému měření zahrnuje:

Prověření schopnosti současných systémů měření, vyhodnocení kvality současného měřicího systému, sestavení plánu pro provádění měření. [1]

Typické nástroje:

- definování metrik,
- plány sběru potřebných údajů,
- vzorkování,
- analýzy kvality měřicích systémů,
- grafické metody hodnocení rozptylů a trendů pro posouzení měřicího systému,
- histogramy. [1]

3. Stanovení aktuální výkonnosti procesu zahrnuje:

Shromáždění základního vzorku údajů měření, upravení měřicího systému, je-li to pro splnění cíle nezbytné, stanovení výchozí základny měření, provedení vlastního měření, stanovení výchozích výkonnostních parametrů procesu. [1]

Typické nástroje:

- sběr dat,
- tabulky a grafy,
- měření výkonnosti procesů v úzkých místech. [1]

1.5.1.3 Analýza

Třetí fází DMAIC cyklu je fáze analýzy. Ta má za úkol vyhodnotit údaje, které byly v předchozích částech (měření) sesbírány, zjistit pomocí matematických, statistických a grafických nástrojů příčiny vzniku problémových míst v procesu a následně je ověřit. [1]

Dílčí kroky fáze analýzy:

1. Identifikace potenciální příčiny problémů v procesu zahrnuje:

Sestavení seznamu možných vlivů, vyhledání charakteristických problémů, vymezení oblasti zájmu. [1]

Typické nástroje:

- skupinové diskuse – brainstorming, brainwriting,
- hloubkové analýzy např. „Pětkrát proč“,
- analytické metody pro hledání příčin,
- analýza rozptylů a trendů. [1]

1. Vyhodnocení podstatných vlivů zahrnuje:

Výběr skupiny vlivů na proces důkladné analýzy, shromáždění údajů o příčinách na proces, provedení potřebné grafické analýzy, vymezení potřebné statistické analýzy. [1]

Typické nástroje:

- analýza problémových vlivů a jejich důsledků,
- Paretův diagram,
- kvantitativní nástroje pro identifikaci problémů v procesech,
- statistické metody,
- kapacitní a časové analýzy. [1]

2. Vyslovení závěru analýz zahrnuje:

Identifikování oblasti zdrojů odchylek, vyhodnocení nalezené závislosti jevů a příčin, vyslovení hypotézy o závislosti jevů a příčin, kvantifikování závislosti jevů a příčin. [1]

Typické nástroje:

- návrhy experimentů, ověřování hypotéz,
- korelační analýzy a analýzy odchylek,
- matematické modely a simulace. [1]

1.5.1.4 Zlepšení

Po odhalení problémů a následném ověření, že nejde o náhodnou událost se přechází k hledání řešení, které má potíže odstranit. Ve fázi *Zlepšení* cílím na navrhování různých řešení pro problémová místa v procesu, z jichž by mělo být vybráno to nejvhodnější, které pomůže dosáhnout stanoveného cíle. Řešením může být návrh nových postupů, stanovení technologických změn, přerozdělení práce nebo zavedení vlastních zvolených změnových návrhů. [1]

Dílčí kroky fáze zlepšení:

1. Návrh potenciálních řešení problémů zahrnuje:

Návrh potřebné zkoušky pro výběr řešení, navržení varianty potenciálních řešení. [1]

Typické nástroje:

- prototypy a pilotní studie,
- 5S,
- 7M,
- diagramy silových polí. [1]

2. Výběr a ověření řešení zahrnuje:

Vyhodnocení a zvolení vhodného řešení, ověření způsobilosti nového řešení, provedení nezbytných korekčních změn. [1]

Typické nástroje:

- Brainstorming,
- návrhy experimentů a ověřování hypotéz,
- funkční rozklad kvality,
- diagramy a maticové hodnotící systémy,
- matematické modely a simulace,
- Pughova matice. [1]

3. Navržení implementačního plánu zahrnuje:

Zavedení časového rozvrhu a hlavních milníků, prezentování výsledků vlastníkům procesu. [1]

Typické nástroje:

- analýzy rizik projektu,
- projektový management a plán projektu. [1]

1.5.1.5 Kontrolovat

Poslední fází DMAIC cyklu je fáze *Kontrolovat*. Někdy je taky nazývána *Řízení*. Ta nastává poté, kdy byl proces zinovován a byly implementovány změny. Nový proces musí být stabilizován definovanými procedurami a podnikovým řádem. To se projeví například v nových tréninkových metodách, pracovních instrukcích nebo operačních nařízeních. Musí být zajištěno, aby všechny nově navržené postupy byly dodržovány a nedošlo k navrácení do předchozího stavu. [1]

Dílčí kroky fáze kontrolovat:

1. Návrh plánu řízení a kontroly zahrnuje:

Vyladění nového řešení, navržení měřítek řízení a doplnění měřítek do systému měření, ověření metody řízení a kontroly. [1]

Typické nástroje:

- metody zajištění procesů proti chybám (poke-yoke),
- matematické metody,
- návrhy měřících systémů. [1]

2. Implementace navrženého řešení zahrnuje:

Aktualizování procesních dokumentací, rozpracování potřebných standardů a provozních procedur, vyhodnocení výsledku implementace. [1]

Typické nástroje:

- systémy řízení kvality (například ISO9000 nebo CMMI),
- analýzy odchylek, rozptylů a trendů,
- kontrolní tabulky a výčty,
- pravidla podnikového reportingu. [1]

3. Stabilizace změny zahrnuje:

Navržení plánu pro převedení do standardního provozu, předání procesu vlastníkov, vyhodnocení projektu. [1]

Typické nástroje:

- systémy řízení změn,
- rozpočty a modely odhadu nákladů,
- signalizační a prezentační manažerské systémy (Dashboards). [1]

1.5.2 Definice kritických požadavků zákazníků – CTQ

Jedná se o nástroj metodiky Six Sigma konkrétně využívaný v nástroji hlas zákazníka, který je používán k identifikaci jeho potřeb a převedení těchto žádostí do měřitelných požadavků na produkt a proces. Chceme-li uspokojit potřeby zákazníka, musíme být schopni změřit, jestli jeho potřeby naplňujeme nebo ne. [3]

Nejprve se stanoví potřeba zákazníka. Tuto potřebu převedeme na klíčový ukazatel, ten dále rozdělíme na jednotlivé měřitelné parametry-CTQ. Následně je potřeba specifikovat, v jakých tolerancích se musí kritické požadavky zákazníka objevovat, aby byl zákazník spokojen. Tzn. kde je měřitelná hranice mezi spokojeností a nespokojeností. Znalost a naplnění těchto kritických parametrů je z hlediska dlouhodobého úspěchu společnosti nezbytná. [10]

1.5.3 5S

Metoda 5S slouží k tvorbě a udržitelnosti organizovaného, čistého, bezpečného a značně výkonného pracoviště. Umožňuje na první pohled rozlišit mezi normálními a abnormálními podmínkami na pracovišti. Podstatou je neustálé zlepšování, nulová chybovost, snížení nákladů a zaručení bezpečného pracovního prostředí. Angažovanost zaměstnanců na pracovišti vede k systematickému zlepšení pracovního prostředí, procesů a produktů. [11]

1.5.3.1 Seiri (Vytřídit)

V rámci prvního kroku je potřeba rozdělit položky na pracovišti do dvou kategorií. A to na nezbytné a zbytečné. Přičemž zbytečné položky by měly být z pracoviště odstraněny.

Odejmuto z pracoviště by mělo být vše, co nebude používáno v nejbližších 30 dnech. Položky k odstranění a položky, u nichž není zcela jasné, jestli budou používány se následně označí červeným štítkem. Nalezne-li zaměstnanec provozu červený štítek na položce, kterou skutečně potřebuje, musí předvést k čemu je v provozu využívána a poté může být na pracovišti ponechána. Následně se všechny položky, které jsou označeny červeným ukazatelem, odstraní. Věci, které v provozu nemají žádnou využitelnost jsou vyhozeny. A věci, které budou v budoucnu potřeba, ale nebudou využity v následujících třiceti dnech, musí být přestěhovány na příslušné místo. Tímto zůstávají na pracovišti pouze věci, které mají využitelnost při aktuálním procesu.

V rámci prvního kroku 5S by se mělo zaměřit i na rozpracovanou výrobu, pro níž neexistuje okamžitá spotřeba. [12]

1.5.3.2 Seiton (Srovnat)

Jakmile jsou na pracovišti všechny položky vytřízeny, je na řadě druhý krok-Seiton. Aby nedocházelo k dlouhému hledání potřebných pracovních nástrojů, je potřeba všechny položky klasifikovat a dle jejich použití je seřadit tak, aby na jejich nalezení nebylo třeba vynaložit příliš času a úsilí. K dosažení tohoto cíle je potřeba, aby každá položka měla svoje místo určení, název a objem či počet. Také by měl být specifikován maximální počet povolených položek na pracovišti. [12]

Položky, které jsou ponechány na pracovišti, by měly mít své místo určení – adresu. Také každé pracoviště by samo o sobě mělo být adresou. Jednotlivá pracoviště by měla být specificky označena. Položky jako zásoby, nástroje, upínací nástroje, formy, vozíky, rozpracované výrobky a požární hydranty by měly být označeny adresou nebo speciální značkou, a to buď značkami na podlaze, nebo značením na jednotlivých pracovištích. Značením vzniká prostor k uskladnění maximálního počtu položek. Pokud dojde k překročení maximálního počtu, pracovník je okamžitě schopen vizuálně rozpoznat odchylku. Potřebné nástroje by měly být umístěny na dosah ruky, aby je bylo snadné uchopit a opět odložit na místo. [12]

Barevně by také měly být označeny chodby a průchody. Chodby a průchody slouží k pohybu zaměstnanců, a měly by tak zůstat prázdné. Nezaplněné by měly zůstat proto, aby jakýkoliv nechaný předmět byl okamžitě viditelný a mohl být odstraněn. [12]

1.5.3.3 Seiso (Vyčistit)

Třetí fází je krok Seiso. To znamená vyčistit pracoviště. Čisté musí být stroje a nástroje, ale také podlahy, zdi a další místa ve firmě. Zde se můžeme řídit poučkou „Seiso znamená kontrola“. Obsluha zařízení může při čištění narazit na menší nedostatky a různé drobné poruchy. Pokud jsou tyto problémy odhaleny, je jednoduché je dát do pořádku. [12]

1.5.3.4 Seiketsu (systematizovat)

V doslovném překladu slovo Seiketsu znamená udržovat osobní čistotu. Pracovník by měl mít vhodný pracovní oděv, ochranné brýle, rukavice a pracovní boty. Pracoviště by mělo být udržováno v čistém a nezávadném stavu. Slovo Seiketsu také znamená, že by se mělo neustále a každodenně pracovat na třech předchozích pilířích 5S (seiri, seiton a seiso). Pokud by bylo v rámci 5S dosaženo určitých cílů a pokud by tato činnost neprobíhala na každodenní bázi, zanedlouho bychom se vrátili tam, kde jsme byli. Proto je potřeba, aby management zavedl systémy a postupy založené na každodenní bázi, které zajistí kontinuitu, jako například rozhodnout v jakém časovém intervalu budou probíhat činnosti seiri, seiton a seiso. Management by měl pocítovat závazek vůči 5S, podporovat ho a účastnit se jednotlivých kroků. [12]

1.5.3.5 Shitsuke (Standardizovat)

Shitsuke neboli sebedisciplína. Můžeme říci, že lidé, kteří mají ve zvyku uplatňovat seiri, seiton, seiso a seiketsu každodenně, získali disciplínu. Základem 5S je dodržovat dohodnutá pravidla. V tomto stádiu 5S je potřeba, aby management zavedl standardy pro každý krok a zajistil jejich následné dodržování. Součástí standardů by měl být prostředek na ohodnocení dosažených pokroků. [12]

Známe 5 způsobů, jak hodnotit úroveň 5S, a to buď jako celek, nebo v jednotlivých fázích:

1. vlastní hodnocení,
2. hodnocení odborným poradcem,
3. hodnocení nadřízeným,
4. kombinace výše uvedeného,
5. soutěžení mezi pracovišti. [12]

Pro zaznamenání pokroku musí být hodnocení prováděno pravidelně. [12]

Po skončení seiso by management měl dohlédnout na udržení a zabezpečení tempa celého procesu 5S. Pokud se kontroly nebudou dělat na pravidelných bázích, hrozí to, že se podmínky na pracovišti začnou vracet do starých kolejí. Proto je potřeba vybudovat systém, který zajistí kontinuitu všech činností v rámci pěti S. [12]

1.5.4 Muda

Muda je japonské slovo, které znamená odpad či plýtvání, ale má i mnohem hlubší význam. Proces je tvořen dílčími aktivitami, které buďto procesu přidávají hodnotu, nebo hodnotu nepřidávají. Aktivita s přidanou hodnotou (anglicky: Value Added Activity – VA) tvoří přidanou hodnotu, za kterou nám zákazník platí. Dále se v procesu vyskytují aktivity s nepřidanou hodnotou (anglicky Non Value Added Activity – NVA), to jsou ty aktivity, za které zákazník neplatí a které se označují jako muda. [12]

Dle Taiichi Ohno můžeme klasifikovat muda na pracovišti do následujících sedmi kategorií:

1. muda nadprodukce,
2. muda zásob,
3. muda oprav a zmetků,
4. muda pohybu,
5. muda zpracování,
6. muda čekání,
7. muda dopravy. [12]

1.5.4.1 Nadprodukce

Nadprodukce se dá označit jako výroba většího počtu produktů, než je potřebné. Nadprodukce se odvíjí od mentality vedoucích výrobních linek. Ti se obávají problému na lince (např. porucha stroje, absence dělníků, vysoká zmetkovitost atd.), proto cítí potřebu vyrábět více – jenom pro jistotu. To má za následek plýtvání surovinami, lidskými a energetickými vstupy, kapacitou výrobních zařízení, prostorem na uskladnění přebytečných zásob, náklady na dopravu a administrativu. [12]

Nadprodukce je ovlivněna těmito nesprávnými předpoklady nebo postupy:

- Bude se vyrábět tolik produktů, kolik je možné, bez ohledu na tempo následujícího procesu nebo výrobní linky.
- Obsluze strojů se poskytne dostatek volnosti k práci.
- U každého procesu nebo linky se bude zvyšovat jejich produktivita.
- Zvýšení poměru produktů, které se musí vyrobit bez nutnosti jakékoliv opravy.
- Využívat rezervní kapacity a produkovat více než je potřeba.
- Zavádění nákladných zařízení a strojů z důvodu nemožnosti je odepsat, do zvýšení jejich koeficientu využití. [12]

1.5.4.2 Zásoby

Pod pojmem zásoby si lze představit finální produkty, obrobky, díly a součástky. To vše jsou zásoby, které nepřidávají hodnotu. Tyto zásoby zabírají místo a vyžadují zapojení dalších subjektů, jako jsou např. sklady, vysokozdvižné vozíky a dopravníky. S tím je spojena vynaložená lidská síla na provoz a řízení. Všechny tyto aspekty zapříčiňují zvyšování provozních nákladů. Nadměrné zásoby jsou důsledkem nadprodukce. [12]

1.5.4.3 Opravy a zmetky

Zmetky mají za následek přerušení výroby a následné nákladné opravy. Mnohdy se musí vyhodit – opět vzniká ohromné plýtvání zdroji a prací. V prostředí sériových výrob mohou automatické stroje v případě poruchy vyprodukovat obrovské množství vadných produktů, než je problém zaregistrován. Zmetky mohou mít také za následek poškození drahých výrobních či upínacích zařízení. Aby se zabránilo vysoké zmetkovitosti, je potřeba stroje vybavit mechanismem, jenž zastaví výrobu, pokud se objeví vadný produkt. [12]

1.5.4.4 Pohyb

Nepřidanou hodnotu také tvoří pohyby zaměstnanců, které nejsou přímo spojeny s přidáváním hodnoty. Jedná se například o chůzi nebo o těžkou práci, jako je např. zvedání či nošení těžkých břemen. Všechny tyto aktivity by měly být eliminovány. [12]

1.5.4.5 Zpracování

Nevhodná technologie nebo nevhodné provedení určité činnosti v samotné části procesu může vést také k plýtvání. Jedná se například o neproduktivní údery lisu, náběh či přeběh obráběcího stroje atd. K plýtvání také dochází, pokud nejsme schopni časově sladit jednotlivé procesy. Odstranění tohoto druhu plýtvání lze dosáhnout pomocí technik, které jsou postaveny na zdravém rozumu a nízkých nákladech. Můžeme i zkombinovat výrobní úkony např. spojením dvou částí linek do jedné. [12]

1.5.5 Čekání

K čekání dochází, pokud se práce na lince zastaví. Nerovnováha na lince, nedostatek součástek, porucha stroje nebo také, pokud pracovník pouze pozoruje stroj, který provádí aktivitu s přidanou hodnotou. Toto plýtvání lze snadno odhalit. Těžší je odhalit čekání během kompletace nebo zpracovávání výrobků na lince. I když se zdá, že obsluha tvrdě pracuje, může se vyskytnout plýtvání ve formě vteřin či minut, kdy pracovník čeká, než se objeví další produkt. V tomto intervalu obsluha pouze pozoruje výrobní linku. [12]

1.5.5.1 Doprava

Jedná se o plýtvání, které způsobuje určitý druh dopravy. Může se jednat o vozík, vysokozdvižný vozík nebo dopravní pás. Sice je doprava nezbytnou součástí výrobního procesu, ovšem pohyb produktů a materiálu žádnou hodnotu nepřidává. Při dopravě může dojít i k poškození produktu. Pokud jsou dva navazující procesy od sebe fyzicky vzdáleny, je potřeba eliminovat tuto vzdálenost, popřípadě tyto dva procesy sloučit do jedné linky, je-li to možné. [12]

1.5.6 Paretův diagram

Je jedním z typů sloupcového grafu. Vodorovná osa představuje kategorie, které většinou popisují poruchy, chyby nebo příčiny (zdroje) poruch/chyb. Z hodnot na svislé ose a výšky jednotlivých sloupců můžeme vyčíst počet či podíl chyb/poruch anebo jejich dopad ve formě zpoždění, nákladů, přepracování atd. Dle uspořádání sloupců od největšího po nejmenší můžeme určit, která kategorie přinese největší zisk a která přispívá pouze nepatrně. [11]

1.5.7 SIPOC

Jedná se o zmapování procesu, které zachycuje zásadní informace pro projekt. Diagram SIPOC pomáhá vymezit hranice projektu a jeho rozsah. Také pomáhá určit výstupy procesu jejich následné zákazníky a vstupy, které vstupují do procesu a jejich dodavatele. [11]

1.5.8 Graf přidávající hodnoty

Tuto metodu můžeme také označit jako graf plánovaných časů nebo doby taktu. Slouží k vizualizaci časů aktivit u jednotlivých kroků v procesu. Proces se rozdělí na aktivity, které přidávají hodnotu (VA), nepřidávají hodnotu (NVA) a nepřidávají přímou hodnotu (RNVA). Výsledek je znázorněn jako sloupcový graf, kde každý sloupec znázorňuje celkový procesní čas jednoho kroku. Sloupec je dále rozdělen na VA, NVA a RNVA aktivity. [11]

Celkový graf zvýrazňuje rovnováhu času mezi procesními kroky. Jednotlivé procesní kroky se dále porovnávají vůči požadovanému taktu. Pokud procesní čas v jednom z kroků procesu přesahuje požadovaný takt, tak musí být zlepšen. [11]

Zlepšování může probíhat jako:

1. snížení nebo eliminace času u NVA aktivit,
2. zlepšení času u VA aktivit,
3. snížení času u RNVA aktivit,
4. přesunutí některé z těchto aktivit v rámci procesu. [11]

Cílem je vyrovnat časy u všech kroků – vybalancovat linku tak, aby časy dosahovaly přibližně stejné hodnoty. [11]

1.5.9 Kaizen

Výraz kaizen pochází z japonštiny a je složený ze dvou slov a to „kai“ – změna a „zen“ - dobrý, lepší. Dalo by se říct, že slovo kaizen v překladu znamená změna k lepšímu. Jedná se o systém kontinuálního zlepšování, který můžeme používat v osobním, sociálním i pracovním životě. [13]

V pracovním odvětví je do kaizenu zapojen každý – od manažerů až po dělníky. Kaizen je založený na tom, že lidé v podniku musejí používat svůj vlastní rozum stejně dobře jako svaly a ruce. Nejedná se o přenesení zodpovědnosti managementu na pracovníky ve výrobě, nejsou to ani schůzky, na kterých jsou řešeny akutní problémy v oblasti kvality nebo nákladů. Jedná se o propracovaný a skvěle organizovaný systém, který se využívá téměř ve všech vyspělých světových firmách. [13]

Kaizen se nerealizuje jednorázovými velkými změnami, ale zdokonalováním všech detailů, a to i těch nejmenších. O tomto systému můžeme někdy hovořit jako o Gemba Kaizen. Kdy slovo *gemba* znamená místo, většinou se jedná o pracovní plochu (např. výrobní linka), kde je prováděna určitá činnost nebo proces, kterou následně chceme zlepšovat. [13]

Základní zásady systému Kaizen:

- Věnovat pozornost každému zlepšení, i kdyby bylo jen málo významné.
- Otevřenost pro každého zaměstnance. Každý zaměstnanec se může podílet na procesu zlepšení.
- Před zavedením zlepšení je potřeba zanalyzovat současný stav a možné pozitivní a negativní vlivy na proces.
- Z 50 % představuje Kaizen práci dobrého manažera.
- Hlavní úkoly managementu jsou vytvoření a udržování standardů a jejich zlepšování.
- Vyzdvihovat úlohu pracovního týmu, podpora vzájemné spolupráce a iniciativy pracovníků při řešení problémů.
- Prostřednictvím pracovních schůzek týmu pod vedením moderátora hledat řešení. Schůzka by měla být dobře vedena a měla by být vytvořena dobrá příprava.

Důležitý je výběr témat, která budou probírána a následné zabezpečení realizace změn.

