

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N0715A270012 – Průmyslové inženýrství
a management

Studijní specializace: Bez specializace

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zlepšení přestavby výrobní linky

Autor: Bc. Petr MAŘAN

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr MAŘAN**
Osobní číslo: **S20N0087P**
Studijní program: **N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Zlepšení přestavby výrobní linky**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Plýtvání a štihlá výroba
2. Normování práce a racionalizace
3. Analýzy současného stavu
4. Identifikace plýtvání a návrhy na zlepšení
5. Standardizace a tvorby návodu
6. Závěr a vyhodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **0**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. EDL, Milan, KUDRNA, Jiří. *Metody průmyslového inženýrství*, e-book. Plzeň: Smart Motion, 2013. ISBN: 978-80-87539-40-8.
2. MAI, M. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, 2011. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
3. SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
4. ROTHER, Mike. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0435-2.
5. TSIGKAS, Alexander. *The Lean Enterprise: From the Mass Economy to the Economy of One*. Heidelberg: Springer, 2013. ISBN 978-3-642-29401-3.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant diplomové práce: **Ing. Filip Rybníkář**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání diplomové práce: **20. září 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2022**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a užitečné připomínky.

Dále bych rád poděkoval Michalu Flachsovi ze společnosti Plzeňský Prazdroj, především za čas, který mi věnoval v průběhu zpracování celé diplomové práce, ale také za věcné připomínky, odborné rady a poznatky z praxe potravinářského výrobního průmyslu.

Mé velké díky patří také rodině a přítelkyni, kteří mě během zpracovávání práce podporovali a motivovali.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Mařan	Jméno Petr		
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270012 – Průmyslové inženýrství a management			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Zlepšení přestavby výrobní linky			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	88	TEXTOVÁ ČÁST	88	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Diplomová práce se zaměřuje na implementaci metody SMED pro zlepšení průběhu přestaveb, a to zejména z hlediska časové úspory a zvýšení výrobní kapacity. První část je věnována získání důležitých teoretických poznatků, filozofii štíhlého podniku a metodě SMED. Druhá část začíná analýzou současného stavu přestaveb stáčení výrobní linky s cílem navrhnout zlepšení přestavby jednotlivých pracovišť a také organizace přestaveb v rámci celé výrobní linky, včetně návaznosti pracovišť. Po analýze následuje redukce časů jednotlivých činností a zlepšení návazností přestaveb pro získání rychlejšího náběhu výroby. Závěrem práce je návrh standardizovaného postupu přestaveb a organizace práce.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, pivo, lahve, výrobní linka, přestavby, SMED, ztráty, analýza, zlepšení, standardizace

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Mařan	Name Petr
STUDY PROGRAMME	N0715A270012 – Industrial Engineering and Management	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Production Line Quick Change Improvement	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	88	TEXT PART	88	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>The diploma thesis focuses on the implementation of the SMED method to improve the process of changeover, especially in terms of time savings and increased production capacity. The first part is devoted to obtaining important theoretical knowledge, the lean philosophy and the SMED method. The second part starts with an analysis of the current state of changeover of the bottling production line in order to propose improvements in the changeover of individual workplaces and also the organization of the changeover within the whole production line, including the continuity of workplaces. The analysis is followed by the reduction of individual activity times and the improvement of changeover continuity to obtain a faster production start. The thesis concludes with a proposal for a standardized changeover procedure and work organization.</p>
KEY WORDS	Industrial engineering, lean manufacturing, beer, bottles, production line, changeover, SMED, losses, analysis, improvement, standardization

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	10
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek	13
Úvod	14
1 Plýtvání a štíhlá výroba.....	15
1.1 Jaké je plýtvání.....	15
1.2 Co vše patří do štíhlé výroby	18
1.2.1 Metoda 5S	18
1.2.2 SMED	20
1.2.3 Poka Yoke.....	23
1.2.4 Jidoka.....	24
1.3 OEE a vazba OEE na SMED	25
2 Normování práce a racionalizace	29
2.1 Co je to normování	29
2.2 Jak se dělá a jaké jsou druhy normování	29
2.3 Racionalizace a kontinuální zlepšování.....	32
3 Představení společnosti Plzeňský Prazdroj	33
3.1 Představení výrobní linky	34
3.2 Klíčové pracoviště – Plnič (Monoblok).....	36
4 Analýzy současného stavu	40
4.1 Depaletizace	40
4.2 Vykladač	40
4.3 Myčka lahví	41
4.4 Plnič (Monoblok)	44
4.4.1 První měření přestavby Plniče	45
4.4.2 Druhé měření	50
4.4.3 Třetí měření.....	55
4.4.4 Porovnání měření	60
4.5 Vkladač	64
4.6 Paletizace	65
4.7 Ostatní pracoviště.....	65
4.8 Výrobní linka RB jako celek.....	66

5	Identifikace plýtvání a návrhy na zlepšení.....	68
5.1	Identifikace plýtvání.....	68
5.2	Návrhy na zlepšení.....	70
6	Standardizace a tvorby návodů.....	77
6.1	Plnič – operátor.....	77
6.2	Plnič – pracovník z pracoviště třídění.....	78
6.3	Organizace přestavby výrobní linky RB.....	79
7	Technicko – ekonomické vyhodnocení.....	82
	Závěr.....	85
	Seznam použitých zdrojů.....	86
	Seznam příloh.....	88

Přehled použitých zkratk a symbolů

TPS	Toyota Production System
3M	Označení pro Muda, Mura a Muri (tři velká zla ve výrobě)
JIT	Just in Time
SMED	Single Minute Exchange of Die
OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivnost zařízení)
MTM	Methods-Time Measurement
MOST	Maynard Operation Sequence Technique

Seznam obrázků

Obr. 1: Druhy plýtvání [16]	17
Obr. 2: Kroky metody 5S [24]	19
Obr. 3: Běžný postup seřizování [22].....	21
Obr. 4: Postup při zkracování časů pomocí SMED [21]	21
Obr. 5: Porovnání stavu před a po implementaci SMED [23].....	23
Obr. 6: Konektor a zásuvka před a po zavedení Poka Yoke [29]	24
Obr. 7: Původní stav v porovnání s implementací Jidoky [29].....	25
Obr. 8: Parametry pro výpočet OEE [12]	27
Obr. 9: Logo společnosti Plzeňský Prazdroj [27]	33
Obr. 10: Historická brána pivovaru [28].....	33
Obr. 11: Výrobní hala [27].....	34
Obr. 12: Výrobní stáčecí linka RB s označenými pracovišti [27].....	35
Obr. 13: Schéma procesu plnění lahví na Plniči [27].....	37
Obr. 14: Vstup prázdných lahví do Plniče [27].....	37
Obr. 15: Proces plnění lahví na Plniči [27].....	38
Obr. 16: Výstup naplněných lahví z Plniče [27]	38
Obr. 17: Roztříděné činnosti přestavby Myčky lahví.....	42
Obr. 18: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Myčky lahví.....	43
Obr. 19: Roztříděné činnosti přestavby Plniče - 1. měření.....	47
Obr. 20: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Plniče - 1. měření.....	48
Obr. 21: Podíl produktivních a neproduktivních činností bez abnormalit - 1. měření Plniče ..	49
Obr. 22: Roztříděné činnosti operátora bez abnormalit - 1. měření přestavby Plniče	49
Obr. 23: Podíl produktivních činností operátora - 1. měření přestavby Plniče bez abnormalit	50
Obr. 24: Roztříděné činnosti přestavby Plniče - 2. měření.....	52
Obr. 25: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Plniče - 2. měření.....	53
Obr. 26: Podíl produktivních a neproduktivních činností bez abnormalit - 2. měření Plniče ..	54
Obr. 27: Roztříděné činnosti operátora bez abnormalit - 2. měření přestavby Plniče	54
Obr. 28: Podíl produktivních činností operátora - 2. měření přestavby Plniče bez abnormalit	55
Obr. 29: Roztříděné činnosti přestavby Plniče - 3. měření.....	57
Obr. 30: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Plniče - 3. měření.....	58
Obr. 31: Podíl produktivních a neproduktivních činností bez abnormalit - 3. měření Plniče ..	59
Obr. 32: Roztříděné činnosti operátora bez abnormalit - 3. měření přestavby Plniče	59

Obr. 33: Podíl produktivních činností operátora - 3. měření přestavby Plniče bez abnormalit	60
Obr. 34: Porovnání produktivních a neproduktivních činností při prvním a třetím měření	62
Obr. 35: Porovnání produktivních a neproduktivních činností zkušeného a nezkušeného operátora	62
Obr. 36: Gantt – současný průběh přestavby a nájezdu linky	67
Obr. 37: Gantt – průběh přestaveb a nájezdu linky po zlepšení Plniče	72
Obr. 38: Gantt – průběh přestaveb a nájezdu linky – zlepšení Plniče a změna organizace přestavby	73
Obr. 39: Porovnání současného a navrhovaného řešení trasy přepravek při přestavbě [27]	74
Obr. 40: Gantt – průběh přestaveb a nájezdu linky při kompletním zlepšení	75

Seznam tabulek

Tab. 1: Hodnoty World Class OEE podle odvětví průmyslu [12]	26
Tab. 2: Závislost hodnoty OEE na času přestavby [15]	28
Tab. 3: Základní parametry Plniče [27].....	39
Tab. 4: Časová náročnost a popis přestavby Vykladače	41
Tab. 5: Časová náročnost a popis přestavby Myčky lahví	41
Tab. 6: Procentuální zastoupení činností přestavby Myčky lahví.....	43
Tab. 7: Zkrácený zápis činností při první přestavbě	45
Tab. 8: Procentuální zastoupení činností přestavby Plniče – 1. měření	48
Tab. 9: Zkrácený zápis činností při druhé přestavbě.....	51
Tab. 10: Procentuální zastoupení činností přestavby Plniče – 2. měření	53
Tab. 11: Zkrácený zápis činností při třetí přestavbě	55
Tab. 12: Procentuální zastoupení činností přestavby Plniče – 3. měření	58
Tab. 13: Porovnání délek časů činností přestavby Plniče – zkušební operátoři	61
Tab. 14: Porovnání délek časů činností zkušebního a nezkušebního operátora	63
Tab. 15: Vzájemné porovnání všech měření přestavby Plniče	64
Tab. 16: Časová náročnost a popis přestavby Vkladače	65
Tab. 17: Délky čekání na dokončení přestaveb při nájezdu výroby	69
Tab. 18: Zapojení pracovníka třídění do přestavby – výpis jeho činností a časové náročnosti	71
Tab. 19: Návrh zlepšení výměny uchopovačů – současný stav	71
Tab. 20: Návrh zlepšení výměny uchopovačů – po implementaci návrhu.....	71
Tab. 21: Standardizovaný postup pro operátora při přestavbě Plniče	77
Tab. 22: Standardizovaný postup pro pracovníka třídění při přestavbě Plniče	79
Tab. 23: Nový postup při výjezdu výrobní linky – zjednodušený	80
Tab. 24: Začátky, konce a trvání činností při výjezdu linky.....	80
Tab. 25: Nový postup při nájezdu výrobní linky – zjednodušený	81
Tab. 26: Začátky, konce a trvání činností při nájezdu linky.....	81
Tab. 27 Hodnoty poskytnuté společností Plzeňský Prazdroj.....	82
Tab. 28: Spotřeba času na přestavování linky.....	82
Tab. 29 Současný a navrhovaný využitelný časový fond.....	83
Tab. 30: Časové úspory z navrhovaného zlepšení	83
Tab. 31: Navýšení výrobní kapacity k navrhovanému zlepšení	83

Úvod

Výrobní společnosti v současné době nemohou určovat velikost svého zisku tím, že nastaví vysokou prodejní cenu. Důvodem je vysoká konkurence a dostatečně nasycený trh. Spotřebitelé nejsou ochotni platit za drahé výrobky nebo služby u jedné společnosti, pokud je společnost druhá dokáže vyrábět levněji. Výrobky mají tedy nastavenou obecnou tržní cenu. Možnost, jak zvyšovat zisk a udržovat konkurenceschopnost je buď vytvořit něco úplně nového, co trh nenabízí, nebo neustále snižovat náklady výroby.

Diplomová práce je zaměřena na druhý způsob zvyšování zisku a udržení konkurenceschopnosti, tedy snižování nákladů výroby. Předmětem zpracování bude zlepšit přestavbu výrobní linky ve společnosti Plzeňský Prazdroj, která se zabývá výrobou alkoholických i nealkoholických nápojů.

Cílem práce je navrhnout implementovatelná zlepšení přestavby výrobní linky a vytvořit standardizovaný postup přestaveb.

Pro zajištění dostatečných znalostí ke zpracovávané problematice bude první část práce věnována teorii z oblasti štíhlé výroby a plýtvání ve výrobním průmyslu. Následně na to jsou zpracovány vhodné metody s důrazem na metodu SMED, které pomohou s vypracováním práce. Na teoretické podklady k metodám bude navázáno sepsáním důležitých informací a postupů z oblasti normování práce a standardizace.

Následovat bude představení společnosti Plzeňský Prazdroj, a. s. s popisem výrobní linky, pracovišť a výrobního procesu. Poté bude sepsána analýza měření a vyhodnocení procesu přestaveb dle zpracovaných teoretických podkladů. Postup práce bude probíhat podle metody SMED, která bude přednostně aplikována.

Na analýzu je navázáno identifikací plýtvání v procesu přestaveb. Vzápětí budou navržena zlepšení pro současný stav. Z návrhů pak bude vytvořen standardizovaný postup pro významná pracoviště.