- Být obeznámený o současném stavu ve výrobě, podnikových cílech a o problémech v procesu, které představují omezení, resp. úzké místo v procesu.
- Účinná podpora ze strany managementu podniku. Jelikož je kaizen postavený na aktivitách zdola, je třeba zajistit silnou podporu shora.
- Vytvoření podmínek pro komunikaci mezi pracovníky (konzultační místnosti, komunikace v průběhu výroby, návštěvy pracovníků managementu ve výrobě atd.).
- Motivace zaměstnanců při spoluúčasti na úspěchu. Zavedení materiálního a finančního ohodnocení pro dobrá řešení.
- Podporovat zlepšení, na která není potřeba vysoká investice a dají se rychle vyhodnotit a realizovat. [13]

Implementace Kaizenu může mít mnoho podob. Kaizen může mít podobu jako např. kroužek zlepšování kvality nebo kaizen workshop. Každá firma má vlastní cíle, potřeby, kulturu a motivační orientaci pracovníků. Proto je třeba, aby firma svůj systém zlepšování přizpůsobila vlastním požadavkům. [13]

Každý Kaizen by se však měl držet pěti základních kroků.

1. **Procházka pracoviště (Gemba Walk)** – Pro pochopení jak funguje pracoviště, je potřeba na pracovišti strávit nějaký čas. Pomocí pozorování můžeme identifikovat základní druhy plýtvání (muda) a případné další problémy.
2. **Zhodnocení Gemba** – Všechny poznatky získané v rámci Gemba Walk se sesbírají, následně se rozdělí dle důležitosti (lze použít matici dopadu/úsilí), popř. se doplní informace ke skutečnostem, které byly zaznamenány.
3. **Navržení dočasných opatření** – Pokud se v procesu objeví chyby a nedostatky, je potřeba, aby bylo zavedeno dočasné opatření. Po zavedení se podnik nesmí spokojit pouze s tímto řešením, ale je potřeba, aby tyto nedostatky byly řešeny pomocí dlouhodobých opatření.

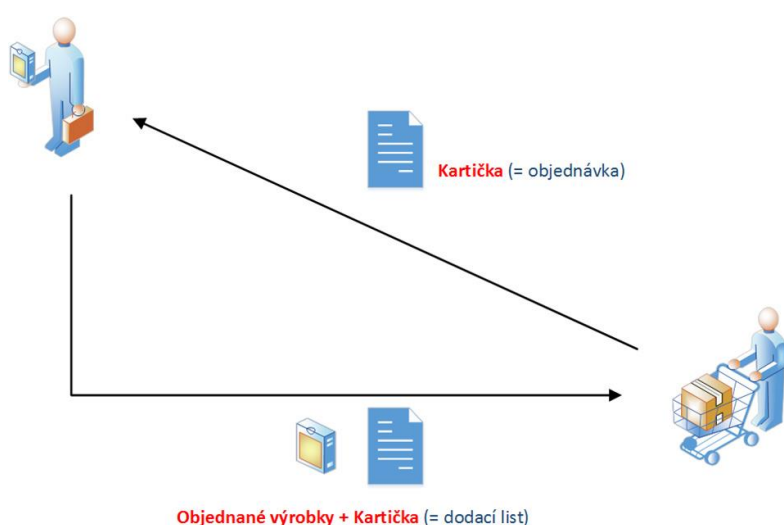
4. **Nalezení kořenové příčiny** – Po zavedení dočasných opatření je třeba analyzovat vyskytnuvší se problémy. Používají se zde nástroje jako Ishikawa diagram, metoda 5x proč, Paretův diagram atd. Po vyhodnocení analýzy je třeba odstranit příčiny problémů.
5. **Standardizace a zamezení opakovatelnosti** – Po analýze a následném odstranění problému nadchází krok standardizace. Kdy je potřeba standardizovat proces tak, aby došlo k zamezení návratu do původního stavu. [14]

1.5.10 JUST IN TIME

Metoda „Just in Time“, česky „Právě v čas“ vznikla v Japonsku, ve společnosti Toyota. Koncepce této metody spočívá v tom, že je do postupných stupňů výroby (montáže) dodáván přesný počet materiálu za vhodnou dobu (tzv. Systém tahu). Pro zavedení tohoto konceptu bylo potřeba obrátit proces myšlení. Normálně byl materiál pro další stupeň výroby odvážen, jakmile byl připraven-systém tlaku. Ale koncepce JIT tuto zvyklost otočila. Z předchozího stupně do následujícího stupně se odebírá pouze přesný počet jednotek. To má za následek významný pokles v množství zásob. [15] Pomocí tahového systému je podnik schopen vyrábět pružné řady produktů, a to při minimálních zásobách a krátkých průběžných dobách. Efektem je poté plynulý tok výroby. Tahový systém poskytuje podniku schopnost dodat produkt k zákazníkovi rychleji, bez zbytečných zdržení a při nízkých zásobách. Méně čekání, méně plochy a manipulačních činností-to vše znamená nízké zásoby. [13]

1.5.10.1 Kanban

Jedním z nástrojů, jak dosáhnout koncepce „Právě v čas“ je systém kanban. Kanban neboli značka či štítek se v tomto systému užívá jako komunikační nástroj. V rámci pohybu materiálu na lince je každému boxu s výrobním materiálem připojen kanban. Materiál se dodává na linku dle potřeby. Poté, co je spotřebován, je kanban vrácen a využívá se jako záznam o provedené práci a také jako objednávka dalšího materiálu. Kanban umožňuje koordinovat přísun materiálu na linku a minimalizuje jednotlivé procesy. [15]



Obrázek č. 3: Princip kanbanu [16]

Základní prostředky systému kanban jsou:

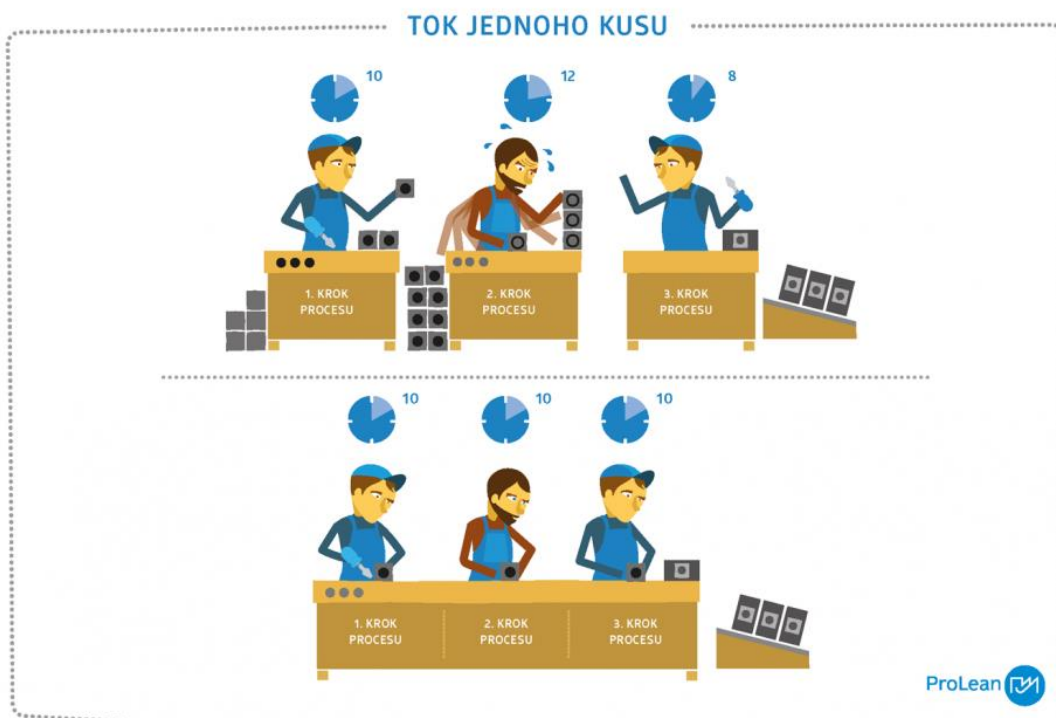
- Kanban karta – představuje objednávku odběratele (interní nebo externí) a využívá se pro přenos informací (Kanban karta může být nahrazena jiným druhem signálu – např. světlo, volná plocha, obrácená přepravka aj.).
- Kanban tabule – jedná se o místo, kde jsou informace o požadavcích interního objednavatele, ty následně přebírá interní dodavatel. Je základním vizuálním prvkem.
- Kanban schránka – zde se odkládají kanban karty s požadavky odběratele. Schránka je umístěna na pracovišti interního odběratele. [13]

Základní pravidla systému kanban:

- Následující proces musí odebírat výrobní díly z předchozího procesu dle příslušné kanban karty.
- Vyrábí se pouze to, co kanban karta povoluje – je nepřípustné přidělovat výrobu součástek bez kanban karty.
- Je nepřípustné, aby byly odebírány nekvalitní díly z předchozí operace. Pokud se vyskytne neshodný výrobek, je potřeba výrobu okamžitě zastavit.
- Palety nebo krabice s díly lze přemísťovat pouze s kanban kartou.
- Počet kanban karet v oběhu by měl být shodný s potřebami konečné montáže. [13]

1.5.10.2 One piece flow

Jinak tok jednoho kusu materiálu, je nástroj, který napomáhá podniku dosahovat JIT (Just In Time). One piece flow se vztahuje převážně na procesy v rámci výrobní linky, kdy se materiál pohybuje operacemi krok za krokem bez mezizásob. Systém toku jednoho materiálu je vhodný spíše pro buňkové uspořádání pracoviště. [17]



Obrázek č. 4: One Piece Flow [18]

Cílem tohoto nástroje je:

- snížení výrobní dávky o velikosti jednoho kusu,
- snížení zásob a rozpracovanosti mezi jednotlivými pracovišti,
- snížit průměrnou dobu výroby,
- zvýšení flexibility výroby,
- odstranění plýtvání ve výrobě (nadvýroba, čekání, zásoby, zbytečný pohyb, manipulace),
- snadné odhalení vad a zamezení jejich rozšíření. [18]

Tok jednoho kusu nejde vždy a všude zavést, někdy se může hodit, aby byl zaveden tok jedné dávky. Existuje několik podmínek, za jakých není dobré tok jednoho kusu zavádět. [19]

Podmínky pro nezavedení toku jednoho kusu:

- Proces způsobuje příliš mnoho vad.
- Časy u jednotlivých procesů musí být opakovatelné. Při velké variabilitě času nelze zavádět tok jednoho kusu.
- Pokud ve výrobě dochází k technickým prostojům. Dostupnost zařízení by se měla pohybovat okolo 100 %.
- Proces není vybalancovaný – časy u jednotlivých kroků by měly být stejné nebo podobné. [19]

Pro zavedení toku jednoho kusu je zásadní, aby pracoviště bylo do tvaru písmene „U“ nebo „L“ nebo případně „II“. Metoda je velmi komplexní, a její implementace není vůbec jednoduchá, jelikož se jedná o velký zásah do pracoviště a myšlení pracovníků. [19]

2 Analytická část

V analytické části bakalářské práce nejprve krátce představím společnost, kde byla bakalářská práce tvořena. Následně představím produkt, který se vyrábí na výrobní lince. Poté pomocí prvních tří fází DMAIC cyklu definuji proces, sesbírám a změřím potřebná data a závěrem tyto data zanalyzuji.

2.1 Představení společnosti

Společnost XYZ, je dceřinou společností XY Inc., se sídlem v USA, která zaměstnává přes 30 000 zaměstnanců. Společnost má 30 výrobních a vývojových závodů a distribučních center, které můžeme najít po celém světě, např. v Mexiku, Číně, Indii, Velké Británii atd. [20]

Brněnská pobočka sídlí v Brně-Slatina. Zaměstnává přes 1400 zaměstnanců. Mezi její zákazníky patří firmy jako: Deutsche Telekom, British Telecom, Orange Spain, Telefónica a další. V závodě se nachází 4 výrobní oddělení a sklad. Společnost se řídí managementem jakosti ISO 9001 a managementem environmentu ISO 14001. [20]

Do portfolia výrobků můžeme zařadit optické kabely, hybridní kabely a pasivní optické prvky (rozvaděče, těsnění, spojky, adaptéry atd.) [20]



Obrázek č. 5: Brněnský závod společnosti [20]

2.2 Představení produktu

Produkt, který je vyráběn na výrobní lince se nazývá MJC. Jedná se o plastový vodotěsný mechanický těsnicí obal. Využívá se na spojení polyetylenových kabelů. Lze jej použít ve vzduchu i pod zemí. K instalaci nebo k opětovnému otevření není potřeba žádný speciální nástroj.

Součástí výrobku je silikonové těsnění, které je vloženo v drážkách na okraji a které zamezuje vniknutí vlhkosti a vody. Dále obsahuje těsnicí objímky, které zároveň plní funkci vodícího systému pro kabely a klipy, kterými se obal zavírá.

Kabelové vstupy musí být opatřeny zátkami, které nejsou součástí výrobku. Zákazník si je musí doobjednat samostatně dle konfigurace kabelů.



Obrázek č. 6: Produkt MJC – CUPENDED verze [20]

Tento výrobek se na lince vyrábí ve dvou variantách. Jedna se nazývá INLINE – výstupy na kabely jsou z obou stran. Jedná se o 37 cm dlouhé plastové tělo se dvěma silikonovými těsněními, čtrnácti klipy na uzavření a čtyřmi těsnícími objímkami. U inline varianty se rozlišují dva typy balení. První balení je balení ECO, kdy se „closure“ pouze vkládá do velké krabice na paletě a po dovršení maximálního počtu kusů v krabici se krabice zabalí.

U druhé varianty se balí jednotlivé „closury“ do plastového obalu, který se následně zataví. Poté se zabalené kusy vkládají po čtyřech kusech do krabice. A krabice se skládají na paletu.

Druhá varianta se nazývá CUPENDED a jedná se o menší verzi s kabelovým výstupem z jedné strany. Plastové tělo je dlouhé 20 cm a má pouze jeden výstupový otvor. Obsahuje jedno silikonové těsnění, jedenáct klipů na uzavření a dvě těsnící objímky.

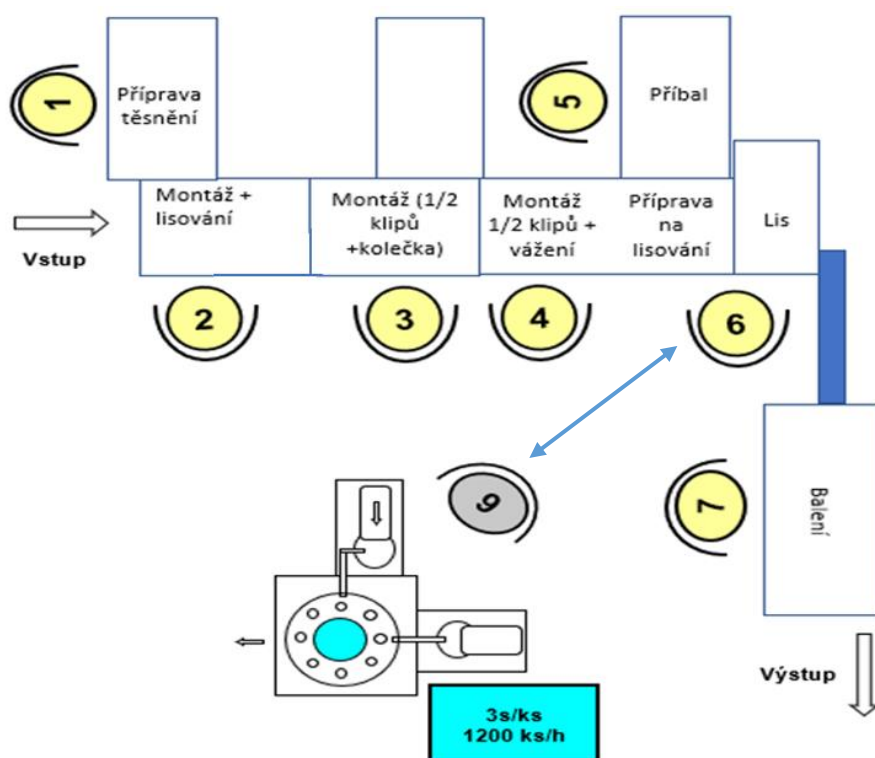
Pro zjednodušení budu pro samostatný plastový obal používat název „closure“, pro inline verzi zkratku IL a pro cupended verzi zkratku CE.

2.3 Definování

První fází DMAIC cyklu je definování. Kde je potřeba definovat celkový proces, klíčový ukazatel a nastítnit průběh procesu.

2.3.1 Definování procesu

Výrobní linka se skládá z osmi pracovišť, sedm z nich je ručních a jedno strojní viz Obrázek č. 7. Celou výrobní linku obsluhuje 7 operátorů. Každou hodinu na pozicích 1 až 5 dochází k rotování operátorů. K rotaci dochází za účelem eliminace provádění stereotypních pohybů a také proto, aby nedocházelo k psychické a fyzické únavě jednotlivých operátorů. Operátor obsluhuje svou pozici. Kromě operátora č.6 (Machine operátor), ten obsluhuje jednak stroj na klipy a zároveň i lis na lince. Za průběh výrobního procesu je odpovědný senior operátor.



Obrázek č. 7: Stávající rozložení pracoviště [21]

Norma hodinových výstupů je dána následovně:

IL verze – 65 kusů

CE verze – 80 kusů

Stroj na klipy dosahuje maximálního výstupu 1200 kusů klipů za hodinu.

2.3.2 Popis pracovních činností na jednotlivých pozicích

Pozice 1

Na této pozici operátor připraví kompletní silikonové těsnění, kdy se na těsnění nalisují pomocí ručního lisu kovové klipy. Kompletní těsnění s klipy odkládá operátor do KLT boxu.

Pozice 2

Operátor odebere z palety plastový „closure“. Položí jej do lisu, vloží silikonové těsnění, které si bere z KLT boxu, nalepí produktový štítek, vloží kovové pružinky (dle konfigurace vloží do IL varianty 4 ks, do CE verze 2 ks) na ně vloží plastové pružinky (počet kusů odpovídá kovovým pružinkám). Poté „closure“ zalisuje v ručním lisu a předá na další pozici.

Pozice 3

Operátor vloží těsnící objímky (opět záleží na konfiguraci, do IL verze se vkládají 4 ks- na každou stranu výstupu 2ks, kdy objímky blíže k otvoru výstupu se musí ručně zacvaknout a objímka blíže do středu „closure“ se libovolně vloží. Zatímco do CE verze se dává pouze 2ks objímek, a to směrem k otvoru výstupu, kde se ručně zacvakne opět objímka blíže otvoru výstupu a druhá objímka se vkládá libovolně). Dále „closure“ zavře a nacvakne polovinu klipů (u IL verze je to 7 ks a u CE verze je to 5 ks).

Pozice 4

Operátor nacvakne na „closure“ druhou půlku klipů (u IL verze opět 7ks a u CE verze se jedná o 6 ks, jelikož tahle verze má celkový počet klipů lichý). Otevře „closure“ a posune na další pozici.

Pozice 5

Operátor přichystá příbal, který se vkládá dovnitř „closure“. Příbal se skládá ze dvou kusů papírových instrukcí, folie a dalších dvou komponentů, které slouží pro uchycení kabelů ovnitř. Vše následně operátor zaroluje a stáhne gumičkou. Instrukci předává na další pozici.

Pozice 6 (Machine operátor)

Machine operátor vkládá příbal do „closure“ na váze, poté počká, až váha potvrdí, že je výrobek kompletní. „Closure“ sejme z váhy, zavře a přichystá klipy tak, aby je bylo možné zalisovat v lisu. Machine operátor musí plně zacvaknout dva klipy, které jsou uprostřed a u CE verze musí zacvaknout také tři klipy na uzavřené zaoblené straně. Poté „closure“ vloží do lisu a zalisuje. Po vytáhnutí lisu zkontroluje, jestli jsou správně zalisované všechny klipy a dá „closure“ na válečkový podavač.

Pozice 7 (Senior operátor)

Senior operátor vezme „closure“ z válečkového podavače. Zkontroluje, jestli jsou všechny klipy správně zacvaknuty. Poté nalepí produktový štítek a „closure“ zabalí dle typu balení. U CE verze se finální výrobky vkládají přímo do krabice na paletě, u IL verze se také finální výrobky vkládají přímo do krabice, nebo se balí po jednom kusu do sáčku, který se následně zataví. Zatavený sáček s produktem je vložen do krabice, jakmile jsou v krabici 4 kusy, senior operátor krabici zalepí a položí ji na paletu. Také má za úkol operativně řešit problémy na lince, zapisovat každou hodinu počet vyrobených kusů, prostoje a doplňovat operátorům komponenty.

2.3.3 Zmapování procesu – vstupy a výstupy

Pro zmapování vstupů a výstupů procesu jsem použil nástroj zvaný SIPOC diagram. Na obrázku č.8 můžeme vidět, jaké vstupy v rámci podniku do procesu vstupují a kdo je odpovědný za jejich dodání a jaké výstupy z procesu vystupují a kdo tyto výstupy přebírá. Na proces bylo nahlíženo pouze v rámci podniku.

SIPOC						
Supplier (Dodavatel)	Inputs (Vstupy)		Proces	Outputs (výstupy)		Customer (Zákazník)
	Popis	Požadované vlastnosti		Popis	Požadované vlastnosti	
Procesní inženýr	Pracovní instrukce	Aktuálně platná revize	Proces výroby MUC	Kompletní produkt	Nepoškozený produkt	Sklad
Procesní inženýr	Standard work	Aktuálně platná revize		Senior operátor, Machine operátor a	Nezranění operátoři	Team Leader
Plánování výroby (MRP)	Work order	Aktuální Work Order		Nástroje	Funkční, nepoškozené a zkalibrované nářadí a stroje	Proces inženýr
Team Leader	Senior Operátor a operátoři	Zaškolení operátoři		Scrap	Minimální scrap	Kvalita inženýr
Team Leader	Machine Operátor	Zaškolený operátor pro práci se strojem na klipy		Info o hodinovém výstupu	CPM L1 tabule	Team Leader
Procesní inženýr	Požadované nářadí a stroje	Funkční a zkalibrované		Výstup z CPM L1 databáze	Zapsáno v databázi/směna	OPS Supervisor
Stroj na klipy	Klipy	Nepoškozené klipy				
Sklad	Closures	Správný typ dle MID a množství				
Sklad	Komponenty	Správný typ a množství				
Sklad	Příbaly	Správný typ a množství				

Obrázek č. 8: SIPOC diagram [21]

2.3.3.1 Vstupy

Procesní inženýr je zodpovědný za dodání aktuálních pracovních instrukcí, aktuálního standardu pro práci a funkčních zkalibrovaných nástrojů a strojů používaných ve výrobě. Oddělení plánování výroby je zodpovědné za dodání aktuálního listu o zákaznické objednávce pro danou výrobu. Dále do procesu vstupují operátoři, kteří by měli být zaškoleni. Operátory na linku přiřazuje team leader. Poslední částí, která vstupuje do výroby je materiál – klipy, „closures“, komponenty a příbaly. Klipy jsou vyráběny ve stroji na klipy a měly by být nepoškozené. Za zbylý materiál je odpovědný sklad. Ten by měl dodat správný typ materiálu dle čísla zakázky a také jeho správné množství.