Závěr práce je zaměřen na technicko – ekonomické vyhodnocení navržených variant a porovnání se současným řešením.

1 Plýtvání a štíhlá výroba

Principy štíhlé výroby mají původ v japonském výrobním průmyslu, kde jej vyvinula a aplikovala společnost Toyota. Všechny principy ve štíhlé výrobě a zároveň také plýtvání spadají pod sociotechnický výrobní systém Toyota. Otcem tohoto systému pro zlepšení výroby je Japonec jménem Taiichi Ohno a tento systém je znám pod zkratkou TPS (Toyota Production System).

Systém TPS má dva základní koncepty: Just-in-time (JIT) a „autonomace“ (chytrá automatizace). Chytrá automatizace umožní přenechat stereotypní práci nebo kontrolní činnosti na robotech a umožní tak pracovníkům věnovat se činnostem, které umí nejlépe a přináší hodnotu. Systémy s dostatečně chytrou automatizací pak sledují stav výroby a v případě výskytu abnormality upozorní pracovníka a tím dojde k lidskému zásahu. V případě absence automatizace by musel pracovník sledovat i normální stav chodu procesu [6].

Cílem štíhlé výroby je zlepšit procesy, za které zákazník platí, a zároveň odstraňovat přebytečné činnosti, za které zákazník neplatí. Nejzásadnějším předpokladem vysoké hodnoty je schopnost vytvořit procesy, jenž plynule přináší požadované výsledky.

V každém výrobním systému se dle Toyoty setkáváme se třemi velkými zly, které označujeme zkráceně 3M. Jsou to Muda (plýtvání), Mura (nerovnoměrnost, nepravidelnost) a Muri (přetěžování). Zaměření se na tyto tři typy plýtvání je klíčové pro systematické odhalování problémů [7].

Eliminace plýtvání (resp. všeho, co nepřináší v procesu užitek a generuje ztráty) dle principů systému TPS se postupem času stala pro většinu lidí klíčová k dosahování hodnoty, protože je za implementaci odpovědná většina zaměstnanců.

1.1 Jaké je plýtvání

Společnost Toyota se domnívá, že hlavní metodou štíhlé výroby nejsou její nástroje, nýbrž redukce tří typů plýtvání Muda, Mura a Muri.

Muda znamená plýtvání či zbytečnost. Toto slovo patří do historie japonských bojových umění (stejně jako Mura a Muri), ve kterých platí, že každý zbytečný pohyb je plýtvání, jelikož bojovníka unavuje. Muda tedy patří mezi tři velká zla ve výrobě, kterým je třeba se co nejefektivněji vyvarovat. Nejčastěji se zdroje plýtvání dělí na sedm podkategorií (Obr. 1), avšak může jich být i mnohem více. Z důvodu vyšší konkretizace je dále vyjmenováno a popsáno osm nejzávažnějších druhů plýtvání [6], [8].

- a) *Nadvýroba* – pokud podnik vyrobí více výrobků, než bylo sjednáno zakázkou, hrozí, že přebytečné kusy vůbec neprodá nebo je bude muset prodat pod cenou. Stejně tak je to v případě, kdy podnik vyrábí produkty ještě před tím, než jsou reálně a specificky poptávány zákazníkem, tomuto způsobu se říká anglicky PUSH (strategie tlaku). Navíc je nutné tyto přebytečné kusy někde skladovat, takže tím podnik přichází o skladovací prostor a váže spoustu finančních prostředků do vyrobených produktů.
- b) *Čekání* – pokud není materiál nebo rozpracovaný výrobek na svém místě a procesy na sebe jasně navazují, dochází k prostojům. Čekání v tomto případě znamená, že pracoviště nepracuje (jelikož nemá materiál nebo výrobek) a dochází k jasnému plýtvání. Příkladem může být i pomalý software nebo počítače, který brzdí pracovníky při práci, kteří ztrácí čas čekáním. Plýtvání z důvodu čekání je možné se zbavit plynulým navázáním procesů, toho je možné docílit optimalizací procesního toku.

- c) *Přeprava materiálu či výrobků* – je důležité si uvědomit, že manipulace s materiálem nepřidává hodnotu finálnímu výrobku. Pokud tedy výrobek desetkrát přesuneme po výrobní hale, zákazník za to nezaplatí více. Naopak čím více přepravujeme materiál a výrobky, tím více zatěžujeme lidské zdroje, jež by mohly být využity na činnosti, které přinášejí hodnotu při zpracování výrobku. Navíc při transportu zboží mezi procesy může dojít i k poškození. Z toho důvodu je efektivní se omezit jen na nutný pohyb a je účelné umístit pracoviště a procesy co nejbližší k sobě. Pokud je však přeprava zboží předmětem podnikání společnosti, o plýtvání se nejedná.

Příkladem může být časté převážení materiálu a výrobků do meziskladů nebo přenášení dokumentů, a to jak fyzicky, tak elektronicky.

- d) *Nadbytečné zpracování a komplexita* – pokud si zákazník přeje mít výrobek s přesností 0,1 mm, pak je zbytečné, abychom jej vyráběli s přesností 0,01 mm. Jedná se tedy o preciznější zpracování, které nás stojí peníze a čas, avšak zákazník nám za to nezaplatí více. K tomu se váže i nákup strojů. Není žádoucí nakupovat drahé a velmi přesné stroje, pokud k výrobě stačí ty levnější a méně přesné. Mimo výrobu samotnou je možné plýtvání sledovat i v oblasti komunikace.

Další příklady: Pořádání více meetingů, než je třeba, příliš mnoho osob v kopii emailu, ukládání stejných dat na různá místa.

- e) *Zásoby* – za fyzické zásoby musí společnost platit, jelikož je třeba je uchovávat na vhodném skladovacím prostoru, navíc riskuje jejich ztrátu či zastarání. Zbytečně velké zásoby také vedou k prodloužení doby přípravy výroby. Cílem štíhlé společnosti je snaha o zavedení metody JIT (Just in Time), aby docházelo ke kontinuálnímu odhalování chyb a snižování nákladů. Zároveň se zaváděním JIT je nutné směřovat k nulovým zásobám na skladě a zároveň také redukovat množství rozpracované výroby v jednom okamžiku.
- f) *Pohyb pracovníka (hledání informací, shánění lidí, neefektivní činnosti, nadbytečná práce)* – pracovník by měl mít své pracoviště přizpůsobené práci a to tak, aby nemusel nikam chodit, nic hledat a na nic se ptát. V opačném případě dochází k plýtvání, kdy pracovník hledá materiál, nástroje, pracovní postupy nebo jiné informace. Nežádoucí je i pohyb z pracovního místa, které by mělo být racionálně přizpůsobeno tak, aby pracovník vše snadno našel a ideálně nemusel své místo opouštět. Do této oblasti vstupuje také disciplína ergonomie, která se podílí vysokou mírou na uspořádání pracoviště a navrhuje jej tak, aby bylo zabráněno nepotřebným pohybům, a to jak z hlediska pracovní výkonnosti, tak z hlediska zdravotního a bezpečnostního.
- g) *Chyby a výroba zmetků* – když je zákazníkovi dodán vadný produkt či služba, jedná se o chybu. Taková chyba bude vyžadovat vyčlenění jak časových, tak finančních prostředků pro nápravu, které jsou spojené s izolací skladovaného zboží, zpětnou kontrolou skladů, přepracováním časových plánů a ztrátou výrobních kapacit. V horším případě přijde podnik o zákazníka, což je velmi nežádoucí. Do chyb však řadíme i omyly uvnitř společnosti, které se zákazníkem nemusí mít nic společného. I když jsou chyby včas odhaleny, stále se jedná o plýtvání. Jedna z možností vyvarování se výroby zmetků je aktivní zapojení zaměstnanců a realizace procesu neustálého zlepšování (CPI – Continuous Process Improvement).

Příklady: Zákaznické reklamace, dodání nesprávného produktu zákazníkovi, nezodpovězené telefony či emaily, chyby v softwaru nebo špatně zadaná data

h) *Nevyužitý lidský potenciál* – pracovníci vykonávající výrobní procesy mají největší přehled a informace o tom, jak dobře či špatně výroba funguje. Velmi často mohou mít zaměstnanci dobré nápady, jak proces zlepšit, a proto je třeba jim dát možnost pro navrhování zlepšení. Dalším pohledem na nevyužitý lidský potenciál je špatná dělba práce, kdy seniorští pracovníci vykonávají práci, kterou by mohli vykonávat i juniorští pracovníci. Kvůli tomu mají méně prostoru a času pro vykonávání složitějších prací a plýtváme tak jejich potenciálem. Plýtvání lidským potenciálem byl zmíněn jako poslední záměrně. Pokud poskytneme zaměstnanců dostatečný prostor pro svou kreativitu, můžeme tím docílit odstranění přechodných typů plýtvání a zařídit tak přirozené neustálé zlepšování.

Příkladem plýtvání je i obecné zatěžování pracovníků činnostmi, které by již mohly být automatizovány.



Obr. 1: Druhy plýtvání [16]

Mura znamená nerovnoměrnost či nepravidelnost. Můžeme tento pojem vysvětlit také pomocí podobných významových slov, jako je nevyrovnanost, nevyváženost nebo také nedostatek jednotnosti. Zlo a plýtvání Mura se dává nejčastěji do spojitosti s materiálovým tokem interní i externí logistiky, ale je problémem i pro jiné případy [7]:

- Nerovnoměrná poptávka zákazníků
- Výkyvy zásob – příliš velké nebo příliš malé
- Nerovnoměrná výrobní rychlost nebo změny objemů výroby
- Nepravidelnost v kvalitě vyráběných kusů
- Nepravidelný pracovní rytmus
- Nevyvážené školení pracovníků
- Nerovnoměrné rozložení pracovní zátěže

Pro odstranění problému s nerovnoměrnostmi bude třeba vyrovnat zásoby, vhodně nastavit výrobní takt a zavést opatření v podobě aplikace metody Just in Time. Tímto způsobem se však zbavíme pouze nerovnoměrností a nepravidelností v oblasti materiálového toku.

K úplnému odstranění velkého zla Mura a plýtvání, které z něj vychází, bude třeba nahlédnout i do dalších oblastí, mimo materiálový tok [7].

Muri znamená přetěžování zdrojů, nepřiměřenost, přehánění, nad něčí síly či přílišná obtížnost. Je tím myšleno přetěžování čehokoli a kohokoli, co je přespříliš obtížné. Pokud mluvíme o Muri, pak je přetěžování zaměřeno na lidi jako takové, ale samozřejmě se vztahuje i na stroje a materiály nebo celou organizaci. Níže je výpis příkladů přetěžování zdrojů [7].

Lidé:

- Dlouhotrvající stereotypní práce
- Zvedání těžkých břemen
- Nevhodné držení těla nebo nedostatečná ergonomie
- Vysoká míra hluku
- Příliš vysoká náročnost úkolů
- Příliš snadné úkoly zapříčiňují mentální únavu
- Nadměrný stres
- Činnosti vedoucí k vyhoření, vyčerpání nebo opakovanému poranění
- Nedostatečné zaškolení či trénink

Stroje a materiály:

- Neustálé využívání výkonu strojů a nástrojů v maximálních mezích jejich možností, což vede k většímu opotřebení
- Vynechání údržby
- Špatné zacházení s materiály, skladování dílů v nevhodných podmínkách
- Naložení nákladního vozu, kontejneru, regálu či palety nad jejich hmotnostní limity

Organizace:

- Společnost chce od dodavatelů dodávat přesně to, co chce, kdykoliv to chce, a hlavně bez signalizace toho, že to chce
- Zneužívání tržní síly na úkor spokojenosti dodavatelů nebo zákazníků

Přívrženci přístupu TPS jsou toho názoru, že štlhlý proces, jenž maximálně eliminuje plýtvání, zajistí i vylepšení v dalších oblastech, a to čistě jako vedlejší efekt.

1.2 Co vše patří do štlhlé výroby

V této kapitole budou zahrnuty a popsány pouze metody relevantní k tématu práce.

1.2.1 Metoda 5S

Metoda 5S je jednou ze základních metod pro zavedení štlhlé výroby a řídí se filozofií Kaizen. Charakteristickou částí této metody je pět kroků, podle kterých je možné lépe zorganizovat pracoviště, což vede k eliminaci plýtvání, zvýšení produktivity a bezpečnosti na pracovišti. Velmi často je právě 5S první metodou, která se v podnicích zavádí v rámci štlhlé výroby [24].

Aby mohlo pracoviště vyrábět efektivně, musí na něm být pořádek a čistota. To samo však nestačí, musí se stanovit pravidla a ta dodržovat a zlepšovat. Na obrázku je znázornění pěti kroků (Obr. 2) metody 5S (první tři kroky jsou nástroje, jak měnit pracoviště, zbylé dva jsou nástroje, jak udržet a zlepšovat stav), které jsou v textu níže podrobně popsány.



Obr. 2: Kroky metody 5S [24]

1) Seiri (třídít)

V prvním kroku se identifikuje, co je, a naopak co není na pracovišti potřeba. Poté se vytřídí nepotřebné předměty, nástroje a materiály. Na pracovišti zůstane jen to, co je nutné k vykonávání práce. Uklidí se odkládací plochy a udělá se na pracovišti pořádek. Doporučuje se klasifikovat všechny věci na pracovišti následujícím způsobem:

- Věci nutné pro každodenní práci – ponechají se na pracovišti, ideálně v dosahu pracovníka.
- Věci, které se používají občas – mohou se buď ponechat na pracovišti anebo se odklidit do blízkosti pracoviště. Obecně platí, že nesmí překážet při používání nástrojů nutných pro každodenní použití.
- Nepotřebné věci – okamžitě je odstranit z pracoviště a případně je i sešrotovat a vyhodit [26].