2.3.3.2 Výstupy

Výstupy z procesu jsou následující: kompletní produkt, který by měl být nepoškozený, přebírá sklad. Operátoři, kteří se při práci nijak nezranili-kontroluje a přebírá team leader. Team leader také přebírá informace o výrobě – každou hodinu musí jít zkontrolovat tabuli s informacemi o hodinovém výstupu u linky a kontrolu potvrdit podpisem. Při výskytu vadného výrobku, by měl být informován kvalita inženýr, počet vadných výrobků by měl být co nejnižší, nejlépe nulový. Po ukončení procesu by měly být nástroje a stroje ponechány funkční, nepoškozené a zkalibrované. Na konci směny jsou data o výrobě přepsány z tabule do databáze, ty následně přebírá Supervisor.

2.3.4 Zákaznický Takt time

Na základě požadovaného objemu výroby a dostupné výrobní kapacity byl vypočítán aktuální Takt time linky. Aktuální objem výroby za směnu je 474 ks u IL verze a 584 ks u CE verze.

$$Takt\ Time = \frac{\text{Časový fond/směna}}{\text{Požadovaný počet vyrobených kusů/směna}}$$

$$\frac{\text{Časový fond}}{\text{směna}} = 3600\ \text{sekund} * 7,3 = 26\ 280\ \text{sekund}$$

Aktuální Takt time:

$$Takt\ Time_{IL} = \frac{26\ 280\ \text{sekund}}{477\ \text{ks}} = 56\ \text{sekund}$$

$$Takt\ Time_{CE} = \frac{26\ 280\ \text{sekund}}{584\ \text{ks}} = 45\ \text{sekund}$$

Aktuální Takt time je tedy pro IL verzi 56 sekund a pro CE verzi 45 sekund.

Požadovaný Takt time:

$$Takt\ Time_{IL} = \frac{26\ 280\ \text{sekund}}{477\ \text{ks} \times 1,15} = \frac{26\ 280\ \text{sekund}}{548\ \text{ks}} = 48\ \text{sekund}$$

$$Takt\ Time_{CE} = \frac{26\ 280\ \text{sekund}}{584\ \text{ks} \times 1,15} = \frac{26\ 280\ \text{sekund}}{671\ \text{ks}} = 39\ \text{sekund}$$

Jelikož byl zákaznický požadavek, kdy zákazník je interní (manažer výrobního oddělení), zvýšení objemu výroby alespoň o 15 %, povýšil jsem aktuální objem výroby o 15 %, tím jsem získal hodnotu požadovaného zákaznického taktu, kterého musí být dosaženo, aby byl splněn požadavek zákazníka.

2.3.5 Klíčový ukazatel

Jako klíčový ukazatel jsem zvolil PPH (Parts per Person per Hour – kusy za hodinu na jednoho operátora), ten mi bude sloužit pro porovnávání a určení úspěšnosti navrhovaného řešení.

PPH se vypočítá:

$$PPH = \frac{\text{Počet vyrobených kusů/směna}}{\text{Časový fond linky/směna}} \div \text{počet operátorů}$$

Pro dosažení cíle a uspokojení potřeb zákazníka jsem použil nástroj CTQ (viz Obrázek č. 9). V mém případě se jedná o zákazníka interního – manažer příslušného výrobního oddělení, jehož potřeba je navýšení výstupů výrobní linky. Klíčový ukazatel jsem stanovil PPH. Kdy měřitelné parametry jsou: časový fond, počet operátorů a hodinový výstup. Časový fond se odvíjí od 8hodinové pracovní doby ponížené o přestávky. Celkový součet času, který operátor stráví na přestávce je 40 minut, celkový časový fond je tedy 7,3 hodin/směnu. Celkový počet operátorů je 7. Tyto dva parametry jsou fixní a nebudou měněny. Poslední parametr je hodinový výstup. Aby bylo docíleno navýšení výstupů výrobní linky alespoň o 15 %, bylo potřeba stanovit požadovaný hodinový výstup, který jsem vypočítal dle vzorce:

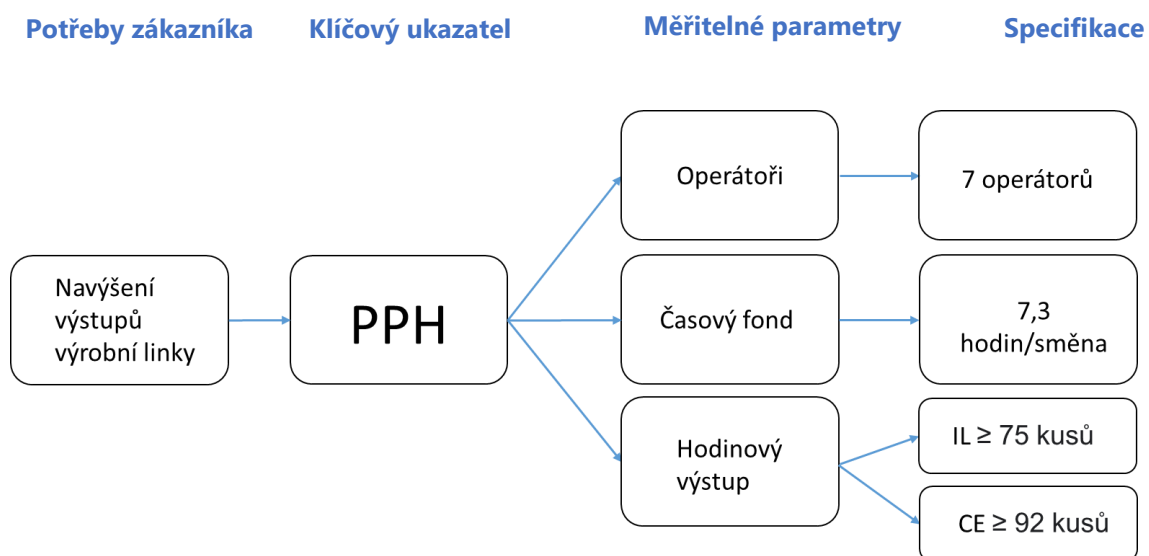
$$\text{Požadovaný hodinový výstup} = \frac{3600 \text{ sekund}}{\text{Požadovaný Takt Time}}$$

Požadovaný hodinový výstup:

$$\text{Požadovaný hodinový výstup}_{IL} = \frac{3600 \text{ sekund}}{48 \text{ sekund}} = 75 \text{ kusů}$$

$$\text{Požadovaný hodinový výstup}_{CE} = \frac{3600 \text{ sekund}}{39 \text{ sekund}} = 92 \text{ kusů}$$

U IL verze musí být požadovaný hodinový výstup alespoň 75 kusů a u CE verze 92 kusů.



Obrázek č. 9: CTQ [21]

2.4 Měření

Cílem fáze měření je určení problému a způsobu, jak problém ovlivňuje výrobní proces. Dále pak určení výchozího stavu a následné vytvoření plánu sběru dat. Sesbíraná data budou následně rozebrána ve fázi analýzy.

2.4.1 PPH

Jako první bylo zapotřebí stanovit aktuální hodnoty PPH pro obě varianty MJC produktu.

Aktuální hodnotu PPH jsem stanovil ze vzorce pro PPH:

$$PPH = \frac{\text{Počet vyrobených kusů/směna}}{\text{Časový efektivní fond/směna}} \div \text{počet operátorů}$$

PPH IL verze produktu:

$$PPH_{IL} = \frac{477 \text{ ks}}{7,3} \div 7 = 9,33$$

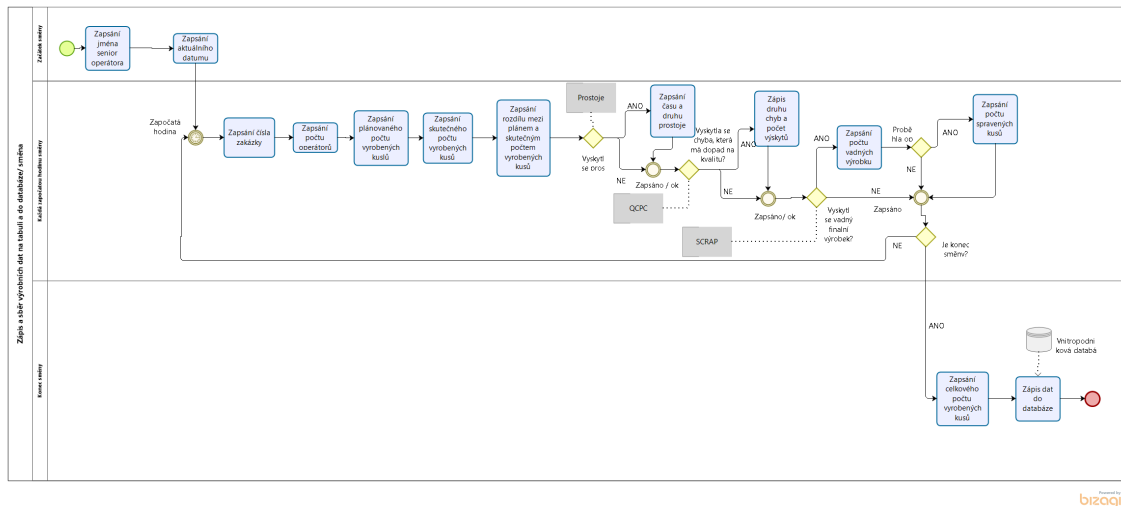
PPH CE verze produktu:

$$PPH_{CE} = \frac{584 \text{ ks}}{7,3} \div 7 = 11,43$$

Pro ověření aktuálního procesu jsem porovnal vypočítané aktuální PPH s hodnotami, kterých linka skutečně dosáhla. Tyto hodnoty lze zjistit z interní databáze společnosti.

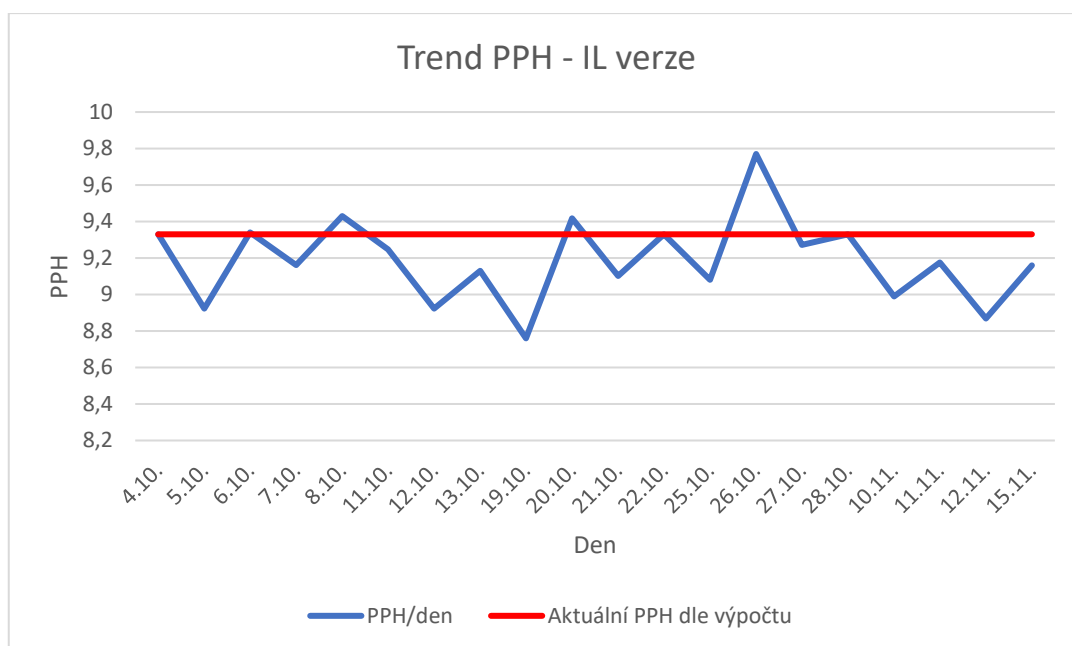
Interní databáze společnosti

Výrobní data jsou pravidelně zaznamenávána senior operátorem na výstupní tabuli umístěné na konci výrobní linky, a to na konci každé výrobní hodiny. Následně jsou tato data na konci směny přenesena do interní firemní databáze. Proces zaznamenávání dat je graficky znázorněn na obrázku č. 10.

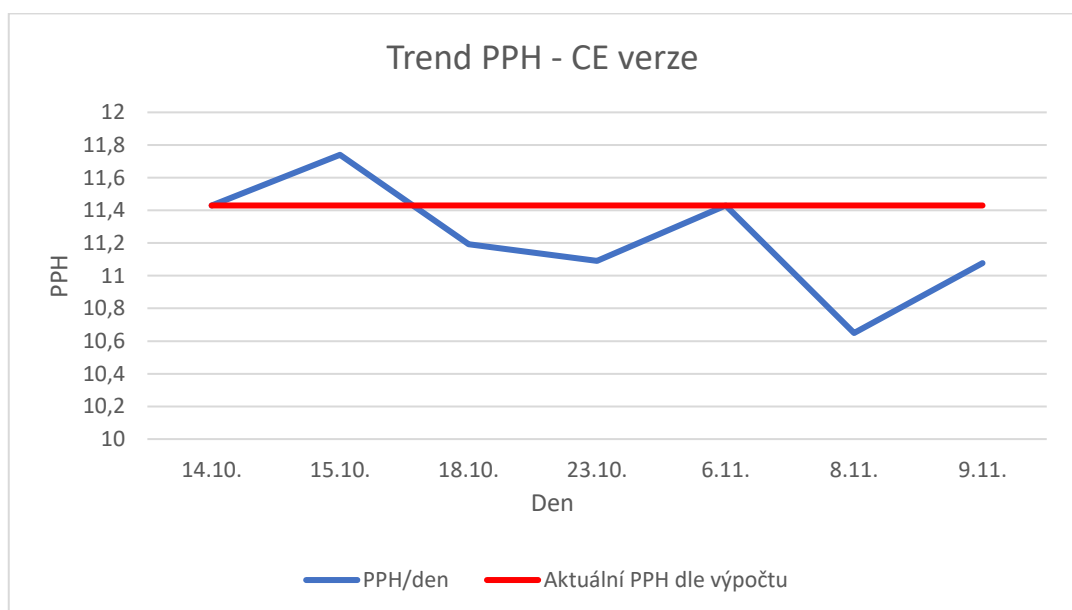


Obrázek č. 10: Procedura zaznamenávání dat[21]

Databáze je schopna vytvořit shrnutí efektivity linky za určité časové období, které obsahuje hodnoty PPH. Pro lepší porozumění chování procesu v čase jsem vytvořil grafy trendů PPH (Graf č. 1 a č. 2) pro jednotlivé verze produktu



Graf č. 1: Trend PPH – IL verze [21]



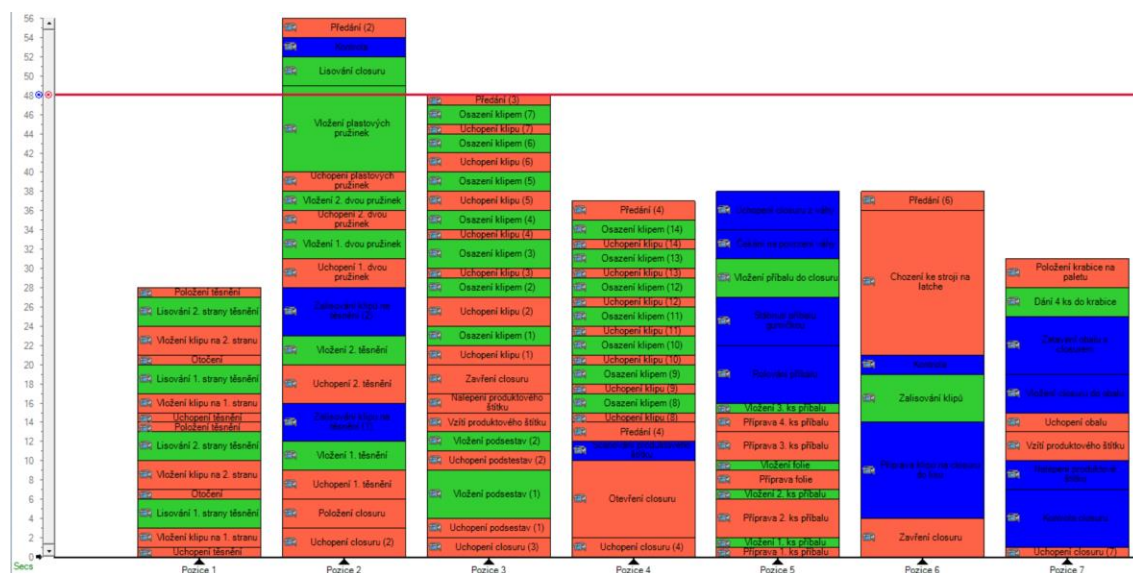
Graf č. 2: Trend PPH – CE verze [21]

Vzniklé odchylky od současného PPH patrné v trendu jsou způsobeny metodikou výpočtu použitou pro požadovaný výstup linky, kdy je brána nejnížší možná, opakovatelná délka procesního kroku. Hodnota PPH se může nacházet nad i pod požadovanou hranicí. Pokud je PPH nižší je to způsobeno prostoji, které musí senior operátor zaznamenat na výstupní tabuli. Tyto informace o četnosti, typu a délce trvání jednotlivých prostojů jsou také uchovány v interní databázi společnosti.

2.4.2 Aktuální vybalancování linky

Jako další bylo potřeba vytvořit vybalancování současného stavu. Pro měření jsem použil software Timer Pro. Kde na jednotlivých pozicích byl vytvořen videozáznam. Každá pozice byla rozdělena do dílčích procesních kroků a následně jim byla přiřazena hodnota aktivity. A to přidaná hodnota (Value Added) – zelená barva, nepřidaná hodnota (Non – Value Added) – červená barva a nezbytné úkony (Requierd Non – Value Added) – modrá barva. Každá pozice byla natočena 10x za sebou a následně jsem v programu, při vykreslení grafu zvolil funkci shortest repeatable, což je nejkratší čas, za kterou je schopen operátor jednotlivé procesní kroky opakovaně udělat.

2.4.2.1 IL verze



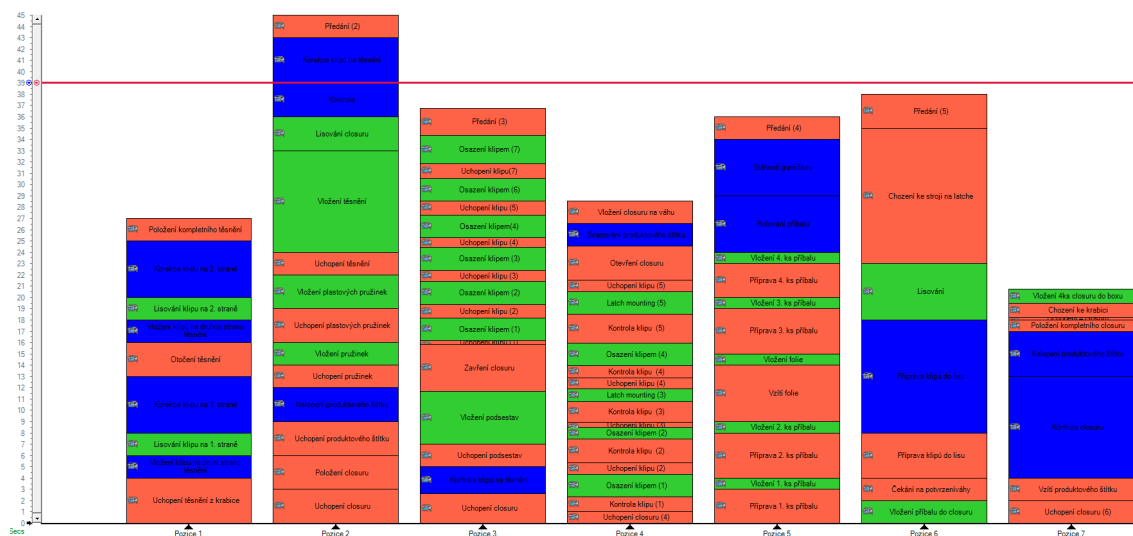
Obrázek č. 11: Graf současného vybalancování linky – IL verze [21]

Tabulka č. 2: Procesní časy na jednotlivých pozicích – IL verze [21]

Procesní čas na jednotlivých pozicích – IL verze		
Pozice	Operátor	Procesní čas (s)
1	Operátor 1	28
2	Operátor 2	56
3	Operátor 3	48
4	Operátor 4	37
5	Operátor 5	38
6	Machine operátor	38
7	Senior operátor	31

Celková doba trvání procesu při výrobě jednoho kuse IL produktu je 276 sekund. Dle softwaru Timer Pro obsahuje výrobní proces 45 % NVA aktivit, 33 % VA aktivit a 22 % RNVA aktivit a utilizace linky je 63 %. Úzké místo se nachází na pozici 2 a určuje propustnost linky, která je 56 sekund. Červená linka v grafu znázorňuje, kam se musí minimálně takt linky dostat, aby bylo dosaženo navýšení výstupů alespoň o 15% , což je požadovaný zákaznický takt.