2) Seiton (uspořádat)

Označí se odkládací místa a plochy pro pracovní prostředky, které zůstanou na pracovišti, stejně tak se označí i stroje a regály. Jejich umístění se volí podle frekvence používání. Často používané nástroje umístíme blíže k pracovníkovi. Aby nedocházelo k neustálé práci s rozdílnými nástroji, tak je vhodné je unifikovat. Pracovníci musí vždy vracet nástroje a materiály a původní místo a díky tomu je příště nemusí hledat po celém pracovišti, jelikož jsou přesně tam, kde mají být. Dále se kvůli lepší orientaci a bezpečnosti pomocí označovacích pásek vymezí shromažďovací prostory, manipulační uličky a chodníky [24].

3) Seiso (vyčistit)

Pracovníci by měli své stroje a nástroje čistit sami od sebe a provádět údržbu ideálně denně. To samé platí pro celkový pořádek na pracovišti a odpad, který v oblasti jejich pracoviště vzniká a měl by se třídít. Díky tomu se včas odhalí nedostatky v kvalitě a na zařízeních a je možné udržovat pracoviště neustále připravené k použití [25].

4) Seiketsu (standardizovat)

Ve čtvrtém kroku se standardizují již přijatá opatření v prvních třech krocích a všechna pravidla se viditelně vystaví na pracovišti, aby se jimi mohl každý řídit. Každý jednotlivec odpovídá za své pracoviště a spolupracuje s ostatními v rámci pracoviště.

5) Shitsuke (udržovat)

Nyní už jen stačí dodržovat předchozí body, a to pravidelnou kontrolou pracoviště. Pro akceptování všech zavedených pravidel je potřeba vznést do všech zaměstnanců filozofii Kaizen a pravidelně je trénovat. Manažeři musí zvolit vhodný přístup a stanovit také podmínky pro udržování stavu. Filozofie Kaizen pak vede zaměstnance, aby sami chtěli proces zlepšovat, a to je velmi důležité pro metodu 5S. Jakmile dojde k odchylkám v dodržování předchozích kroků, musí začít vedoucí pracovníci jednat a zopakovat čtvrtý a pátý krok [24].

Cíle a přínosy zavedení metody 5S:

- Zlepšení toku materiálu
- Odstraněním nadbytečných předmětů na pracovišti snížíme čas potřebný k hledání
- Zvýšení produktivity
- Zlepšení kvality
- Zvýšení bezpečnosti práce
- Čištění a udržování pořádku vede k odhalení abnormalit na výrobních zařízeních a používaných nástrojích
- Šetrnost vůči životnímu prostředí
- Získání příjemného pracovního prostředí
- Čistý a organizovaný závod, který pozitivně ovlivní zákazníka [25]

1.2.2 SMED

Single minute exchange of die, česky minutová výměna zápustky, je metoda pro zkracování přestavovacích časů výrobních zařízení. Někdy je tato metoda označována jako metoda změn. Aplikování metody SMED má tři velké cíle [20]:

- 1) *Získat výrobní kapacitu stroje, která je ztracena při jeho přestavbách* a to tak, že se zajistí rychlý přechod z jednoho typu výrobku na druhý. Podle logiky SMED by pak čas na přetypování stroje měl být kratší než 10 minut. Rychlá přestavba také umožní výrobu v menších dávkách, aniž by to bylo ekonomicky náročné, nabídne vyšší pružnost a zároveň nižší rozpracovanost výroby, což výrobnímu podniku umožní přijímat i menší zakázky, na které bude moci díky SMED flexibilněji reagovat [19].
- 2) *Snížit odpady a zmetky při přestavbách strojů.* Tím se snižuje plýtvání.
- 3) *Zvýšit znalosti o konkrétním procesu a jeho závislostech.*

Pro správné pochopení metody je vhodné vymežit, co znamená Čas přestavby (seřizování či přetypování). Jedná se o čas od ukončení výroby posledního kusu až do výroby prvního dobrého kusu (Obr. 3). Většinou je seřizování doprovázeno velmi podobnými činnostmi ú Mezitím probíhají většinou tyto činnosti [20]:

- a) odstranění starých nástrojů, přípravků a náradí,
- b) příprava, nastavení a seřízení nových přípravků a náradí,
- c) nastavení a doladění parametrů procesu,
- d) vyzkoušení správnosti běhu systému a úpravy (zabírá asi 50% celkového času na seřizování).



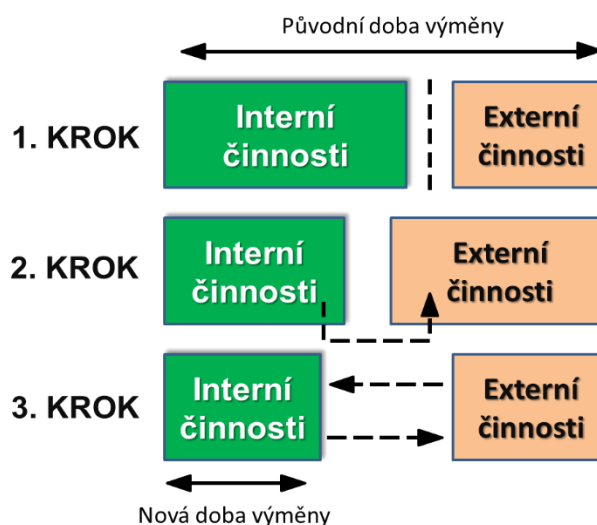
Obr. 3: Běžný postup seřizování [22]

Princip metody SMED

Při zkracování přestavovacích časů je zapotřebí důkladně sledovat a analyzovat seřizování a veškeré činnosti s ním spojené. To se provádí přímým pozorováním na pracovišti přestavovaného stroje. Následně se pozorované činnosti rozdělí na interní a externí. Interní činnosti jsou ty, které se provádí, když stroj stojí, nevyrábí a případně je také vypnutý. Externí činnosti jsou všechny činnosti spojené se seřizováním, které probíhají ještě za chodu stroje. Hlavní interní činnosti, které snižují časové výrobní kapacity, jsou:

- Hledání přípravků, nářadí nebo měřidel
- Čekání na pracovníky
- Chůze při seřizování
- Nastavování nástrojů a měřidel

Činnosti externí jsou v tomto případě činnosti efektivní, nezpomalují výrobu a ani ji nezastavují, jelikož probíhají za chodu stroje. Problémem jsou činnosti interní. Aby došlo k požadovanému snížení času na přestavbu, je třeba co nejvíce interních činností (ideálně všechny) převést na činnosti externí. Tím docílíme toho, že se buď všechny nebo alespoň část činností bude vykonávat již za chodu stroje a dojde k celkovému snížení času na přestavbu. Jakmile jsou činnosti interní převedeny na externí, je třeba snížit dobu trvání obou druhů činností na minimum (Obr. 4), toho docílíme správnou organizací pracoviště a práce samotné pomocí metody 5S. V neposlední řadě se pokusíme identifikovat činnosti, které mohou proběhnout zároveň.