2.4.2.2 CE verze



Obrázek č. 12: Graf současného vybalancování linky – CE verze [21]

Tabulka č. 3: Procesní časy na jednotlivých pozicích – CE verze [21]

Procesní čas na jednotlivých pozicích – CE verze		
Pozice	Operátor	Procesní čas (s)
1	Operátor 1	27
2	Operátor 2	45
3	Operátor 3	38
4	Operátor 4	29
5	Operátor 5	36
6	Machine operátor	38
7	Senior operátor	21

Celková doba trvání procesu při výrobě CE verze je 234 sekund. Opět jsem využil software Timer Pro, abych zjistil poměr VA/ NVA/ RNVA aktivit ve výrobním procesu a utilizaci linky. Proces obsahuje 48 % NVA aktivit, 26 % VA aktivit a 26 % RNVA aktivit a utilizace linky je 76 %. Úzké místo se nachází na pozici 2, červená linka v grafu znázorňuje požadovaný zákaznický takt.

Z výsledných grafů viz Obrázek č. 11 a č. 12 a tabulek (Tabulka č. 2 a č.3) jde vidět špatné vybalancování linky. Linka je nerovnoměrně vytížená. Úzké místo se u obou verzí produktů nachází na pozici 2 a určuje nám celkový takt linky. Krátký procesní čas pozice 1 a následné úzké místo na pozici 2 způsobuje hromadění rozpracované výroby (Obrázek č. 13), což je jeden z druhů plýtvání.



Obrázek č. 13: Rozpracovaná výroba za pozicí 1 [21]

2.4.3 Rozložení pracoviště a pohyb operátorů na lince

Bylo potřeba změřit celkovou rozlohu pracoviště MJC, ta činila 52,6 m². Zhotovil jsem špagetový diagram (Obrázek č. 14), kde jsem zmapoval jednotlivé pohyby operátorů. Časové rozmezí sběru dat byly 3 hodiny. Jednotlivé body, které odkazují na vzdálenosti (Tabulka č. 4) byly v diagramu označeny jako (). Z diagramu vyplývá větší vzdálenost mezi machine operátorem a strojem na klipy, ke kterému musí chodit, pokud jsou klipy uvnitř stroje zaseklé (4), tato činnost se v rámci pozorování vyskytovala nejčastěji. Diagram dále mapuje pohyb senior operátora, který dává finální produkt do krabice (2), každou hodinu chodí zapisovat přehled výstupů za hodinu na tabuli (3). Pokud je zrovna machine operátor u stroje na klipy, senior operátor přichystává „closury“ do lisu na klipy a následně je vkládá do lisu (1). V procesu se také vyskytují pohyby, kdy si operátoři

z pozice 1 (4) a 5 (5) chodí pro materiál do Kanbanu, pakliže jim dojde. Tyto pohyby se ovšem nevyskytují ve velké frekvenci.



Obrázek č. 14: Špagety diagram [21]

Tabulka č. 4: Přehled vzdáleností [21]

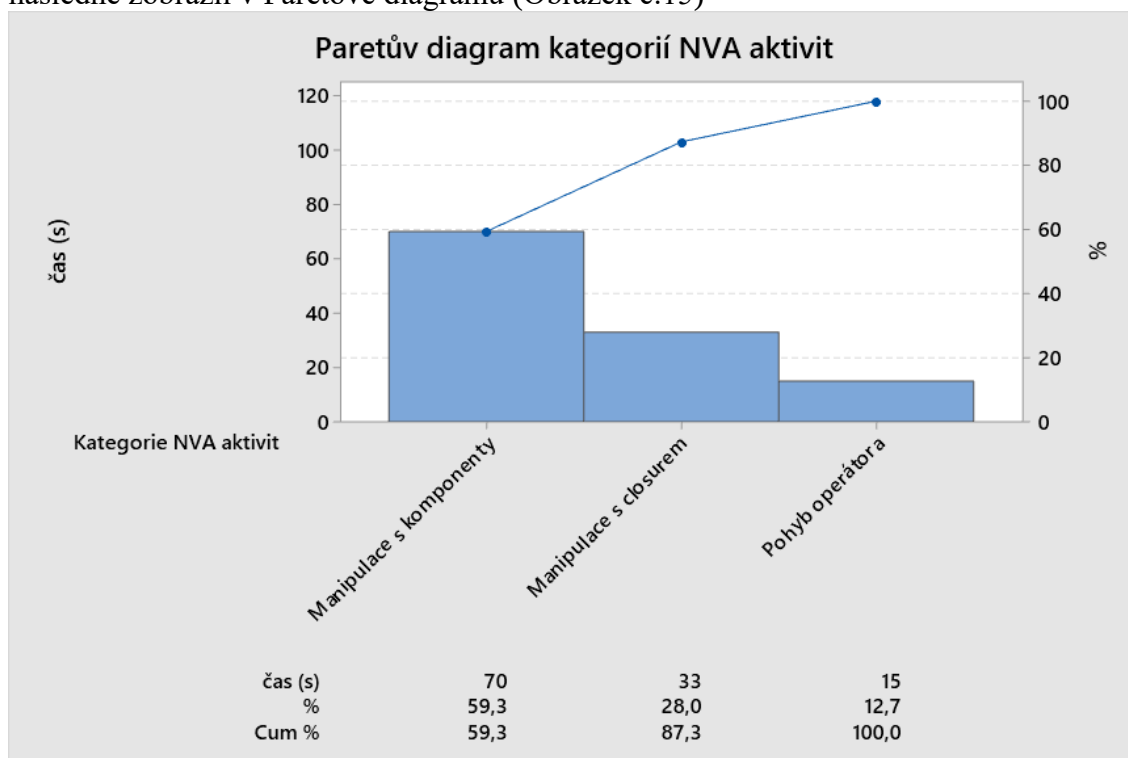
Přehled vzdáleností	
1	2 m
2	1m
3	5,6 m
4	5,5 m
5	2,5 m
6	1 m

2.5 Analýza

Další fází DMAIC cyklu je fáze analýza. Kde se budu zaměřovat na analyzování naměřených hodnot a definování kořenových příčin problémů.

2.5.1 Aktivity nepřidávající hodnotu

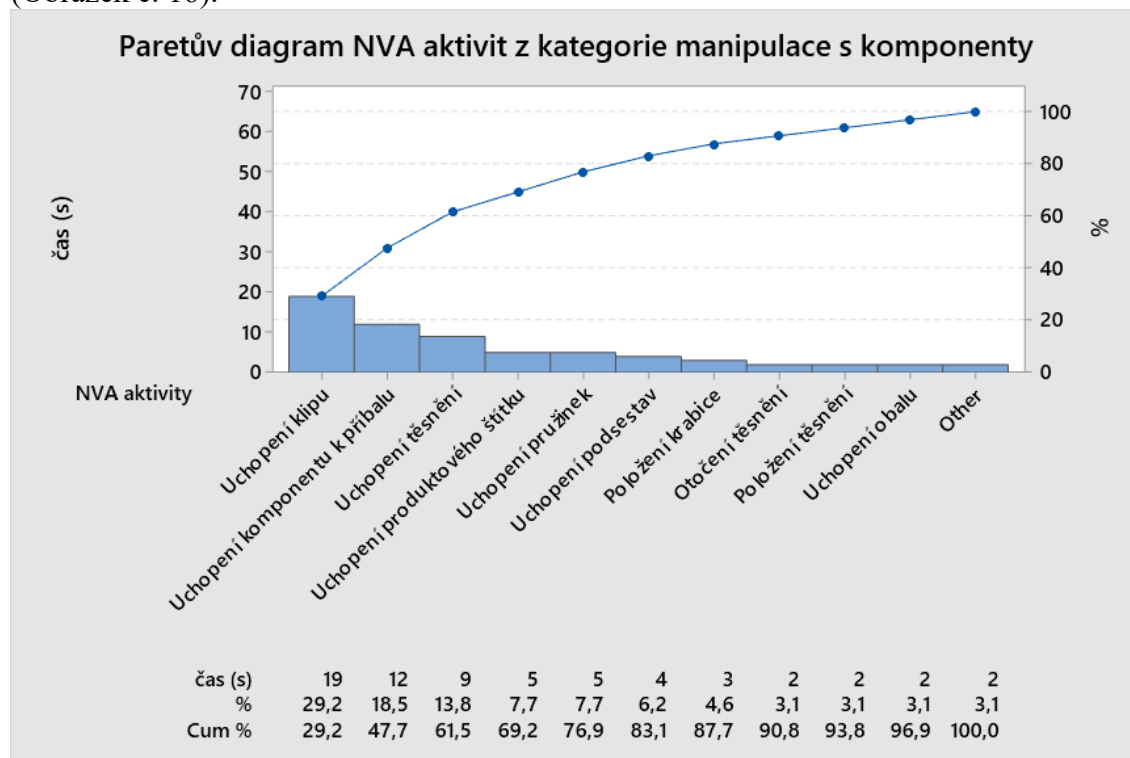
NVA aktivity, které se vyskytují v procesu jsem rozdělil do jednotlivých kategorií – manipulace s komponenty, manipulace s „closurem“ a pohyb operátora. Ty jsem následně zobrazil v Paretově diagramu (Obrázek č.15)



Obrázek č. 15: Paretův diagram kategorií NVA aktivit [21]

2.5.1.1 Manipulace s komponenty

Manipulace, při níž operátor bere a pokládá, popř. jinak manipuluje s komponenty při výrobě produktu. Jedná se o 35 aktivit a jsou zastoupeny v procesu z 57,5 % a celkově trvají 65 sekund. Dílčí NVA aktivity z této kategorie jsem zobrazil v Paretově diagramu (Obrázek č. 16).

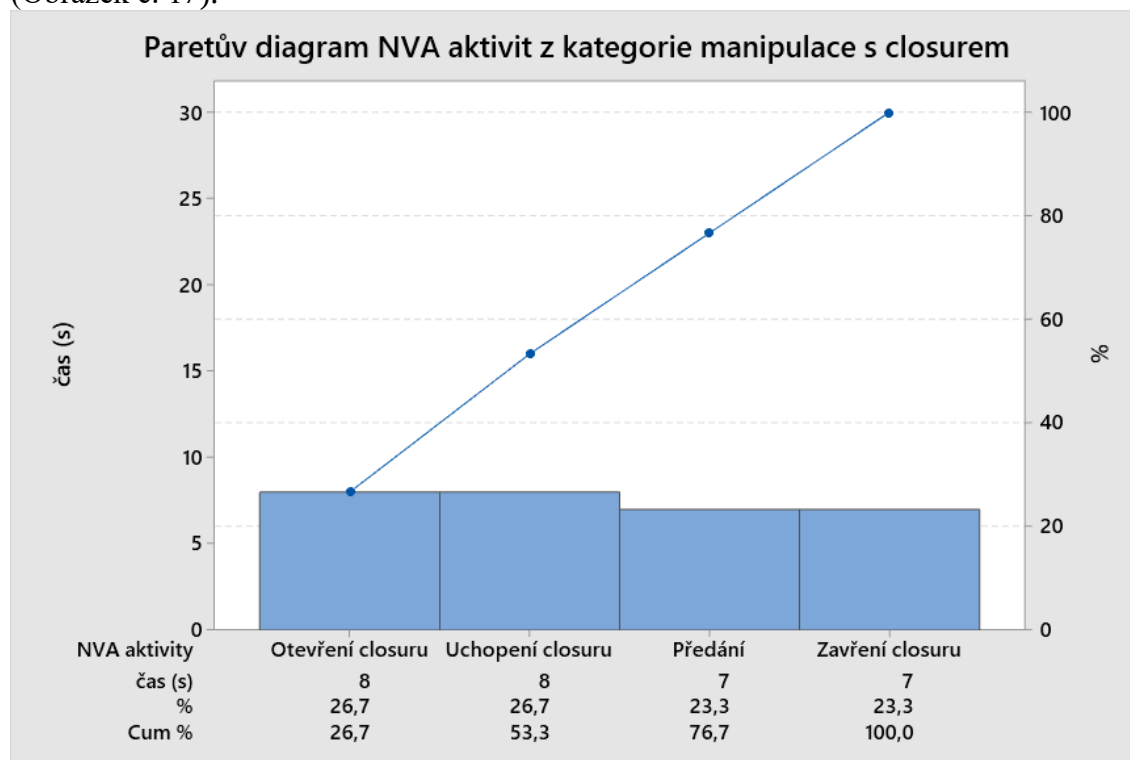


Obrázek č. 16: Paretův diagram NVA aktivit z kategorie "Manipulace s komponenty" [21]

Jelikož se většinou jedná o aktivity, kdy operátor odebírá z KLT boxu komponenty potřebné pro výrobu produktu, vybral jsem si nejčetněji zastoupenou aktivitu „uchopení klipu“ a tu následně zanalyzuji.

2.5.1.2 Manipulace s „closurem“

Při této činnosti operátor otevírá, zavírá nebo manipuluje s „closurem“ při pohybu produktu po lince. Jedná se o 12 aktivit a jsou zastoupeny v procesu z 30 % a trvají celkově 15 sekund. Dílčí NVA aktivity z této kategorie jsem zobrazil v Paretově diagramu (Obrázek č. 17).



Obrázek č. 17: Paretův diagram NVA aktivit z kategorie "Manipulace s closurem" [21]

Zde jsem vybral aktivitu „otevření closure“, kterou se budu dále zabývat.

2.5.1.3 Pohyb operátorů

Jelikož tato kategorie zahrnuje pouze 1 aktivitu, která je zastoupena v procesu z 13,3 % a trvá 15 sekund, tak vytvoření Paretova diagramu pro tuto kategorii není nutné. Aktivitou „chození ke stroji na klipy“ se ale budu dále zabývat.

2.5.2 Gemba walk

Pro lepší pochopení procesu a ověření jeho reálného stavu byl použit nástroj zvaný Gemba walk, kdy jsem postupně s procesním inženýrem a trenérem prošel celou linku a u jednotlivých pozic jsme pozorovali jednotlivé procesní kroky.

Zpozorované nedostatky:

- Při odebírání komponentů z KLT boxů na lince musí provádět operátor neergonomické pohyby, což poukazuje na nevyhovující polohu KLT boxu a nástrojů pro výrobu.
- „Closure“ se obtížně otevírá a zavírá.
- Nevhodné umístění skeneru na produktové štítky.
- Tabule výstupů není pravidelně vypisována dle požadovaného standardu.
- Operátoři nedodržují pracovní postup – převážně jde o pozice 4,5,6.
- Časté docházení machine operátora ke stroji na klipy.
- Výskyt a hromadění rozpracované výroby za pozicí 1.

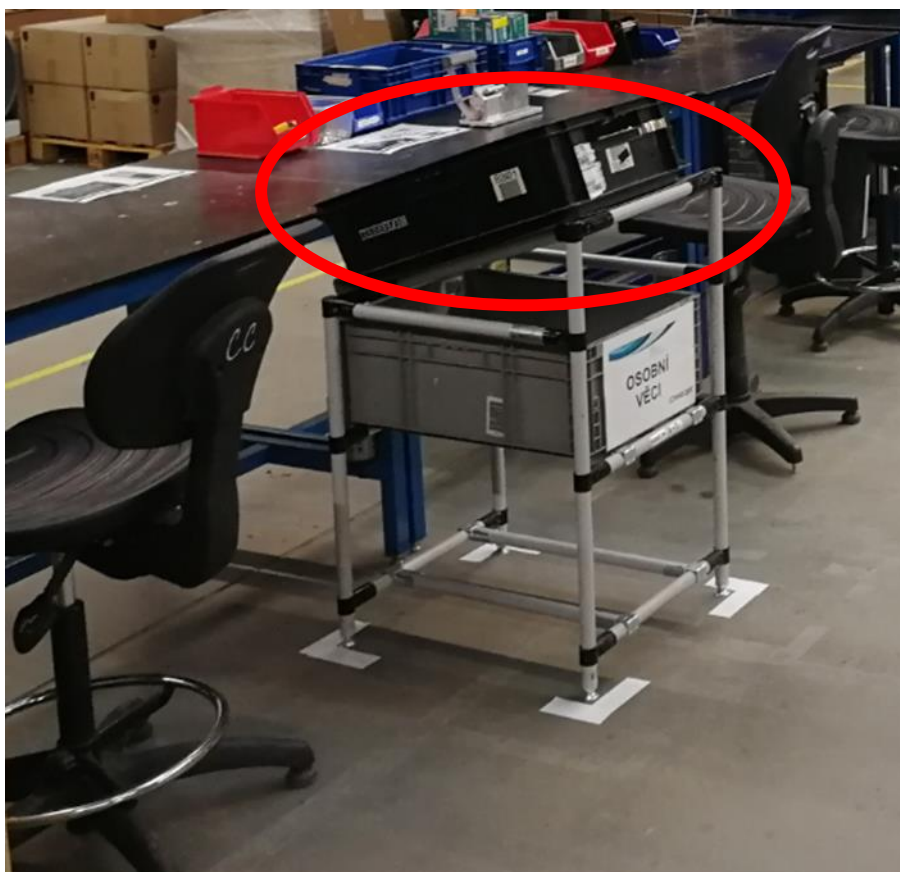
Poznatky získané v rámci gemby budou dále použity při analýze jednotlivých NVA aktivit a také při návrhu na zlepšení procesu.

2.5.3 Analýza vybraných aktivit s nepřidanou hodnotou

Na základě poznatků z Paretových diagramů a Gemba walk jsem zanalyzoval vybrané NVA aktivity.

2.5.3.1 Aktivita „Uchopení klipu“

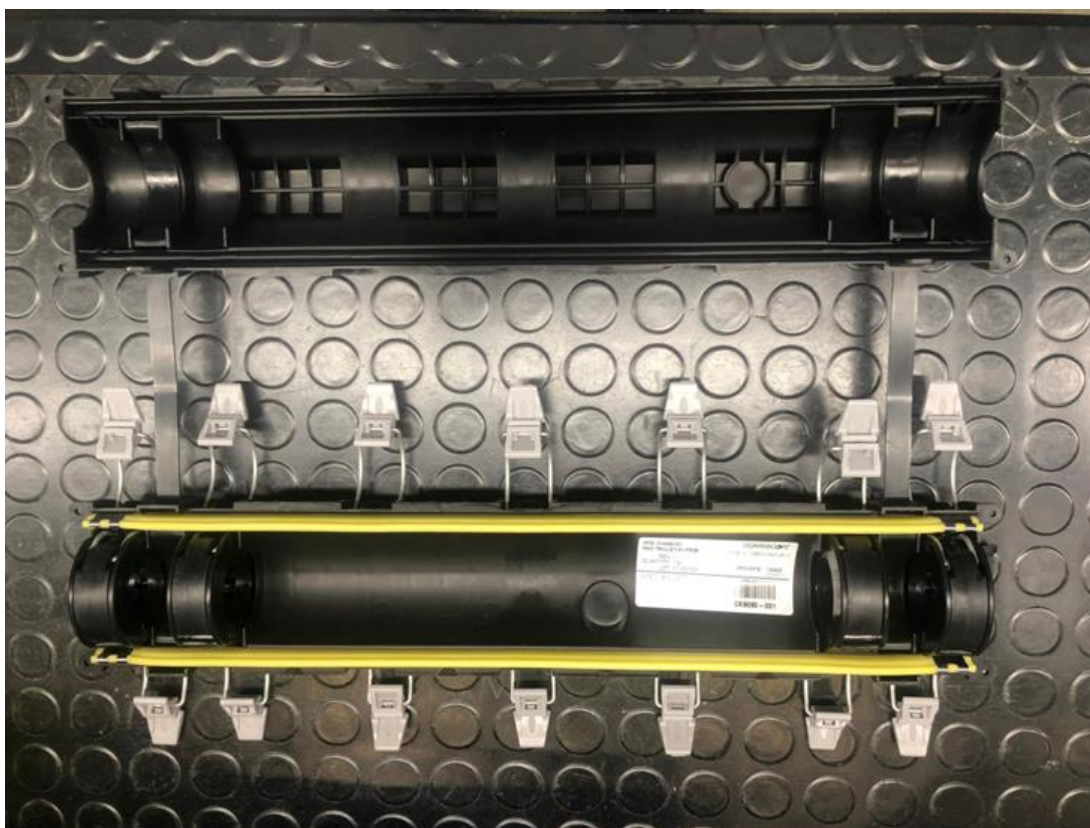
Tato aktivita se vyskytuje na pozici 3 a 4. Kde operátor bere klip, který si odebírá z KLT boxu – viz Obrázek č.18, aby ho mohl nacvaknout na „closure“. Zároveň tato aktivita úzce souvisí s VA aktivitou „osazení klipem“. U IL verze operátoři provádí tuto činnost 14x a u CE verze 11x. Problém zde vidím ve špatné umístění KLT boxu.



Obrázek č. 18: Umístění KLT boxu na klipy [21]

2.5.3.2 Aktivita „Otevření closure“

Tato NVA aktivita se nachází na pozici 4. Operátor zde otvírá „closure“, aby do něj mohl být vložen příbal na následující pozici se všemi komponenty uvnitř, s osazenými klipy a s vloženým těsněním (Obrázek č. 19). Jako příčinu, že délka trvání aktivity je 8 sekund, vidím v tom, že operátor musí zkontrolovat „closure“, jestli z něj nevypadly pružinky a jestli se neuvolnilo těsnění.



Obrázek č. 19: "Closure" se všemi komponenty uvnitř, s osazeným i klipy a s vloženým těsněním [21]

2.5.3.3 Aktivita „Zavření closuru“

Tuto aktivitu jsem si vybral pro zanalyzování, protože jsem při Gemba walk zpozoroval, že operátorům dělá problémy nejen otevírání closuru, ale i jeho zavírání. Aktivita se nachází na pozici 3 a 6. Na pozici 3 operátor zavře „closure“ se všemi komponenty a s vloženým těsněním (Obrázek č.20), aby mohl být osazen klipy. Na pozici 6 machine operátor zavírá finální výrobek se všemi komponenty uvnitř, aby mohl zalisovat klipy v lisu. Při Gemba walk jsem pozoroval tyto aktivity a dosáhnul jsem závěru, že na pozici 6 nelze změnit postup při zavírání „closuru“, proto jsem se zaměřil na pozici 3. Zde vidím problém v tom, že v „closuru“ je již dáno těsnění a při zavírání musí operátor dbát na to, aby toto těsnění zapadlo do drážky na druhé straně „closuru“.



Obrázek č. 20: "Closure" se všemi komponenty uvnitř a s vloženým těsněním [21]

2.5.3.4 Aktivita „chození ke stroji na klipy“

Tato aktivita se nachází na pozici 6, operátor chodí ke stroji na klipy, aby ho seřídil. Tato činnost je již zaznamenána ve špagetovém diagramu (Obrázek č. 14) jako bod (4) a vzdálenost mezi lisem, který obsluhuje machine operáto na pozici 6 a strojem na klipy je 5 m.

Návrhová část

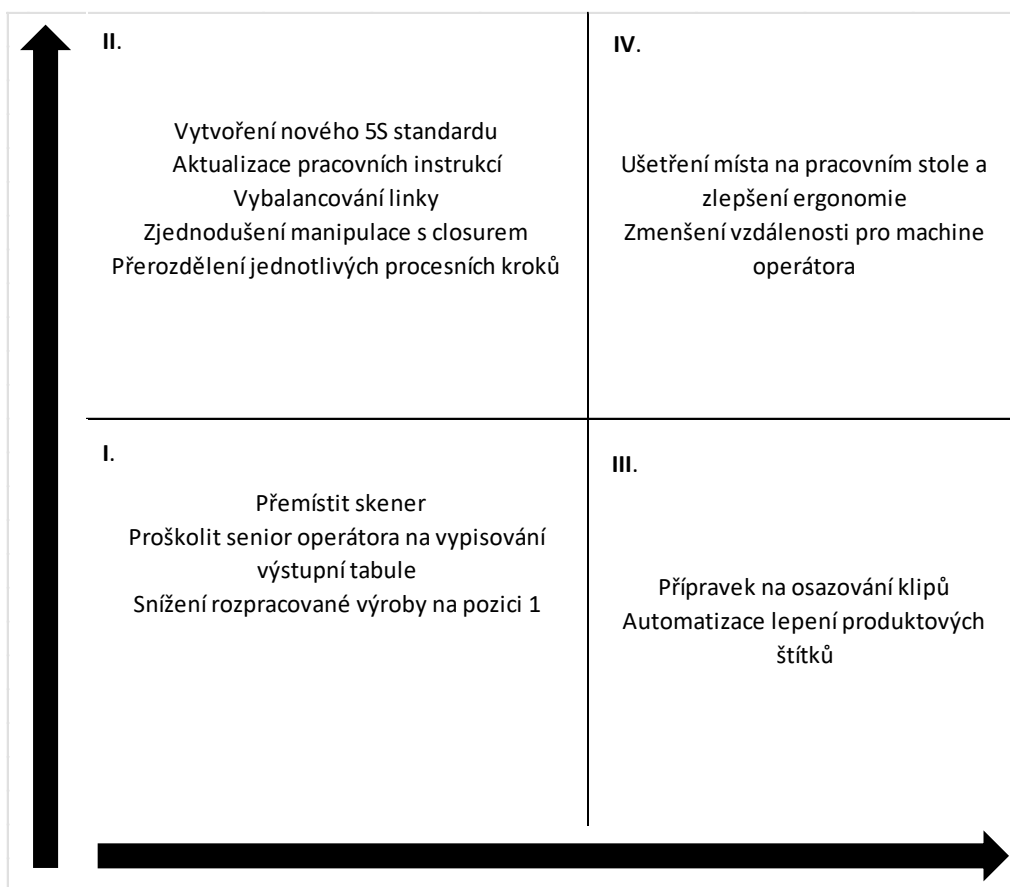
Návrhovou část jsem rozdělil do posledních dvou fází DMAIC cyklu – zlepšit a kontrolovat, kde se budu zabývat vytvořením návrhu, který povede k optimalizaci výrobního procesu na lince MJC.

2.6 Zlepšit

Předposlední fáze DMAIC cyklu je fáze zlepšit, která se zabývá konkrétním řešením problémů, které vychází z analytické části. Hlavním cílem této fáze bude tedy navrhnout snížení časů u jednotlivých procesních kroků a vytvořit návrh nového výrobního procesu.

2.6.1 Brainstorming

Na základě poznatků z analytické části byla pomocí brainstormingu vytvořena matice dopadu a úsilí (viz Obrázek č.21), do které jsem spolu s procesním inženýrem a trenérem rozmístil identifikované návrhy na zlepšení.



Obrázek č. 21: Matice dopadu a úsilí [21]

V prvním kvadrantu můžeme vidět nápady, které spadají do kategorie, kdy změny lze jednoduše provést, ale to má pouze malé dopady na proces. Nejdůležitější je pro nás druhý kvadrant, kdy lze změny lehce provést, ale dopady na proces jsou velké. Jsou to takzvané Quick Wins. Ve třetím kvadrantu jsou nápady, kde musíme vynaložit velké úsilí (popř. větší investici) a to přinese velké dopady na proces. A ve čtvrtém kvadrantu jsou nápady, na které musíme vynaložit velké úsilí nebo velkou investici a má to nízký dopad na zlepšení procesu.

2.6.2 Redukce aktivit nepřidávajících hodnotu

V této části budu navrhopvat, jak zredukovat vybrané NVA aktivity v procesu.

2.6.2.1 Aktivita „Uchopení klipu“

Abych dokázal snížit čas u aktivity „uchopení klipu“ zapříčiněný stávajícím umístěním KLT boxu s materiálem, navrhuji vhodnější umístění KLT boxu-přímo před operátora, kdy bude materiál v dostupné vzdálenosti.

2.6.2.2 Aktivita „Otevírání closuru“

Dále jsem zkoumal možnosti, jak snížit čas u aktivity „Otevírání closuru“. Snahou zde bude vytvořit novou metodu otevírání „closuru“.

Aby manipulace při otevírání „closuru“ byla co nejjednodušší, navrhnul jsem nový postup. „Closure“ bude otevírán pouze s osazenými klipy (Obrázek č. 22) a až poté, co bude „closure“ otevřen se do něj na následujících pozicích bude vkládat těsnění a další komponenty. Bude potřeba ověřit funkčnost lisu (lisování těsnění a pružinek), cílem bude zjistit, zda-li lis správně funguje při lisování „closuru“ s již osazenými klipy a nevzniká tak deformace výrobku. Po ověření funkčnosti bude možné tento postup implementovat. Efektivitu této metody ověřím tak, že porovnáám procesní čas staré, dříve používané, metody a nové metody. Aby se tato metoda mohla využívat v procesu, bude potřeba ji

zařadit před aktivitu spojené s vkládáním komponentů a po aktivitách spojených s osazením klipů.



Obrázek č. 22: "Closure" s osazenými klipy [21]

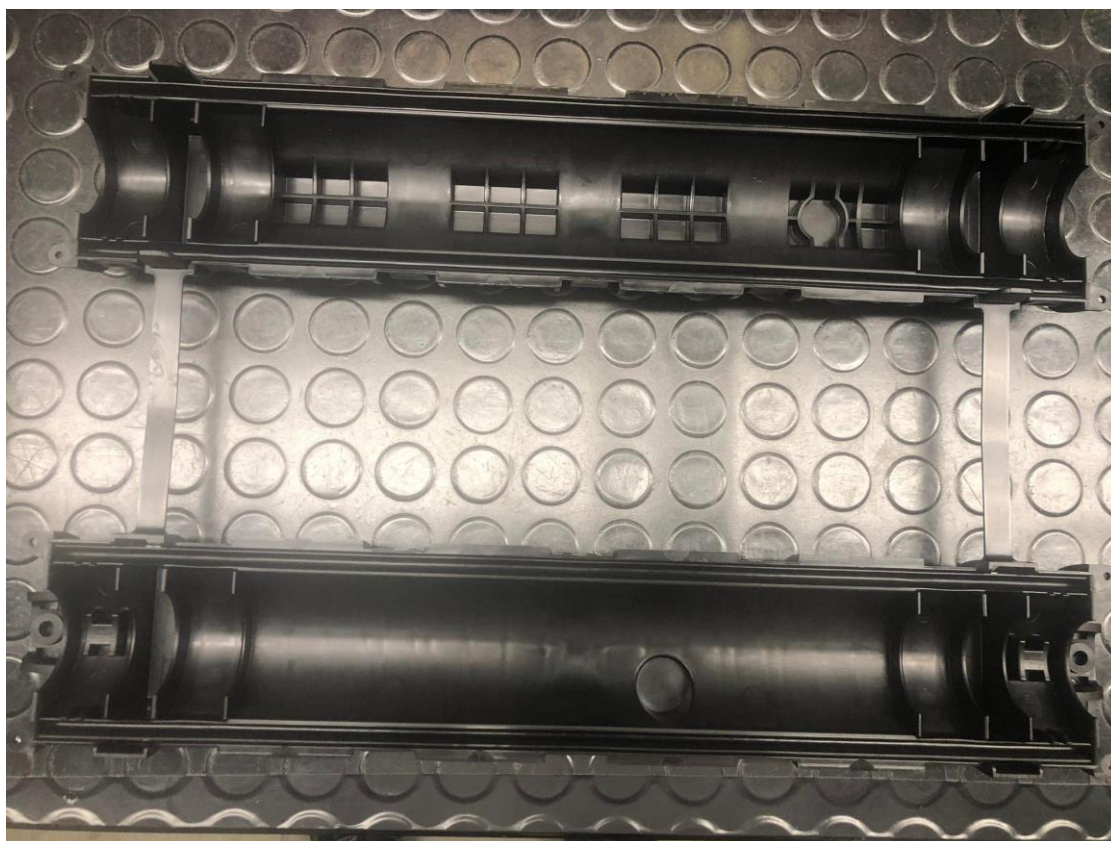
2.6.2.3 Aktivita „Chození ke stroji na klipy“

Pro zredukování času u této aktivity navrhuji vytvoření nového rozložení pracoviště.

2.6.2.4 Aktivita „zavírání closuru“

Cílem je prověřit možnost vytvoření nového postupu při zavírání „closuru“ na pozici 3.

Pro usnadnění manipulace při zavírání „closuru“ navrhuji vytvořit nový postup, kdy operátor „closure“ zavře bez jakýchkoliv komponentů uvnitř a bez osazených klipů (Obrázek č. 23). Pro zařazení navrhovaného postupu do procesu bude potřeba přesunout tuto činnost na pozici 1.

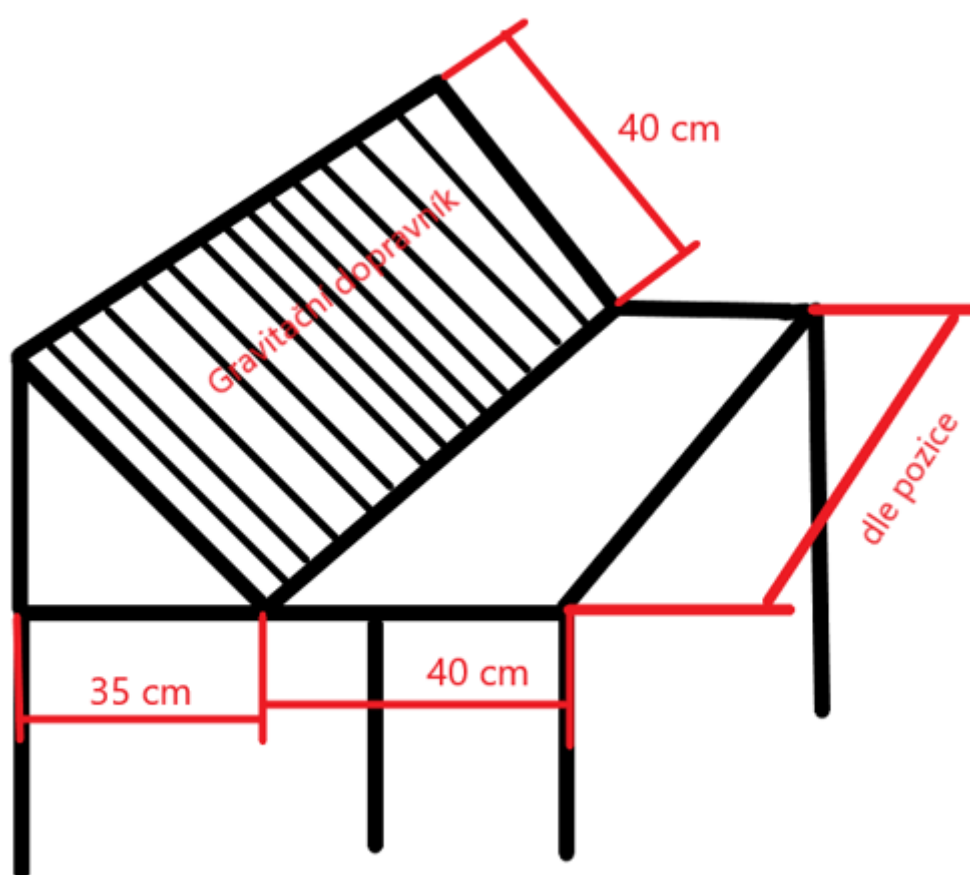


Obrázek č. 23: Samotný "closure" [21]

2.6.3 Rozmístění pracoviště

Jelikož firma postupně modernizuje jednotlivá pracoviště a druhotným cílem mé práce je vytvoření návrhu nového layoutu, na předem určeném místě ve stávající výrobní hale, kdy součástí návrhu linky budou nové pracovní stoly z modulárního systému, navrhuji, aby součástí stolů byl i gravitační dopravník, který zajistí lepší zásobování linky a usnadní manipulaci s materiálem.

Vytvořil jsem předběžný návrh nového pracovního stolu viz Obrázek č. 24.



Obrázek č. 24: Předběžný návrh nového pracovního stolu [21]

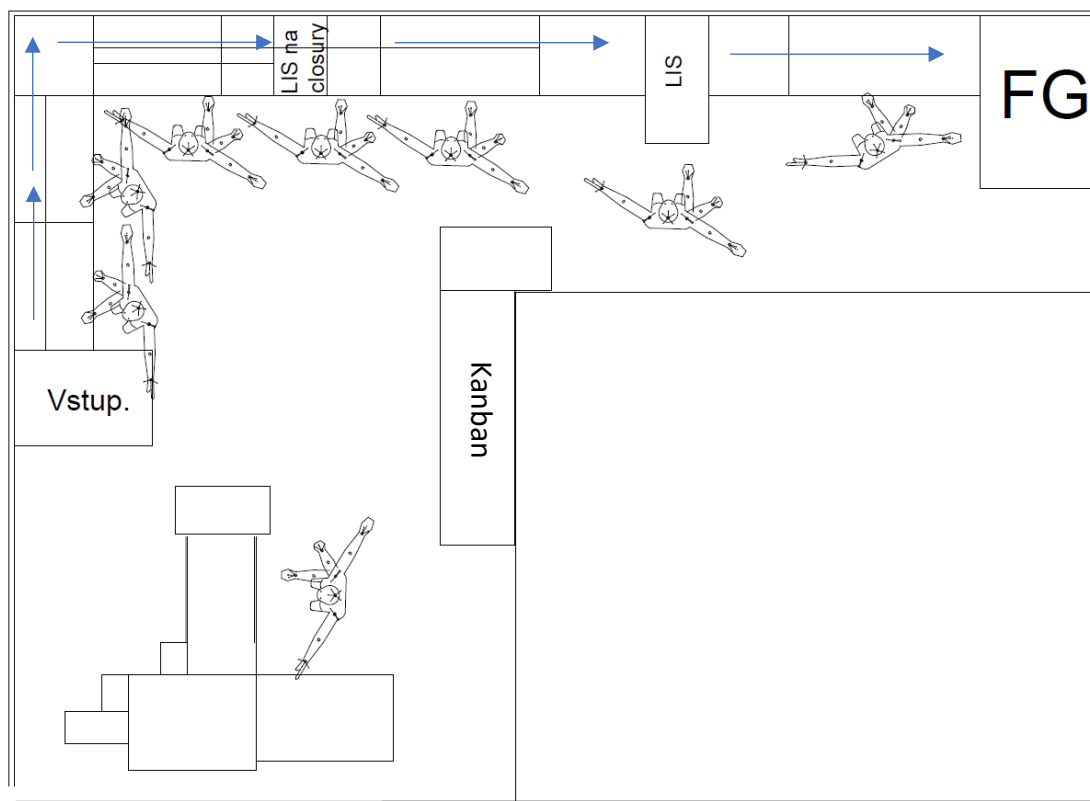
V návrhu jsem zachoval stejnou hloubku stolu jako u stávajících pracovních stolů, kde hloubka stolu je 75 cm. U nového pracovního stolu jsem bral v potaz gravitační dopravník, který má být součástí těchto stolů. Jelikož se na lince nepracuje s objemným materiálem, zvolil jsem hloubku pracovní plochy 40 centimetrů, což bude naprosto dostačující. Gravitační dopravník by měl být hluboký alespoň 40 centimetrů, aby se na něj vlezl KLT box s rozměry 600x400x147 mm, v kterém jsou skladovány klipy.

Návrh linky by měl zahrnovat 6 kusů nových pracovních stolů. Pracovní stoly s gravitačním dopravníkem budou na pozicích jedna až pět. Stoly by měly být součástí všech pozic, kromě pozice 6. Zde machine operátor využívá ke své práci na lince pouze lis na zalisování klipů a pracovní stůl jako takový, nevyužívá. Stůl na pozici 7, který využívá senior operátor by měl být bez gravitačního dopravníku.

Po určení rozměrů nových pracovních stolů jsem vytvořil návrh 3 verzí layoutu, návrhy jsem zpracoval v softwaru Draftsight. Cílem bylo odstranit separované pozice a docílit toho, aby materiál proudil pouze jedním směrem a pokusit se přiblížit stroj na klipy k pozici 6.

U všech návrhů bylo bráno v potaz, aby byly dodrženy všechny zásady BOZP (např. velikost průchodové uličky bez přenášení břemen; velikost průchodové uličky s přenášením břemen; osobní prostor jednotlivých operátorů).

2.6.3.1 Návrh č.1

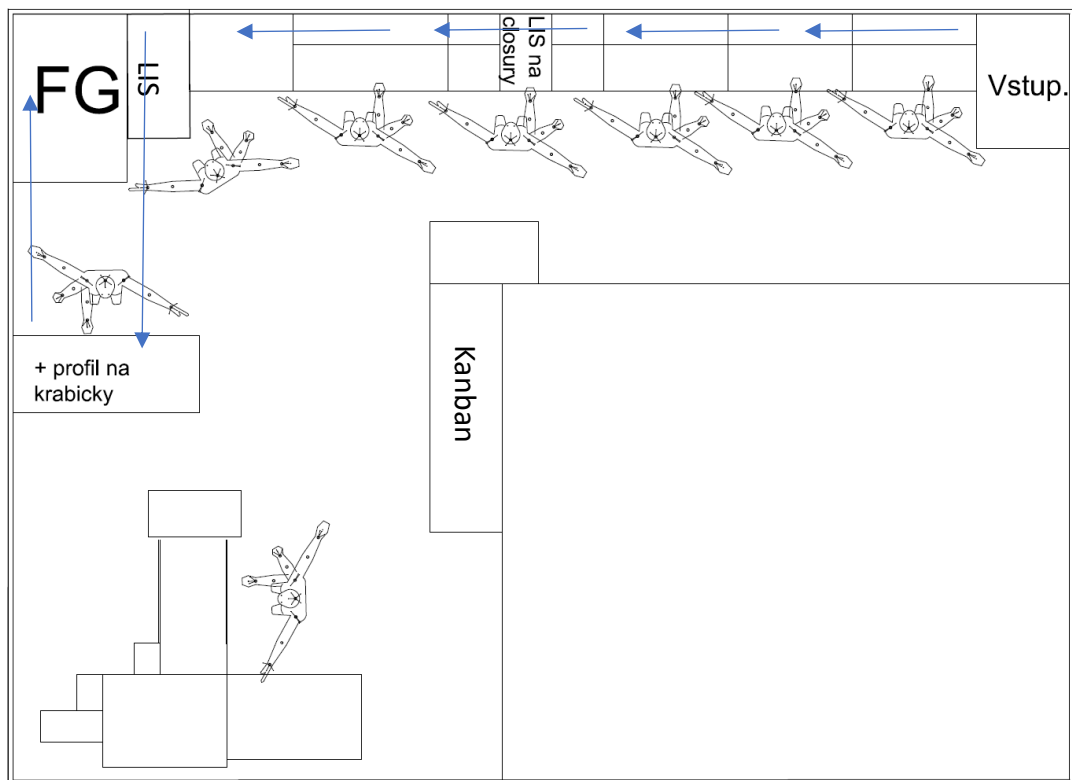


Obrázek č. 25: Návrh layoutu linky č. 1 [21]

Specifikace návrhu č. 1:

- Linka je do tvaru L.
- Materiál teče jedním směrem.
- Velká vzdálenost mezi pozicí 6 (lis) a strojem na klipy, kde se pohybuje machine operátor.
- Špatná viditelnost andonu, který pro machine operátora signalizuje poruchu stroje.

2.6.3.2 Návrh č.2

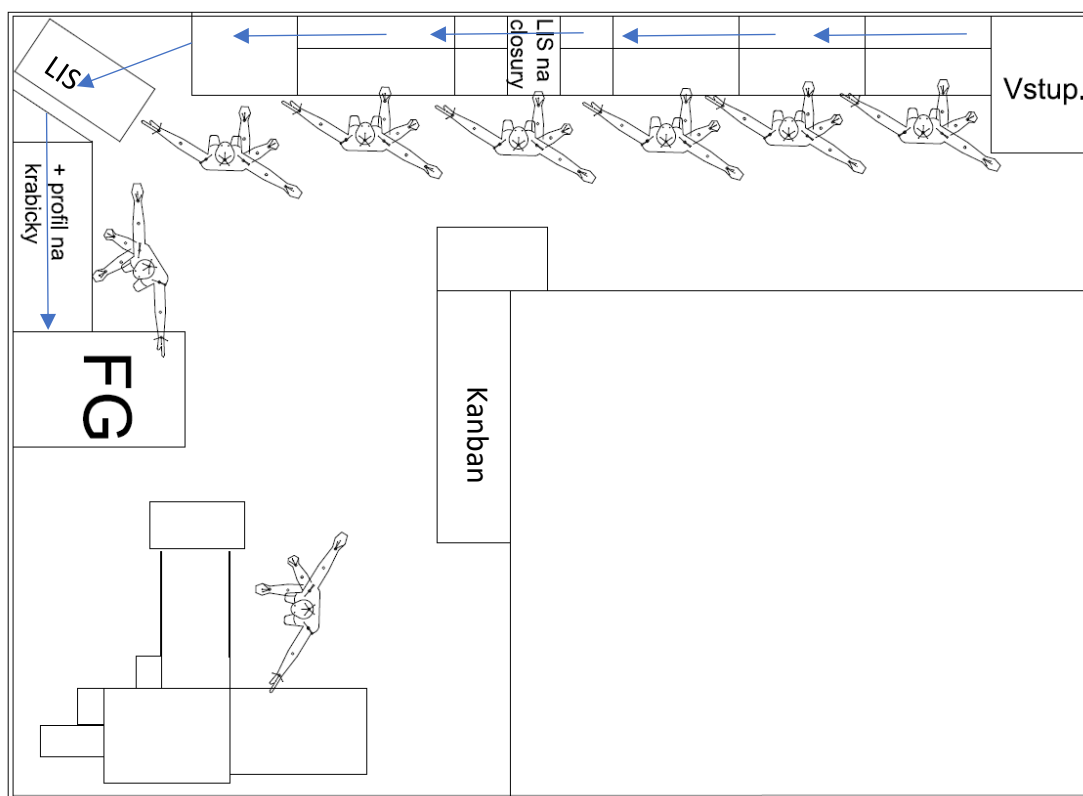


Obrázek č. 26: Návrh layoutu linky č. 2 [21]

Specifikace návrhu č. 2:

- Linka je do tvaru L.
- Mezi pozicemi 1 až 5 teče materiál jedním směrem.
- Obtížnější předávání výrobků mezi pozicí 6 a 7.
- Senior operátor je zády otočen k paletě pro finální produkty.