Obr. 4: Postup při zkracování časů pomocí SMED [21]

Ke zkracování časů potřebného na přestavbu strojů z hodin na minut dochází změnou organizace práce, standardizací postupů při seřizování, tréninkem týmu, ale také speciálními pomůckami a nástroji nebo konstrukčními úpravami stroje.

Nakonec je pro docílení maximální úspory času nutno eliminovat plýtvání spojené s přestavbou stroje.

Jízdní řád

Podle měření a analýzy (snímku) se vytvoří a vyplní formulář, kterému se říká jízdní řád. Do tohoto formuláře jsou zapsány jednotlivé kroky při přestavbě, časy potřebné pro vykonání činností, jejich pořadí a také označení, zdali je konkrétní činnost interní či externí. Zároveň je u každé činnosti popis, jaké nástroje nebo zařízení v tomto kroku pracovník používal. Následně se analyzují činnosti, které mohou probíhat za běhu stroje (převod interních na externí) a vyhodnotí se činnosti, které je třeba úplně eliminovat. Z podrobného přezkoumání se poté vytvoří Nový jízdní řád, který bude sloužit jako standard pro organizaci práce při budoucích přestavbách.

Příklady běžného plýtvání při přestavbách:

- hledání dílů a náradí jak na pracovišti, tak i mimo něj
- příprava prostoru na pracovišti až po zastavení stroje
- drobné opravy na novém nástroji nebo jeho kontrola až v průběhu seřizování
- transport nástrojů ze skladu na pracoviště až po zastavení stroje
- zbytečná chůze pro něco
- dlouhá doba čekání u přestavěného výrobního zařízení na „uvolnění do výroby“
- pozorování práce druhého pracovníka a nevykonávání té své
- přestávka na cigaretu nebo na povídání si s kolegou při výměně

Příklady skrytého plýtvání (není na první pohled zjevné):

- utahování šroubů,
- nastavování pracovních poloh do určitých výšek,
- nastavování dorazů

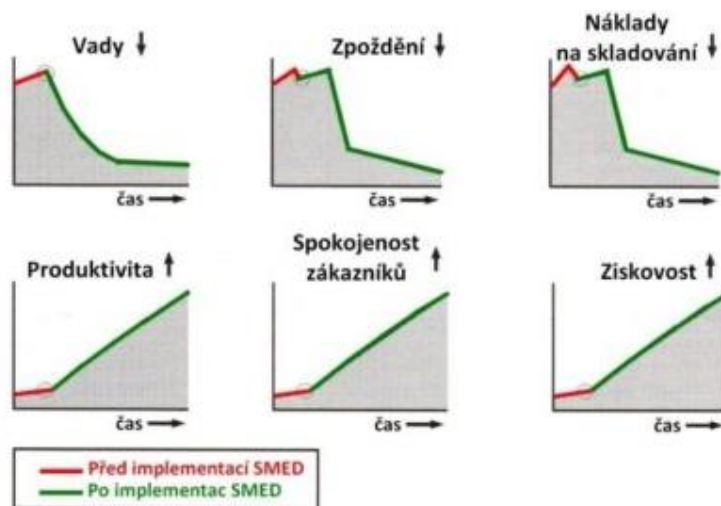
Desatero pro eliminaci plýtvání při rychlých změnách podle Institutu průmyslového inženýrství:

- Plýtváním jsou myšleny veškeré výměny i přestavby
- Řídíme se myšlenkou „nic není nemožné“
- Zkracování dob výměny a přestavování je prací celého týmu, nikoliv jednotlivců
- Videozáznam je nejdůležitější a staví se nad vše
- Užívejte standardní formulář jízdního řádu pro popis postupu výměny
- Nástroje a pomůcky musí být před počátkem seřizování připraveny
- Pohyb rukou při výměně je v pořádku, nikoli však pohyb nohou, tedy chůze
- Vyhýbej se šroubům (utahování, povolování, šroubování je časová ztráta)
- Při seřizování používej stupnice a značky
- Žádný závod nevyhraješ bez pořádného tréninku [15]

Přínosy ze zavedení metody SMED:

- zlevnění výroby a to z dlouhodobého hlediska
- zvýšení flexibility výrobních zařízení
- snížení potřeby dalších výrobních zařízení
- snížení mzdových nákladů
- snížení nákladů na výrobní dávku
- zvýšení stability procesu

Rozdíly mezi běžnou přestavbou a přestavbou pomocí SMED jsou zřejmé z Obr. 5.



Obr. 5: Porovnání stavu před a po implementaci SMED [23]

Před implementací metody SMED je nutné si uvědomit, zda jsou splněny předpoklady pro zavedení. Prvním předpokladem je alespoň dvoutýdenní sledování výroby, mapování a následná analýza. Druhým předpokladem je ztrátovost. Aby bylo výrobní zařízení vhodné pro implementaci metody SMED, mělo by při jeho přestavbě docházet alespoň k 20% ztrátám produktivity, jinak je vhodné se nejdříve soustředit na TPM. Třetím předpokladem je zavedení metody SMED u zařízení, kde trvá přestavba například hodinu. Pokud by trvala jen 20 minut, je nutné zvážit, zda-li se implementace SMED vůbec vyplatí. Čtvrtým předpokladem pro implementaci je časté opakování přestavby na výrobním stroji, které by mělo proběhnout alespoň 1x týdně. Čím častěji bývá stroj přestavován, tím spíše bychom měli uvažovat o implementaci SMED, jelikož dojde k velkému zvýšení výrobní kapacity. Pokud podnik zavádí SMED ve výrobě poprvé, měl by zvolit takový proces, u něž je přetypování úzkým místem [20].