2.6.3.3 Návrh č.3



Obrázek č. 27: Návrh layoutu linky č. 3 [21]

Specifikace návrhu č. 3:

- Linka je do tvaru L.
- Materiál teče jedním směrem.
- Paleta pro odkládání výrobků je zakomponována v toku materiálu a je hned u pracovního stolu senior operátora.

Zhodnocení návrhů layoutů

Dle specifikací jednotlivých návrhů, můžu říct, že návrh č.3 (Obrázek č. 27) se jeví jako nejlepší varianta. Proto navrhuji vytvořit nové pracoviště dle tohoto návrhu. Tvar navrhované linky je do písmene L a poskytuje možnost vytvoření toku jednoho kusu na lince. Celková rozloha výrobní linky by byla 50,3 m². Gravitační dopravníky a kratší vzdálenosti mezi operátory by vylepšily ergonomické podmínky pro práci. Díky lepší ergonomii při manipulaci s materiálem, kterou zajišťují gravitační dopravníky dojde k redukci NVA aktivit z kategorie „manipulace s komponenty“. Kratší pracovní stoly poskytují menší vzdálenosti mezi operátory, což povede ke zlepšení ergonomie při předávání výrobku mezi pozicemi a následné redukci NVA aktivit „uchopení closure“ a „předání“, které jsem zařadil do kategorie „manipulace s closurem“. Další výhodou nového layoutu bude redukce vzdálenosti, kterou musí ujít machine operátor mezi pozicí 6 a strojem na klipy. Tato vzdálenost bude snížena z 5 metrů na 4,3 metru.

2.6.4 Vybalancování linky

V rámci navržených změn, redukci časů NVA aktivit a možnosti přesunutí některých procesních kroků bude možné vytvořit nový návrh na vybalancování linky. Změny na jednotlivých pozicích budou následovné:

Pozice 1

Sloučení procesních kroků z pozice 3 a 4 - operátor zavře „closure“ a osadí ho všemi klipy.

Pozice 2

Přesunutí všech procesních kroků z pozice 1 - příprava těsnění, dále operátor otevře „closure“ a kompletní těsnění vloží do „closure“.

Pozice 3

Na této pozici bude nasunuto silikonové těsnění do drážek a následně nalepen produktový štítek.

Pozice 4

Na pozici 4 operátor vsune kovové pružinky, na ně umístí plastové pružinky (počet dle verze produktu) a takto připravený „closure“ zalisuje v lisu. Dále vloží těsnicí objímky (počet opět dle verze produktu), které následně opět zalisuje v lisu.

Pozice 5

Operátor převezme „closure“, umístí ho na váhu, dále připraví příbal a ten poté položí do „closuru“. Po ověření, že výrobek obsahuje všechny komponenty a příbal, „closure“ sundá z váhy a zavře ho.

Pozice 6

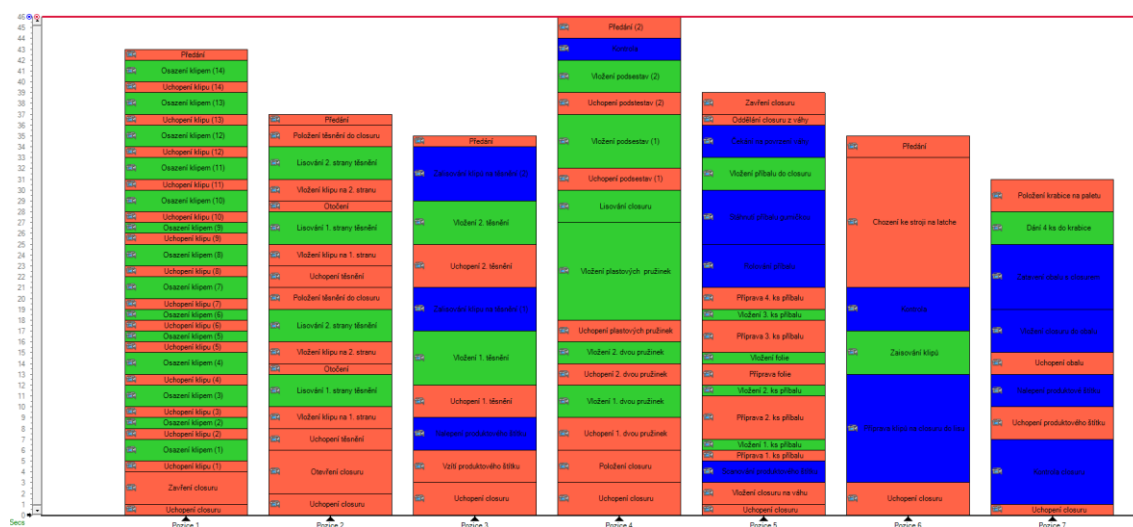
Machine operátor přichystá klipy na „closuru“, aby mohly být zalisovány a následně „closure“ zalisuje. Poté zkontroluje správnost zalisování a předává práci dál. V případě poruchy stroje na klipy je machine operátor rovněž odpovědný za odstranění poruchy stroje.

Pozice 7

Tato pracovní pozice bude zachvána beze změny. Pro senior operátora jsem ponechal k dispozici více volného času, aby byl schopný operativně řešit problémy na lince.

Po stanovení procesních kroků na jednotlivých pozicích jsem vytvořil návrh nového vybalancování linky (Obrázek č. 28 & č.29). Pro splnění cíle je nutné, aby takt linky v případě IL verze produktu byl maximálně 48 sekund a v případě CE verze produktu maximálně 39 sekund.

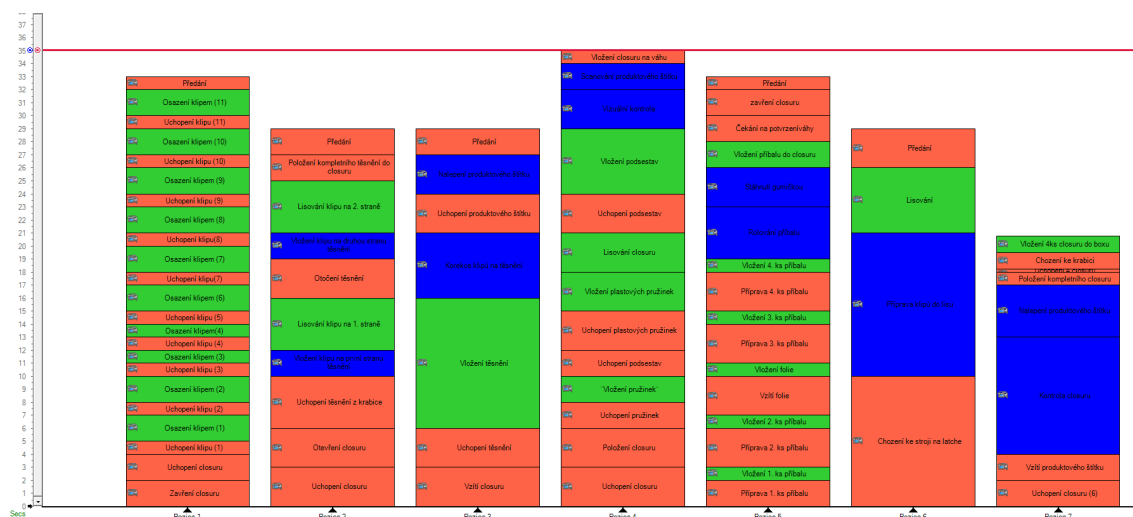
IL verze



Obrázek č. 28: Nové vybalancování linky – IL verze [21]

Dle návrhu nového vybalancování linky pro IL verzi (Obrázek č.28) vznikne úzké místo na pozici 4, to určuje takt linky a dosahuje hodnoty 46 sekund. Časy na jednotlivých pozicích se dostaly na podobnou úroveň a utilizace linky bude dosahovat 84 %. V případě zařazení nového operátora, je možnost u pozic s nejdelšími procesními časy, tj. pozice 1 a 4, vypomáhat z pozic 2 a 3.

CE verze



Obrázek č. 29: Nové vybalancování linky – CE verze [21]

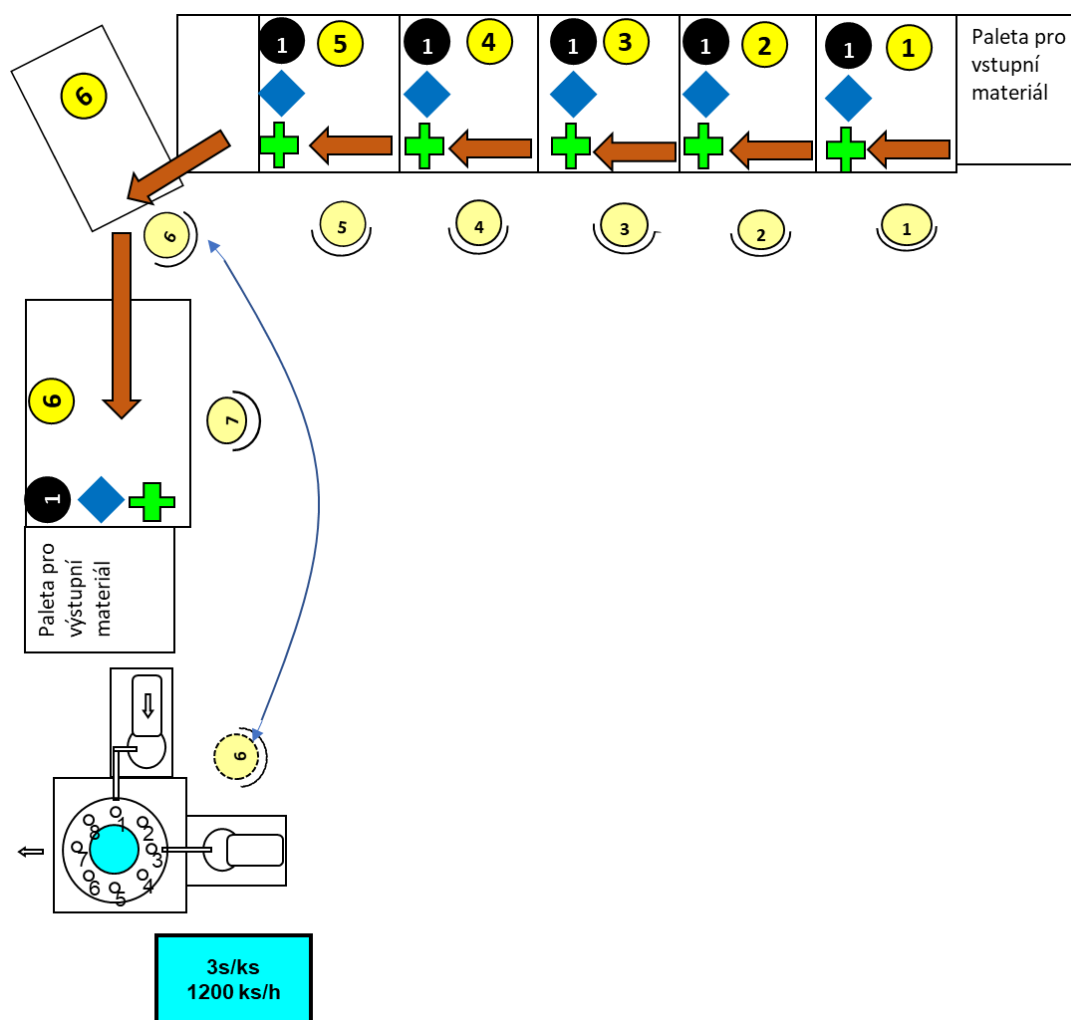
Dle návrhu nového vybalancování linky pro IL verzi (Obrázek č.29) se úzké místo nachází na pozici 4 a zároveň určuje takt linky, který je 35 sekund. Díky vybalancování linky bude utilizace dosahovat 88 %. I v tomto případě je možné, po zařazení nového

operátora, u pozic s nejdelšími procesními časy, tj. pozice 1 a 4, vypomáhat z pozic 2 a 3.

2.6.5 Ověření navrženého procesu

Pro ověření layoutu a časů na jednotlivých pozicích jsem provedl pilotní běh, který mi potvrdil správnost navrženého procesu. Na základě úspěšného pilotního běhu mohly být všechny navržené změny implementovány.

Návrh nového layoutu linky (Obrázek č. 27) byl schválen vlastníkem procesu a bezpečnostním inženýrem. Následně byla linka postavena na novém místě ve výrobní hale (Obrázek č. 30) dle schváleného návrhu.



Obrázek č. 30: Rozložení výrobní linky po zavedení změn [21]

2.6.6 Norma hodinových výstupů a PPH

Po ověření správnosti návrhu řešení, jsem vypočítal novou normu hodinových výstupů.

Normu jsem vypočítal dle vzorce:

$$\text{Norma hodinových výstupů} = \frac{\text{Časový hodinový fond v sekundách}}{\text{Takt linky}}$$

Hodinová norma pro CE verzi:

$$\text{Hodinová norma (CE verze)} = \frac{3600 \text{ s}}{35 \text{ s}} = 102,86 = 102 \text{ ks}$$

Hodinová norma pro IL verzi:

$$\text{Hodinová norma (IL verze)} = \frac{3600 \text{ s}}{45 \text{ s}} = 80 \text{ ks}$$

Pro ověření dosažení požadované úrovně PPH jsem na základě nové hodinové normy vypočítal PPH dle vzorce:

$$PPH = \frac{\text{Hodinová norma}}{\text{Počet operátorů}}$$

Aktuální PPH pro IL verzi:

$$PPH_{IL} = \frac{80}{7} = 11,43$$

Aktuální PPH pro CE verzi:

$$PPH_{CE} = \frac{102}{7} = 14,57$$

2.6.7 Vytvoření nových pracovních instrukcí

Aby bylo zaručeno, že nově nastavený proces bude dodržován a aby nedošlo k návratu do stavu před změnami, bylo zapotřebí vytvořit nové pracovní instrukce. Ty detailně popisují jednotlivé procesní kroky na pozicích. Každý krok je vyfocen a okomentován tak, aby operátor přesně věděl, jak má na pozici postupovat. Nové pracovní instrukce budou pomáhat k ověření dodržování nově nastaveného standardu. Nově vytvořené pracovní instrukce pro IL verzi produktu jsou vloženy v příloze.

Vytvoření nového 5S standardu na lince

Nová linka vyžadovala také vytvoření nového 5S standardu. Pro uložení všech potřebných nástrojů, komponentů a materiálu pro výrobu jsou použity černé a modré KLT boxy. Pro odkládání neshodných dílů, které vzniknou při výrobě např. poškozené těsnění, poškozená pružinka, deformovaný klip na těsnění atd. jsou použity červené KLT boxy. Pro odložení osobních věcí jsou použity šedé KLT boxy. Všechny KLT boxy mají jasně definované místo a počet.

2.7 Kontrola

Poslední částí fáze DMAIC cyklu je fáze s názvem kontrola. V této části budu ověřovat, že stav dosažený realizovaným zlepšením bude trvale udržen.

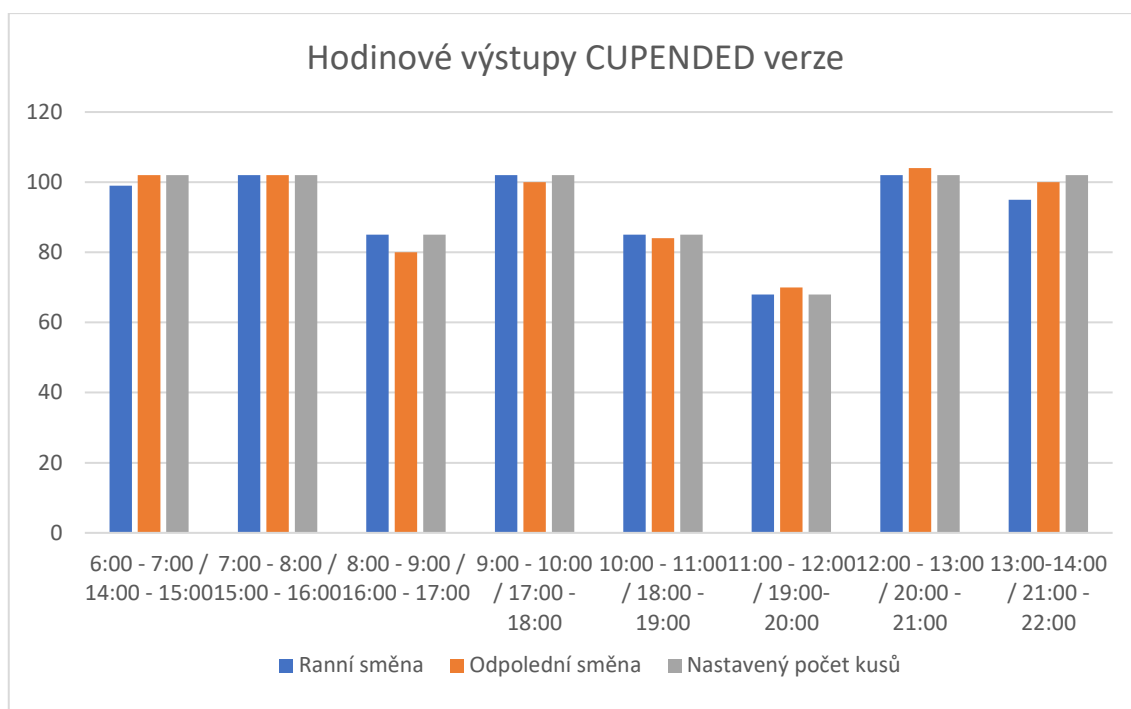
2.7.1 Kontrola hodinových výstupů

Po zavedení všech změn bylo potřeba ověřit, zda jsou operátoři schopni dosahovat určené normy hodinových výstupů trvale.

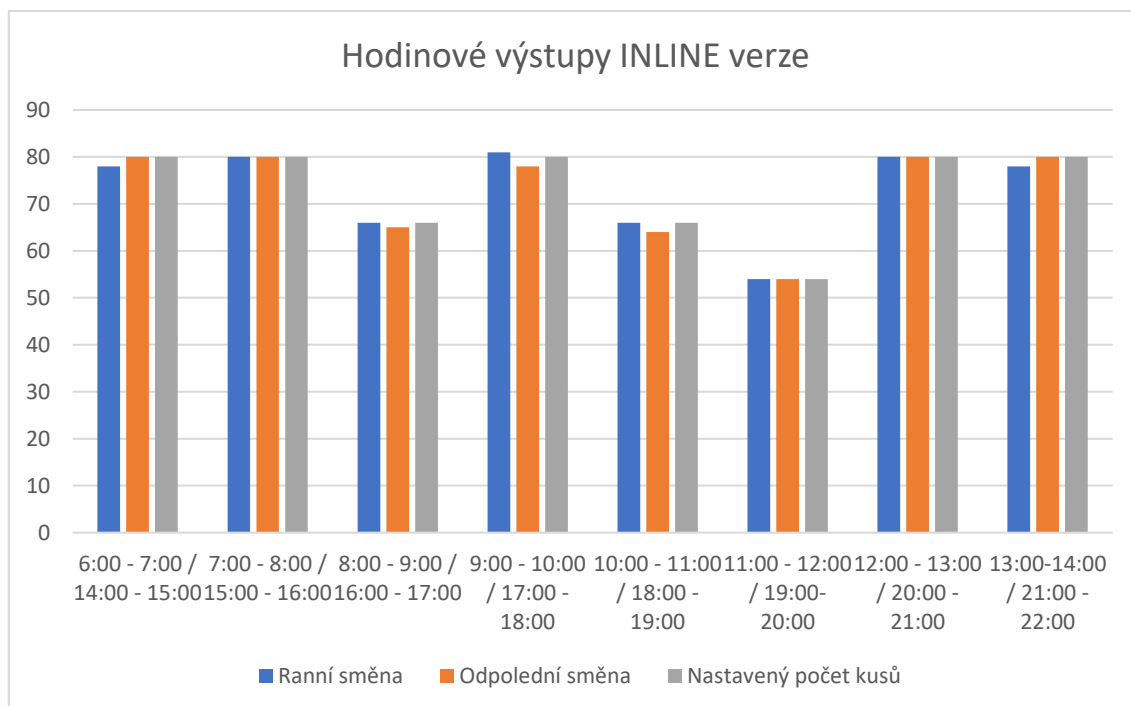
U verze IL byl nastaven požadovaný hodinový výstup na 80 ks/ hodinu a u verze CE byl hodinový výstup nastaven na 102 ks/hodinu. V čase 8:00 – 9:00/ 16:00 – 17:00 a 10:00 – 11:00/18:00 – 19:00 je ponížen hodinový výstup z důvodu 10minutové přestávky. A v čase 11:00 – 12:00/ 19:00 – 20:00 je ponížen hodinový výstup o 20minutovou přestávku.

Tabulka č. 5: Počet vyrobených kusů ranní a odpolední směny/nastavený počet kusů [21]

Čas ranní/ odpolední směna	Ranní směna		Odpolední směna		Nastavený počet kusů	
	CE verze	IL verze	CE verze	IL verze	CE verze	IL verze
6:00 - 7:00 / 14:00 - 15:00	99	78	102	80	102	80
7:00 - 8:00 / 15:00 - 16:00	102	80	102	80	102	80
8:00 - 9:00 / 16:00 - 17:00	85	66	80	65	85	66
9:00 - 10:00 / 17:00 - 18:00	102	81	100	78	102	80
10:00 - 11:00 / 18:00 - 19:00	85	66	84	64	85	66
11:00 - 12:00 / 19:00-20:00	68	54	70	54	68	54
12:00 - 13:00 / 20:00 - 21:00	102	80	104	80	102	80
13:00-14:00 / 21:00 - 22:00	95	78	100	80	102	80
Celkový počet kusů	738	583	742	581	748	586



Graf č. 3: Porovnání plnění nastavených hodinových výstupů – CE verze [21]

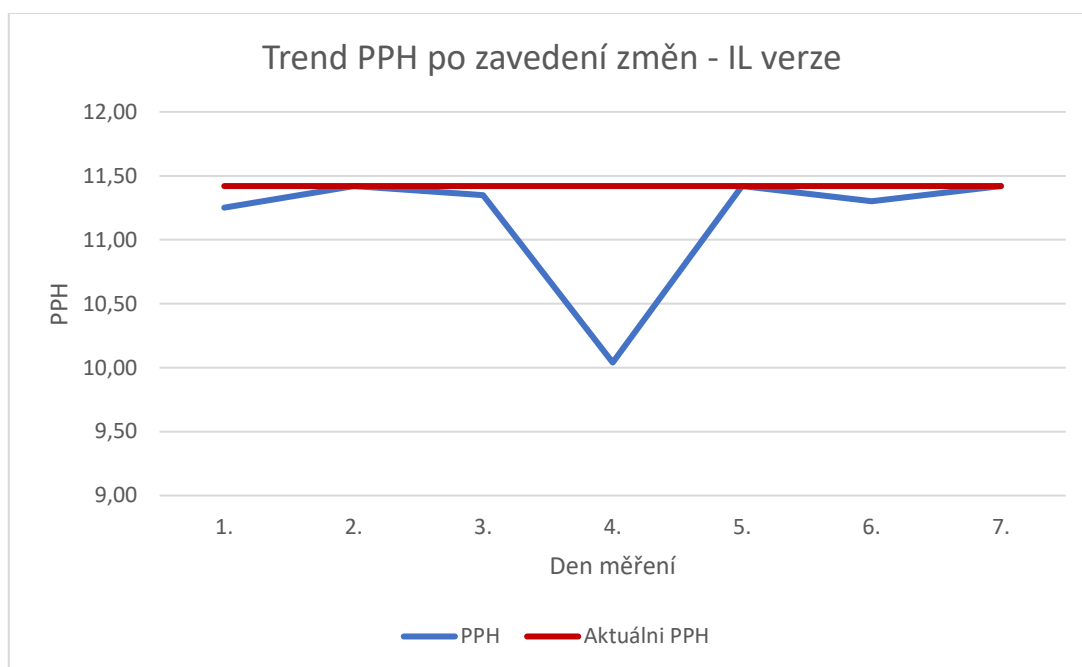


Graf č. 4: Porovnání plnění nastavených hodinových výstupů – IL verze [21]

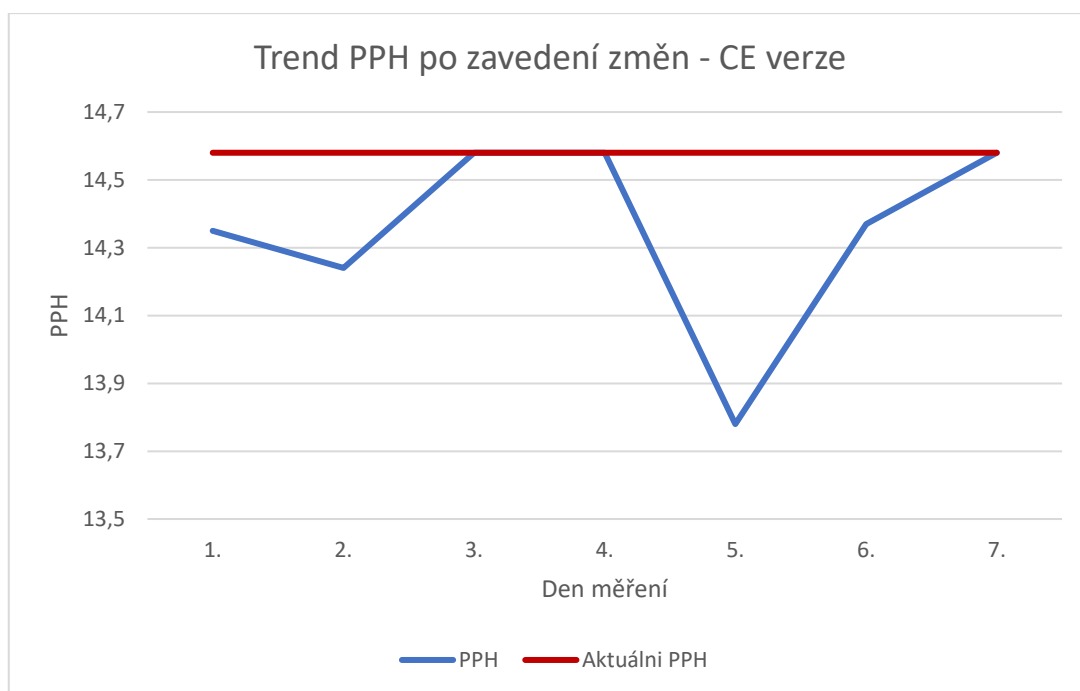
Z grafů (Graf č.3 a č.4) a tabulky (Tabulka č. 5) můžeme vidět, že operátoři na lince jsou schopni dosahovat stanoveného počtu kusů za hodinu u obou verzí. Odchyłky od stanovené hodinové normy jsou způsobeny tím, že proces je nově zavedený a operátoři ještě nemají zažitý nový pracovní postup. Celkový počet kusů vyrobených za jednu směnu je nastaven na 748 kusů u CE verze a 586 kusů u IL verze.

2.7.2 Kontrola trendu PPH

Po zavedení všech změn bylo potřeba ověřit chování procesu v čase. Pro ověření jsem zvolil hodnoty PPH, které jsem sbíral po dobu jednoho pracovního týdne od zavedení změn.



Graf č. 5: Trend PPH po zavedení změn – IL verze [21]



Graf č. 6: Trend PPH po zavedení změn – CE verze [21]

Z trendu PPH pro IL a CE verzi (Graf č. 5 a č. 6), lze vidět, že při výrobě obou verzí produktů je proces schopen dosahovat nově stanovených hodnot PPH. Odchyłky od stanovené hodnoty PPH byly způsobeny novými operátory. Velká odchyłka v trendu ve čtvrtém dni měření u IL verze je způsobena čekáním na materiál. U trendu pro CE verzi můžeme vidět velkou odchyłku od trendu v pátém dnu měření, která byla způsobena poruchou stroje.

3 Zhodnocení

V této části práce se budu věnovat zhodnocení výsledků a přínosu mé práce.

3.1 Zhodnocení výsledků

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout nový proces s cílem dosažení navýšení výstupů výrobní linky alespoň o 15 %. Pro zhodnocení výsledků jsem porovnal normu počtu vyrobených kusů za směnu před úpravami a po implementaci mého návrhu výrobního procesu. Z porovnání počtu vyrobených kusů na lince za směnu před úpravami a po úpravách výrobního procesu (Tabulka č. 6) vyplynulo, že došlo k navýšení výstupu výrobní linky u IL verze produktu o 22,85 % a u CE verze o 28,08 %. Tím byl splněn cíl, který mi byl zadán.

Tabulka č. 6: Porovnání výstupů a splnění cíle [21]

Verze produktu	Počet vyrobených kusů před úpravami (ks)	Počet vyrobených kusů po úpravách (ks)	Zvýšení výstupů výrobní linky v %
IL	477	586	22,85 %
CE	584	748	28,08 %

Druhotným cílem bylo vytvoření návrhu rozložení pracoviště s novými pracovními stoly. Zde jsem také cíl splnil tím, že jsem nejprve vytvořil návrh nových pracovních stolů a tyto jsem následně zakomponoval do celkového návrhu výrobní linky.

3.2 Ekonomické zhodnocení

Vyčíslení předpokládané úspory, kterou navrhovaný proces přinese, jsem vypočítal jako celkové náklady před a po úpravě procesu. Jako první bylo potřeba získat údaje o předpovídaném objemu výroby za rok, to mi poskytla firma. Pro IL verzi je plánována výroba o objemu 86 258 kusů a pro CE verzi se jedná o 79 608 kusů.

Dále jsem určil potřebné normohodiny před úpravami k výrobě plánovaného ročního objemu.

Potřebné normohodiny před zavedením úprav pro IL a CE verzi:

$$N_{hod_{IL}} = \frac{\text{Plánovaná roční výroba}}{PPH_{IL}} = \frac{86\,258\,ks}{9,33} = 9\,248$$

$$N_{hod_{CE}} = \frac{\text{Plánovaná roční výroba}}{PPH_{CE}} = \frac{79\,608\,ks}{11,43} = 6\,964$$

Poté jsem určil potřebné normohodiny po úpravách.

Potřebné normohodiny po zavedení úprav pro IL a CE verzi:

$$N_{hod_{IL}} = \frac{\text{Plánovaná roční výroba}}{PPH_{IL}} = \frac{86\,258\,ks}{11,42} = 7\,556$$

$$N_{hod_{CE}} = \frac{\text{Plánovaná roční výroba}}{PPH_{CE}} = \frac{79\,608\,ks}{14,58} = 5\,460$$

Dále jsem vypočítal rozdíl potřebných normohodin před a po úpravách výrobního procesu:

$$\Delta N_{hod_{IL}} = N_{hod_{IL - před\ ú.}} - N_{hod_{IL - po\ ú.}} = 9\,248 - 7\,556 = 1\,692$$

$$\Delta N_{hod_{CE}} = N_{hod_{CE - před\ ú.}} - N_{hod_{CE - po\ ú.}} = 6\,964 - 5\,460 = 1\,464$$

Hodnotu předpokládané roční úspory získáme jako součet výsledných rozdílů, který následně vynásobíme cenou práce, která podle interních dat společnosti činí 349 Kč.

$$\begin{aligned} \text{Předpokládaná roční úspora} &= (\Delta N_{hod_{IL}} + \Delta N_{hod_{CE}}) \times 349 \text{ Kč} = \\ &= (1\,692 + 1\,464) \times 349 \text{ Kč} = 1\,101\,444 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Vynaložené náklady spojené s nákupem nových pracovních stolů činily dle interních informací podniku 244 000 Kč, a budou odpisovány po dobu 5 let

Poté jsem vypočítal předpokládanou roční úsporu po odečtení nákladů na jeden rok:

$$\begin{aligned} \text{Předpokládaná roční úspora (po odečtení nákladů)} &= \\ &= 1\,101\,444 \text{ Kč} - \frac{244\,000 \text{ Kč}}{5} = 1\,056\,644 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Předpokládaná roční úspora po odečtených nákladech byla vyčíslena na 1 056 644 Kč.

4 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na optimalizaci výrobního procesu ve vybraném podniku s cílem navýšení výstupů výrobní linky MJC alespoň o 15 %. Ve vybraném podniku již nějaký čas pracuji jako stážista na oddělení neustálého zlepšování.

V první části práce byla zpracována literární rešerše o tom, co je to proces. Dále byla popsána metodika Lean Six Sigma a její nástroje, koncepce a pojmy, které tato metodika využívá a které jsou použity v analytické části práce.

V analytické části byla představena společnost, ve které byla bakalářská práce zpracovávána a produkt, který se na výrobní lince vyrábí. Následná analýza byla zpracována pomocí prvních třech částí DMAIC cyklu. Ve fázi definování byl popsán průběh procesu výroby, pomocí SIPOC diagramu byly zmapovány vstupy a výstupy spojené s procesem. Na základě požadavků interního zákazníka byl určen požadovaný zákaznický takt a prostřednictvím nástroje CTQ byl přeměněn požadavek zákazníka na klíčový ukazatel – PPH. Ve fázi měření jsou sesbírána a vyhodnocena data o aktuálním PPH. Následně bylo sestaveno vybalancování linky pro obě verze produktu, které znázorňuje procesní časy na jednotlivých pozicích a úzké místo v procesu. Závěrem fáze měření byl sestaven špagetový diagram, který mapuje pohyb operátorů na lince. Ve fázi analýzy bylo cíleno na NVA aktivity procesu. Pomocí Paretových diagramů byly rozděleny NVA aktivity v procesu, z těch bylo poté vyvozeno, které NVA aktivity se v procesu vyskytovaly nejvíce a jak byly časově náročné. Následně byl použit nástroj Gemba walk, kterým bylo ověřeno reálný stav procesu na lince. Na základě získaných poznatků byla provedena analýza NVA aktivit, které se jeví jako nejproblémovější.

Návrhová část byla rozdělena do zbylých dvou fází DMAIC cyklu, a to fáze zlepšení a kontrola. Ve fázi zlepšení byla nejprve sestavena matice dopadu a úsilí, do které byly umístěny návrhy na zlepšení. Následně byl vytvořen návrh, jak zredukovat časy u NVA aktivit v procesu, které byly určeny v analytické části jako nejproblémovější. Sekundárním cílem mé práce bylo vytvoření návrhu nového layoutu na předem určeném místě ve stávající výrobní hale, kdy součástí návrhu linky byly nové pracovní stoly z modulárního systému. Nejprve byl vytvořen návrh nových pracovních stolů, který byl poté zakomponován do třech návrhů nového rozložení pracoviště. Z těchto návrhů byl vybrán nejvhodnější. Následně byl vytvořen návrh na vybalancování linky pro obě verze

produktu. Pro splnění cíle bylo nutné, aby takt linky v případě IL verze produktu byl maximálně 48 sekund a v případě CE verze produktu maximálně 39 sekund. Po vybalancování linky vzniklo úzké místo u obou verzí produktu na pozici 4. Úzké místo udává takt linky, a v případě IL verze dosahovalo 46 sekund a v případě CE verze 35 sekund. Poté byl proveden pilotní běh, který ověřil navržený layout a časy na jednotlivých pozicích. Po potvrzení správnosti návržného procesu pilotním během, mohly být všechny navrhované změny implementovány. Byla vypočítána a stanovena norma hodinových výstupů pro IL verzi produktu na 80 kusů za hodinu a 102 kusů za hodinu pro CE verzi a také bylo stanoveno nové PPH. Po zavedení všech změn bylo potřeba standardizovat proces zavedením nových pracovních instrukcí a vytvořením nového 5S standardu. Ve fázi kontroly bylo zkontrolováno, jestli operátoři dosahují požadovaných výstupů za směnu a pomocí trendu PPH byla ověřena schopnost výrobní linky dlouhodobě dosahovat požadovaných výstupů.

Závěrem byly zhodnoceny dosažené výsledky. Došlo k navýšení výstupů výrobní linky o 22,85 % u IL verze produktu a o 28,08 % u CE verze produktu. Tím byl splněn cíl, který byl určen jako navýšení výstupů výrobní linky alespoň o 15 %. Druhotným cílem bylo vytvoření návrhu rozložení pracoviště na předem určeném místě ve výrobní hale s novými pracovními stoly z modulárního systému, ten jsem také splnil. Nakonec byly tyto výsledky ekonomicky zhodnoceny, kdy předpokládaná roční úspora po odečtených nákladech byla vyčíslena na 1 052 644 Kč.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [2] CIENCIALA, Jiří. Procesně řízená organizace: tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů. [Praha]: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-044-7.
- [3] GYGI, Craig, Bruce WILLIAMS, Neil DECARLO a Stephen R. COVEY. Six Sigma for dummies. 2nd edition. Hoboken: Wiley, [2012]. --For dummies. ISBN 978-1-118-12035-4.
- [4] VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. Podnikové řízení. Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- [5] Six Sigma. Lean Six Sigma; Vyšší kvalita, výkonnost a zákaznická spokojenost [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/six-sigma/>
- [6] WILSON, Lonnie. How to implement lean manufacturing. New York: McGraw-Hill, c2010. ISBN 978-0-07-162507-4.
- [7] Jidoka. Zlepši To [online]. [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: <https://www.zlepsito.eu/l/jidoka/>
- [8] ŠIMONOVÁ, Stanislava. Procesní řízení. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-766-7.
- [9] DMAIC – Our Favorite 6 Sigma Word of the Day!. Transforming Solutions Inc [online]. [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://transforming.com/2020/04/22/what-is-dmaic/>
- [10] MORGAN, John a Martin BRENING-JONES. Lean Six sigma for dummies. 2nd edition. Chichester: Wiley, c2012. ISBN ISBN 978-1-119-95370-8.
- [11] GEORGE, Michael L. Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity. [Brno]: SC&C Partner, 2010. ISBN 978-80-904099-2-7.
- [12] IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.

- [13] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [14] VOEHL, Frank, H. James HARRINGTON, Chuck MIGNOSA a Rich CHARRON. The lean six sigma black belt handbook: Tools and methods for process acceleration. [online]. Boca Raton: CRC Press, c2014. ISBN 978-1-4665-5469-6. Dostupné také z: https://www.academia.edu/40111769/LEAN_SIX_SIGMA_BLACK_BELT_HANDBOOK_Tools_and_Methods_for_Process_Acceleration
- [15] IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Brno: Computer Press, 2004. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0461-3.
- [16] Kanban – výroba tahem. SystemOnLine.cz - ekonomické a informační systémy v praxi [online]. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
- [17] Co je to: "One Piece Flow?“. Vladimír Volko [online]. [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: https://www.volko.cz/slovník_vykonnosti.php?ID_term=12
- [18] One Piece Flow. Poradenství v lean managementu, tréninky štíhlá organizace, lean výroba. Metodické materiály štíhlé procesy. [online]. [cit. 2022-04-26]. Dostupné z: <https://prolean.cz/one-piece-flow/>
- [19] One Piece Flow. Zlepši To [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.zlepsito.eu/l/one-piece-flow/>
- [20] Interní zdroje firmy
- [21] Vlastní zpracování

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Vymezení Six Sigma [5]	15
Obrázek č. 2: DMAIC cyklus [9].....	18
Obrázek č. 3: Princip kanbanu [16]	35
Obrázek č. 4: One Piece Flow [18].....	36
Obrázek č. 5: Brněnský závod společnosti [20]	38
Obrázek č. 6: Produkt MJC – CUPENDED verze [20].....	39
Obrázek č. 7: Stávající rozložení pracoviště [21]	41
Obrázek č. 8: SIPOC diagram [21].....	44
Obrázek č. 9: CTQ [21]	47
Obrázek č. 10: Procedura zaznamenávání dat [21].....	48
Obrázek č. 11: Graf současného vybalancování linky – IL verze [21].....	50
Obrázek č. 12: Graf současného vybalancování linky – CE verze [21]	52
Obrázek č. 13: Rozpracovaná výroba za pozicí 1 [21]	53
Obrázek č. 14: Špagety diagram [21]	54
Obrázek č. 15: Paretův diagram kategorií NVA aktivit [21].....	55
Obrázek č. 16: Paretův diagram NVA aktivit z kategorie "Manipulace s komponenty" [21].....	56
Obrázek č. 17: Paretův diagram NVA aktivit z kategorie "Manipulace s closurem" [21]	57
Obrázek č. 18: Umístění KLT boxu na klipy [21].....	59
Obrázek č. 19: "Closure" se všemi komponenty uvnitř, s osazeným i klipy a s vloženým těsněním [21]	60
Obrázek č. 20: "Closure" se všemi komponenty uvnitř a s vloženým těsněním [21].....	61
Obrázek č. 21: Matice dopadu a úsilí [21].....	62
Obrázek č. 22: "Closure" s osazenými klipy [21].....	64
Obrázek č. 23: Samotný "closure" [21]	65
Obrázek č. 24: Předběžný návrh nového pracovního stolu [21].....	66
Obrázek č. 25: Návrh layoutu linky č. 1 [21]	68
Obrázek č. 26: Návrh layoutu linky č. 2 [21]	69
Obrázek č. 27: Návrh layoutu linky č. 3 [21]	70

Obrázek č. 28: Nové vybalancování linky – IL verze [21].....	73
Obrázek č. 29: Nové vybalancování linky – CE verze [21]	73
Obrázek č. 30: Rozložení výrobní linky po zavedení změn [21].....	74

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Úroveň Six Sigma [5]	16
Tabulka č. 2: Procesní časy na jednotlivých pozicích – IL verze [21]	51
Tabulka č. 3: Procesní časy na jednotlivých pozicích – CE verze [21].....	52
Tabulka č. 4: Přehled vzdáleností [21]	54
Tabulka č. 5: Počet vyrobených kusů ranní a odpolední směny/nastavený počet kusů [21]	77
Tabulka č. 6: Porovnání výstupů a splnění cíle [21].....	81

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Trend PPH – IL verze [21]	49
Graf č. 2: Trend PPH – CE verze [21]	49
Graf č. 3: Porovnání plnění nastavených hodinových výstupů – CE verze [21]	78
Graf č. 4: Porovnání plnění nastavených hodinových výstupů – IL verze [21]	78
Graf č. 5: Trend PPH po zavedení změn – IL verze [21]	79
Graf č. 6: Trend PPH po zavedení změn – CE verze [21]	80

SEZNAM ZKRATEK

IL	Inline
CE	Cupended
VOC	Voice of the customer – Hlas zákazníka
CTQ	Critical To Quality – Kritické požadavky zákazníka
NVA	Non value added – Nepřidávající hodnotu
VA	Value added – Přidávající hodnotu
RNVA	Required non value added – nepřidávající přímou hodnotu
Ks	kus
PPH	Parts per Person per Hour – kusy za hodinu na jednoho operátora
TPS	Toyota Production Sytem
CTQ	Definice kritických požadavků zákazníků
JIT	Just in Time – právě v čas
DPMO	Defekty na milion příležitostí
MJC	Mechanical Joint Closure
Kč	Koruna česká
s	sekunda
cm	centimetr
mm	milimetr