1.2.3 Poka Yoke

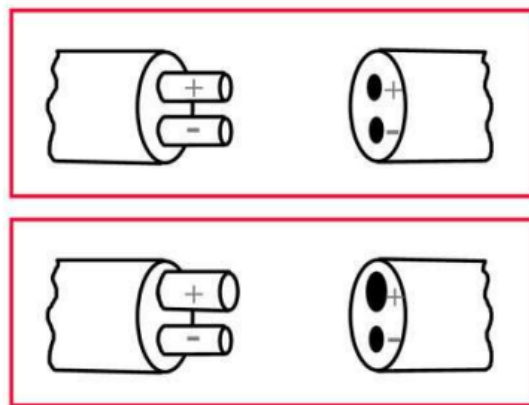
Termín Poka Yoke vznikl v Japonsku je možné jej volně přeložit jako “chybu-vzdorný“ nebo “vyhnutí se zbytečným chybám.“ Spíše se však nepřekládá. Rozumíme tím přístup k práci, návrh přípravků nebo vykonávání pracovního postupu tak, aby se pracovníkovy zamezilo vykonat během práce chyby. Jednoduše řečeno, vymyslí se takový přístup, aby mohl pracovník svou činnost vykonávat téměř vždy pouze správným způsobem [29].

Smysl využití metody Poka Yoke spočívá v zamezení výroby zmetků tak, že jsou vytvořeny prevence a upozornění na lidské chyby, kvůli kterým zmetky vznikají.

Je třeba zajistit, aby provozní prostředky a ideálně i navrhované díly byly přizpůsobeny možné lidské chybovosti tak, že omyly obsluhy nebudou vést k vytvoření chybných výrobků.

Toho docílíme tak, že upravíme pracoviště a nainstalujeme pomocné prvky, které pracovníkům pomohou zabránit v děláni chyb. Součástí takové úpravy pracoviště si můžeme představit signální světla (například Pick to Light), spínače, počítadla, kontrolní listy, skenery, kamery nebo také měřidla.

Systém Poka Yoke například barevně, velikostně (Obr. 6) nebo tvarově odlišuje různé konektory a zásuvky tak, aby je bylo možné zasunout tím správným směrem a pouze na správné místo.



Obr. 6: Konektor a zásuvka před a po zavedení Poka Yoke [29]

1.2.4 Jidoka

Závady a výroba zmetků je vůbec tím nejhorším způsobem plýtvání. Zdroje vynaložené na nápravné řízení (zpětná kontrola, reklamace) nepřináší hodnotu a z toho důvodu je musíme eliminovat. K tomu nám dopomůže koncept Jidoka, jenž nás vede k návrhu procesů a zařízení tak, aby se se zastavily v okamžiku výskytu jakéhokoli problému [20].

Pracoviště je třeba vybavit prostředky, které odhalí a zamezí výrobu zmetků. První prostředkem je již popsaná metoda *Poka Yoke*, která dokáže předpovědět a zachytit abnormality chodu stroje a následně stroj zastavit. Druhým prostředkem je signalizační zařízení *Andon* (Obr. 7). Jakmile dojde k zastavení stroje nebo k nějakému problému, Andon vyšle signál a pracovníci jej jdou okamžitě zkontrolovat [20].

Stroje sami mohou upozorňovat například na vyprázdnění zásobníku, ukončení své činnosti nebo na různorodé poruchy. Příkladem jsou informační tabule signalizující stavy linek či pracovišť [29].

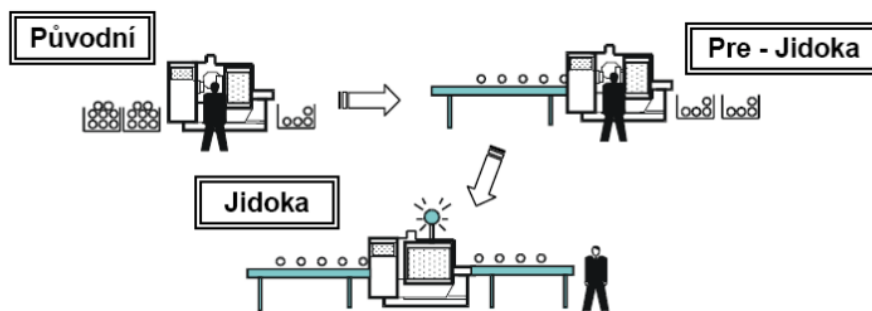
To přináší velké možnosti. Pracovník díky tomu může obsluhovat několik strojů najednou a nemusí neustále stát jen u jednoho. Jakmile se však objeví chyba, Andon vyšle signál a pracovník jde vykonávat funkci kontrolora. Jedním z cílů Jidoky je totiž separace pracovníků od strojů a to tak, aby se mohli věnovat činnostem přinášející hodnotu a jen tak nepostávali u stroje, který zrovna běží bez problému. Pracoviště vybavené takovými funkcemi nazýváme autonomní.

Jidoka v praxi se skládá ze čtyř kroků:

- 1) Zjištění abnormality – možná automatizace
- 2) Zastavení procesu – možná automatizace
- 3) Opravení chyby – vyžaduje zásah člověka
- 4) Zjištění příčiny a aplikování protiopatření – vyžaduje zásah člověka [29]

Předpoklady pro zavedení Jidoka, které se týkají všech zaměstnanců:

- smí zastavit linku, pokud zjistí abnormalitu nebo závadu
- provádí neustálou kontrolu stroje a procesu
- jsou zodpovědní za kvalitu výrobku na svém pracovišti [20]



Obr. 7: Původní stav v porovnání s implementací Jidoka [29]

1.3 OEE a vazba OEE na SMED

OEE (Overall Equipment Effectiveness), česky celková efektivnost zařízení, je nástroj průmyslové inženýrství pro hodnocení efektivity výroby a slouží také jako klíčová informace pro zlepšování a zeštíhlování výrobních procesů. Díky tomu patří mezi nejčastěji počítané a používané ukazatele v podnicích. Na OEE je také možné hledět jako na identifikátor produktivního času výroby [9].

Ukazatel OEE odhaluje skryté nedostatky a ztráty výrobních zařízení. Pomáhá tak zefektivňovat a zlepšovat procesy, které přináší podniku zisk. S tím většinou dochází i k navýšení výrobních kapacit. Mimo jiné slouží také ke srovnávání. Vnitropodnikově je možné porovnat výkonnost různých strojů či výrobních linek a provádět tak opatření nebo zlepšení. Zajímavé je ale také srovnání našeho OEE s hodnotou OEE jiné společnosti, která má podobný podnikatelský záměr.

Pokud by měl podnik hodnotu OEE 100% znamenalo by to, že vyrábí s nulovou zmetkovitostí, maximální rychlostí a bez přestávek a zastavování strojů. Z toho je zřejmé, že žádný podnik není schopen dosáhnout OEE 100%. Průměrná hodnota OEE ve výrobních závodech je 60%. Tato hodnota je pro efektivní výrobu poměrně nízká. Jakého skóre je však možné dosáhnout? Podniky s velmi vysokým skóre, označovaným jako World Class OEE, dosahují hodnoty přes 85% [10]. Záleží ale také na odvětví, ve kterém se podnik pohybuje. Složitost výroby je v každém průmyslovém odvětví jiná, a tak je pochopitelné, že i hodnota World Class OEE pro ně není stejná (Tab. 1). Níže je tabulka s hodnotami World Class OEE pro různá zaměření výroby [12].

Tab. 1: Hodnoty World Class OEE podle odvětví průmyslu [12]

Odvětví průmyslu	Hodnota World Class OEE [%]
Automotive	75
Balící linky	75
Plničky	80
Obrábění	85
Hutnictví	90
Výroba stavebních hmot	96
Chemicky	97

Podnik by ani při dosažení World Class OEE neměl přestat zlepšovat procesy. Ukazatel OEE je dle ideologie Kaizen nutné neustále zvyšovat a nikdy se nespokojit s aktuálními výsledky.

Výpočet OEE má obecný tvar a sestává z dílčích výpočtů třech hlavních parametrů (Obr. 8), jimiž jsou dostupnost, výkon a kvalita.

$$OEE = A * P * Q [\%]$$

Stejně tak

$$OEE = Dostupnost * Výkon * Kvalita [\%]$$

- a) Dostupnost – V literatuře a výpočtech je často označován A (Availability). Parametr hodnotící celkový dostupný čas zařízení, tedy dobu, kdy je možné zařízení používat. Dostupnost zahrnuje plánované a neplánované prostoje. Ztráty celkové dostupnosti jsou způsobené prostoji, opravami nebo poruchami stroje. 100 % dostupnost by znamenala, že proces běží přesně podle předem naplánované doby. Pro výpočet dostupnosti je třeba spočítat Plánovaný čas výroby a s ním podělit Skutečný čas výroby.

Plánovaný čas (disponibilní) výroby, ten snižují plánované prostoje:

- svátky
- plánovaná údržba
- povinné přestávky
- školení

Skutečný čas výroby, je ponížěn o ztráty dostupnosti:

- nepovinné přestávky
- neplánovaná údržba
- poruchy
- zastavování stroje
- nastavování
- přestavby

- b) Výkon – Pro potřeby výpočtů jej označujeme P (Performance). Parametr hodnotící pouze samotnou dobu výroby nebo počet vyrobených kusů, které jsou dány normou. Ztráty pak pochází z nedodržení výrobního taktu, k čemuž dochází z různých důvodů. Ztráty výkonu jsou také způsobeny malými prostoji, které se nikam nezaznamenávají, a tak se nepromítnou v dostupnosti, ale promítnou se v celkovém výkonu zařízení. Pro výpočet výkonu je využít již vypočtený Skutečný čas výroby (nebo teoreticky vyrobené normované množství) a s ním podělíme nově vypočítaný Čistý čas výroby (nebo skutečné vyrobené množství) [12].

Skutečný čas výroby – hodnotu získáme již při výpočtu dostupnosti

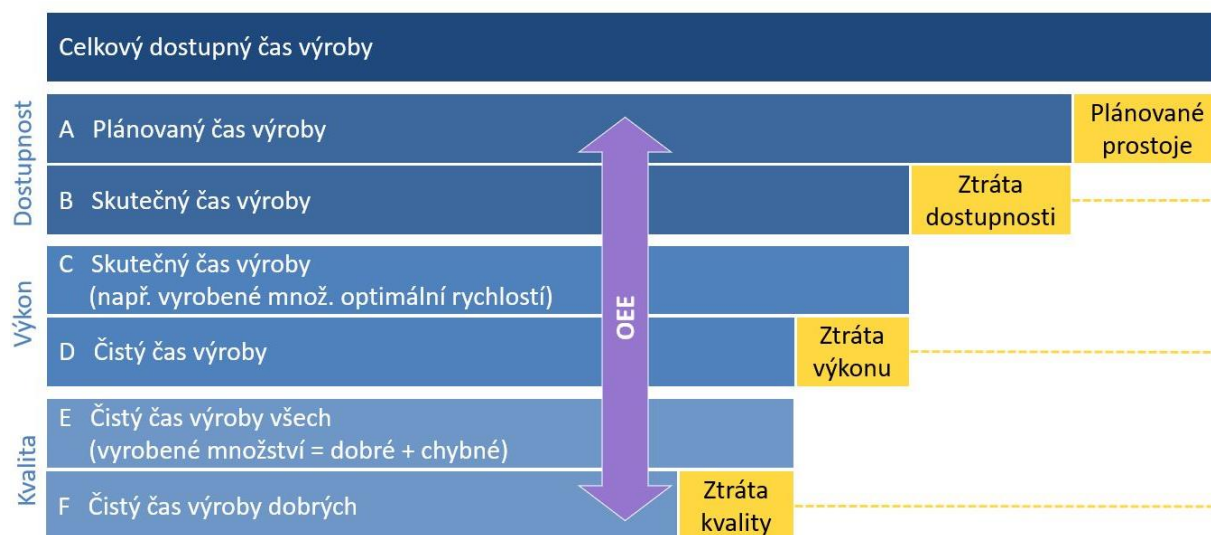
Čistý čas výroby, obsahuje ztráty výkonu:

- běhy na prázdno
- malé prostoje, které se nezaznamenávají

- c) Kvalita – Ve výpočtech jej označujeme Q (Quality). Parametr hodnotící kvalitu výrobků. Ztráty kvality jsou způsobené výrobou zmetků. K zajištění 100% kvalitu je třeba produkovat jen dobré kus bez jediného vadného kusu. Pro výpočet kvality je třeba spočítat Počet všech vyrobených kusů (nebo čas výroby všech kusů) a s ním podělíme Počet všech shodných výrobků (nebo čas výroby shodných kusů) [11].

Počet věch shodných výrobků snižují:

- nekvalitní a špatně nastavené stroje
- nekvalitní materiály
- chybná či nevhodná obsluha
- chyby a nedostatky v procesu



Obr. 8: Parametry pro výpočet OEE [12]

$$OEE = B/A * D/C * F/E$$

Ukazatel OEE je možné spočítat velmi jednoduše jen za pomoci tužky a papíru. Velmi často se pak využívá Excel. Nesofistikovanější je automatizovaný a integrovaný výpočet OEE, data jsou sbírána ze strojů a výroby automaticky a dochází k měření OEE v reálném čase [12].

Největší problém s výpočtem OEE mají podniky, které buď vůbec nebo velmi špatně shromažďují data. Potom je nemožné výpočtem OEE docílit relevantních informací a celý proces zjišťování efektivity zařízení je k ničemu.

Vazba OEE na SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) neboli metoda zkracování přestavovacích časů má přímý vliv na celkové OEE zařízení. Pomocí SMED jsme schopni docílit zrychlení přestaveb strojů nebo výrobních linek pro výrobu jiného typu výrobku.

Ukazatel OEE obsahuje tři parametry a to dostupnost, výkon a kvalitu. Využitím metodiky SMED pro zkrácení přestavovacích časů je možné pozitivně ovlivnit parametr dostupnosti. Pokud jsme zkrátili dobu přestavby linky z 60 minut na 20 minut, je zřejmé