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: SIPOC Diagram [21]

Příloha II: Proces zaznamenávání dat [21]

Příloha III: Aktuální vybalancování linky – IL verze [21]

Příloha IV: Aktuální vybalancování linky – CE verze [21]

Příloha V: Nové vybalancování linky – IL verze [21]

Příloha VI: Nové vybalancování linky – CE verze [21]

Příloha VII: Pracovní instrukce IL verze str. 1 [21]

Příloha VIII: Pracovní instrukce IL verze str. 2 [21]

Příloha IX: Pracovní instrukce IL verze str. 3 [21]

Příloha X: Pracovní instrukce IL verze str. 4 [21]

Příloha XI: Pracovní instrukce IL verze str. 5 [21]

Příloha XII: Pracovní instrukce IL verze str. 6 [21]

Příloha XIII: Pracovní instrukce IL verze str. 7 [21]

Příloha XIV: Pracovní instrukce IL verze str. 8 [21]

Příloha XV: Pracovní instrukce IL verze str. 9 [21]

Příloha XVI: Pracovní instrukce IL verze str. 10 [21]

Příloha XVII: Pracovní instrukce IL verze str. 11 [21]

Příloha XVIII: Pracovní instrukce IL verze str. 12 [21]

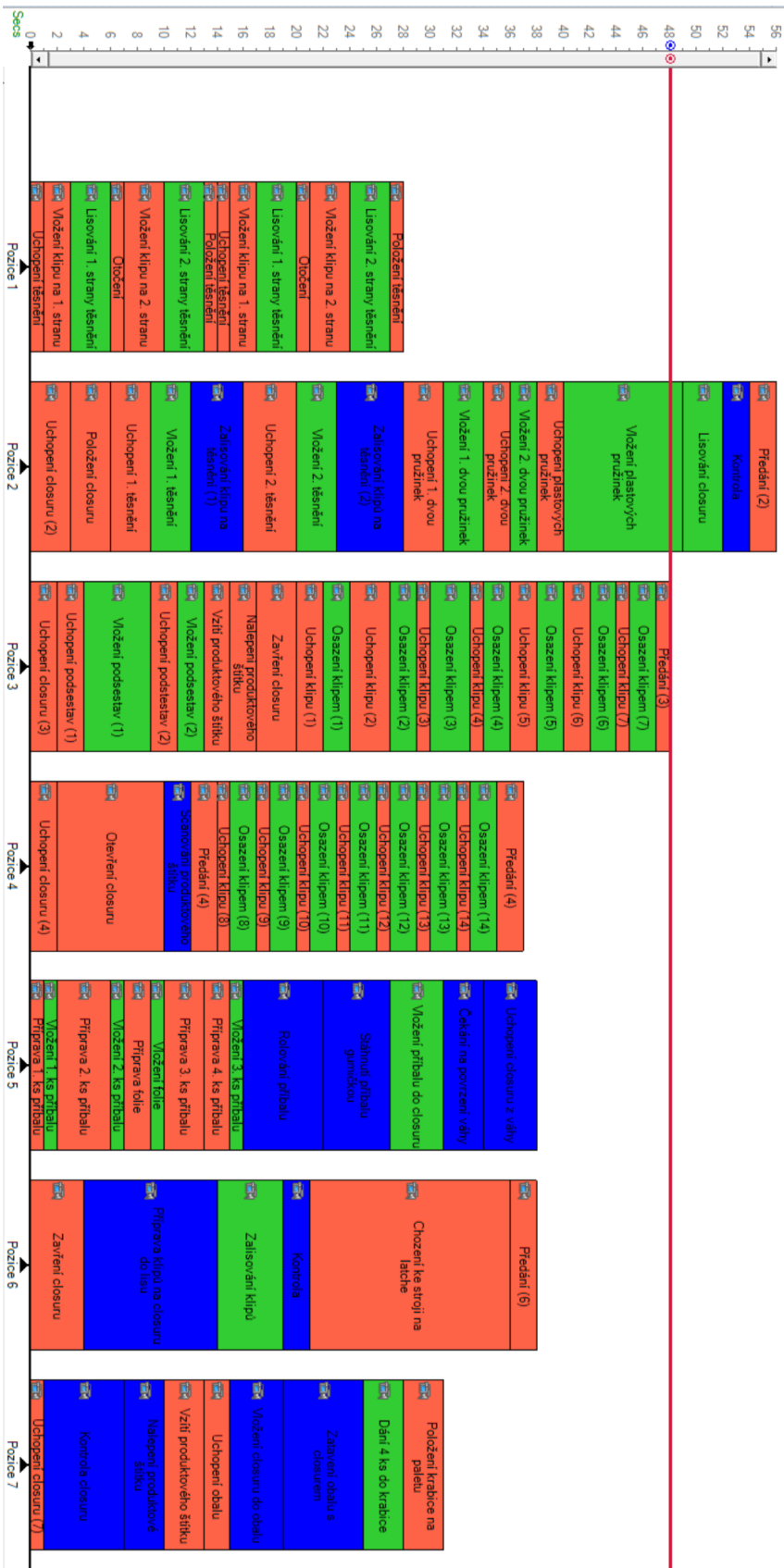
PŘÍLOHY

SIPOC						
Supplier (Dodavatel)	Inputs (Vstupy)		Process	Outputs (výstupy)		Customer (Zákazník)
	Popis	Požadované vlastnosti		Popis	Požadované vlastnosti	
Procesní inženýr	Pracovní instrukce	Aktuálně platná revize	Proces výroby MIC	Kompletní produkt Senior operátor, Machine operátor a	Nepoškozený produkt	Sklad
Procesní inženýr	Standard work	Aktuálně platná revize		Machine operátor a	Nezranění operátoři	Team Leader
Plánování výroby (MRP)	Work order	Aktuální Work Order		Nástroje	Funkční, nepoškozené a zkalibrované nářadí a stroje	Proces inženýr
Team Leader	Senior Operátor a operátoři	Zaškolení operátoři		Scrap	Minimální scrap	Kvality inženýr
Team Leader	Machine Operátor	Zaškolený operátor pro práci se strojem na klipy		Info o hodinovém výstupu	CPM LI tabule	Team Leader
Procesní inženýr	Požadované nářadí a stroje	Funkční a zkalibrované		Výstup z CPM LI databáze	Zapsáno v databázi/směna	OPS Supervisor
Stroj na klipy	Klipy	Nepoškozené klipy				
Sklad	Closure	Správný typ dle MID a množství				
Sklad	Komponenty	Správný typ a množství				
Sklad	Příbaly	Správný typ a množství				

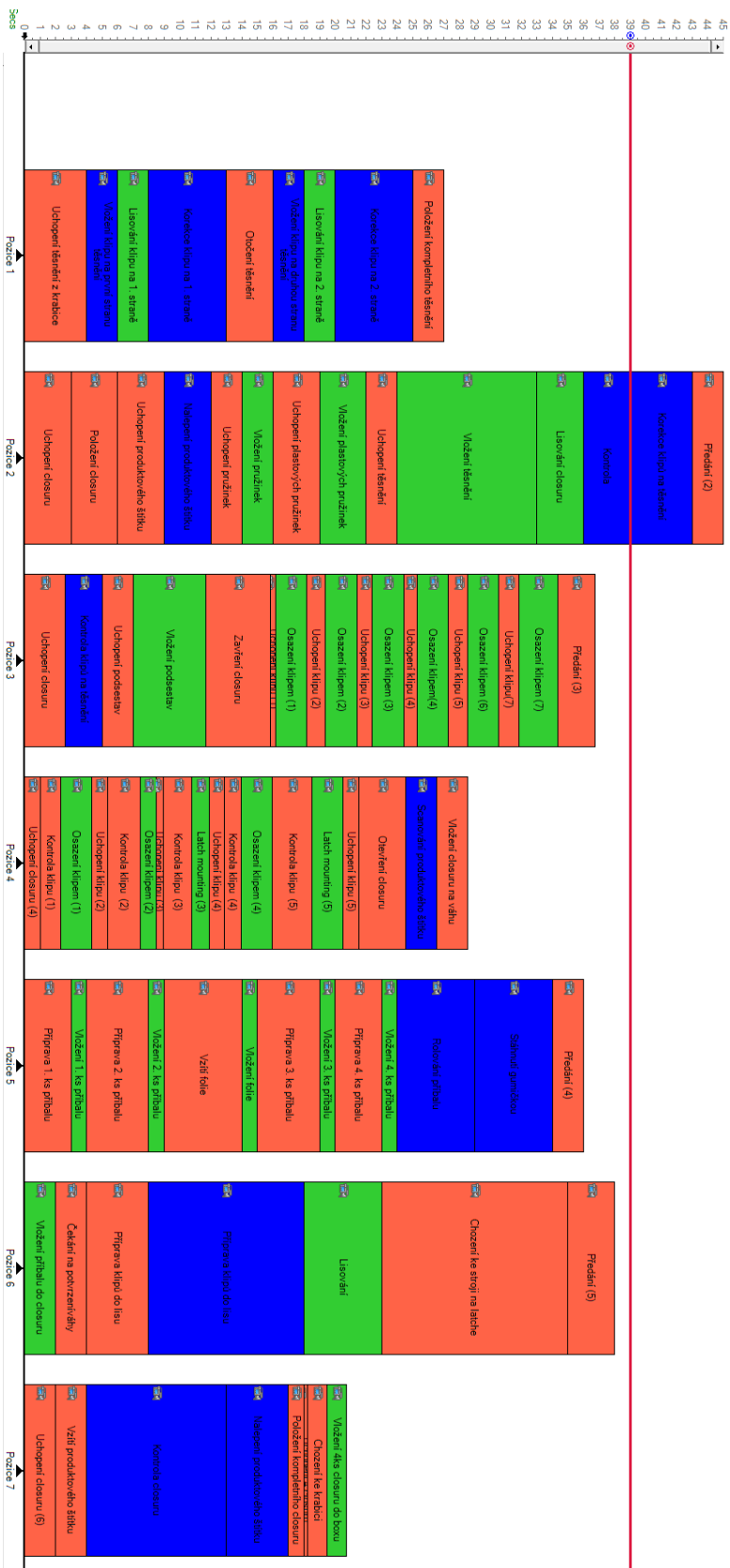
Příloha I: SIPOC diagram [21]



Příloha II: Proces zaznamenávání dat [21]



Příloha III: Aktuální vybalancování linky – IL verze [21]



Příloha IV: Aktuální vybalancování linky – CE verze [21]

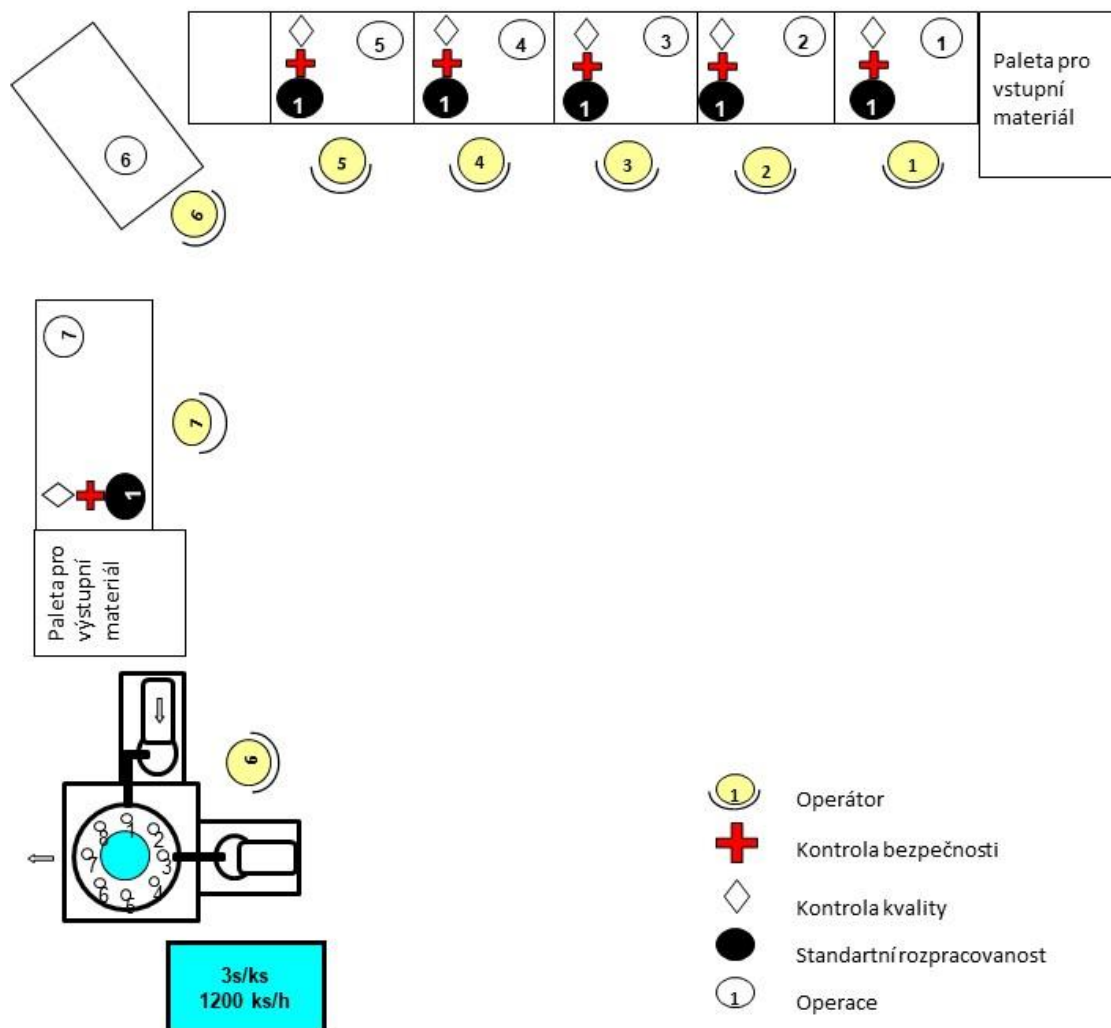
[illegible]

Příloha V: Nové vybalancování linky – IL verze [21]

[illegible]

Pracovní instrukce			
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 1 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

1.0 Standard work



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:

		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 2 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

2.0 Seznam použitého vybavení



Přípravek na lisování
klipů těsnění



Pinzeta



MJC –montáž
těsnění



Páskovačka



Tavička

Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a: [Redacted]

Pracovní instrukce			
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 3 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

3.0 Pracovní postup :

POZICE 1

1) Plastový „closure“ zavří a nasad' všechny západky (14 ks).



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:

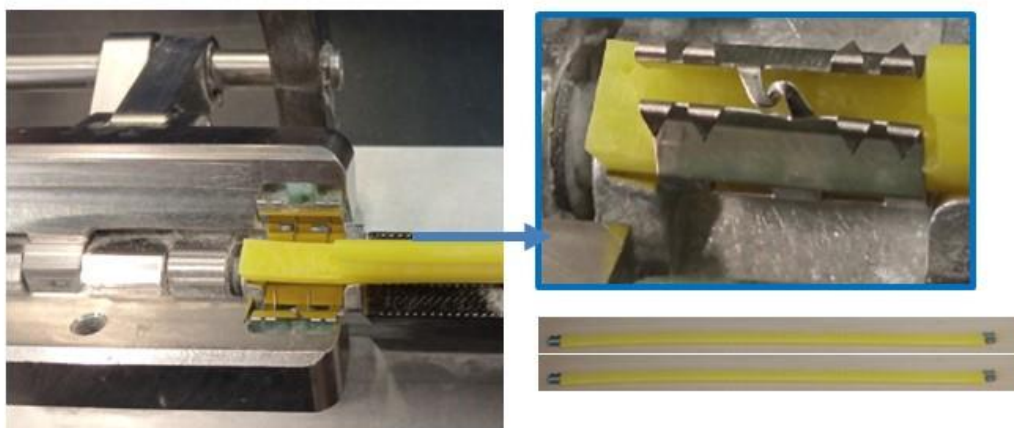


Příloha IX: Pracovní instrukce IL verze str. 3 [21]

		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 4 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 2

2) Příprav těsnění pro „closure“ – zalisování klipů na obou stranách těsnění.



3) Otevři „closure“ a polož těsnění dovnitř.



Vytvořil/a: Michal Něnička

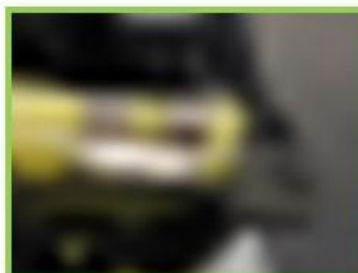
Schválil/a:

Příloha X: Pracovní instrukce IL verze str. 4 [21]

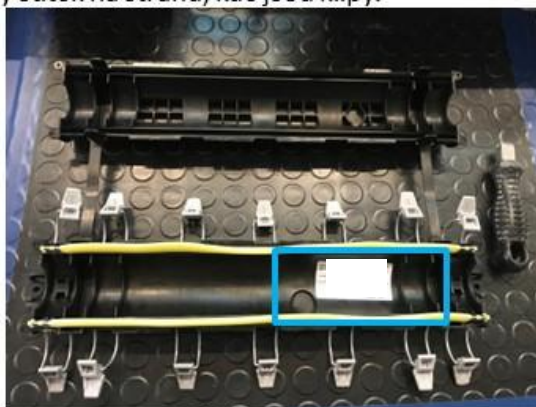
		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 5 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 3

4) Vezmi položené těsnění a vlož těsnění do closuru, každý klip zatlač přípravkem a zkontroluj správnost zatlačení. S těsněním manipuluj pouze v rukavicích.



5) Nalep produktový štítek na stranu, kde jsou klipy.



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:

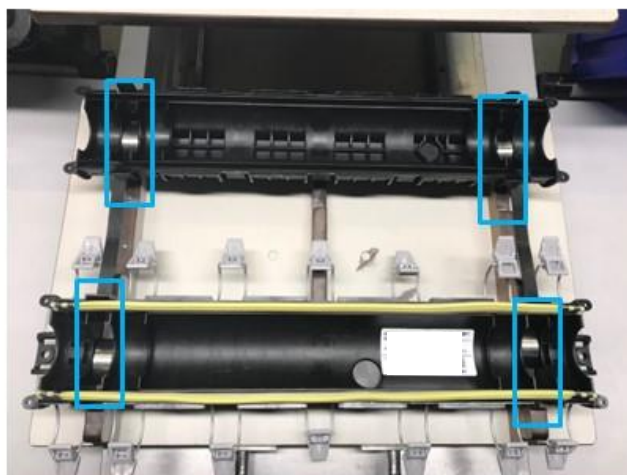
		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 6 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 4

6) Vlož „closure“ do lisu



7) Do „closure“ vlož do čtyř prostředních pozice kovovou pružinku –
vkládá se vyboulením nahoru



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:

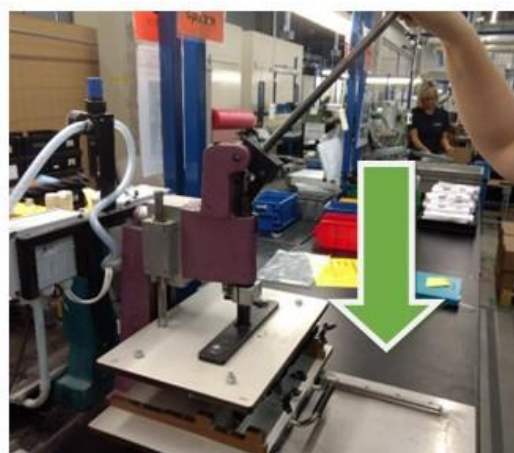
		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 7 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 4

8) Vlož rovnou stranou 4 ks plastových pružinek (výřez nahoru) na kovové pružinky.



9) Zalisuj těsnění a pružinky v lisu



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a: [Redacted]

		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 8 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 4

10) Do zalisovaného „closuru“ na stranu s těsněním vlož 4 ks koleček. Na každou stranu 2 ks. **Vnější** kolečko dejte do správné polohy na zalisování a **vnitřní** kolečko vložte libovolně. Poté zalisujte a zkontrolujte správnost zalisování.



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:

Pracovní instrukce			
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 9 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 5

11) Naskenuj produktový štítek v „closuru“, poté pomocí barcode zvaž samotný closure.



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:



Pracovní instrukce			
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 10 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 5

12) Příprav příbal se všemi komponenty, následně zaroluj a stáhni gumičkou. Příbal vlož do „closuru“ na váze a zvaž i s příbalem. Po zobrazení povrzení na barcodu sejmí closure z váhy a zavři “closure”

1x – Instrukce MID CS7943-000
1x – Folie MID A65511-000
1x – papírek - MID CK8440-000
1x – Isopropyl MID 663434-000
1x – Páska MID F55266-000
1x – Gumička MID 860642754



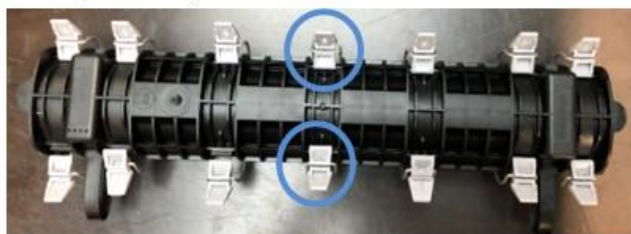
Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:

Pracovní instrukce			
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 11 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 6

13) Prostřední klipy ručně zacvakni a zbytek klipů dej do polohy, tak aby se klipy kolmo opírali o vnější stranu „closure“



14) Připravený „closure“ vlož do lisu a stiskni obě zelená tlačítka zaráz. Lis uzavře všechny západky. Následně closure vytáhni z lisu a zkontroluj správnost uzavření všech klipů.



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a:



		Pracovní instrukce	
Číslo:	Revize:	Platnost od:	Strana 12 z 12
Název instrukce: INLINE verze MJC			Odpovědnost: Senior operátor

POZICE 7

15) Zkontrolovaný „closure“ vloží do sáčku a zataví. Na zatavený sáček nalepí produktový štítek.



16) Do krabice vloží 4 ks zatavených sáčků s „closure“ a zabalí. Na paletu skládá 54 ks krabic.



Vytvořil/a: Michal Něnička

Schválil/a: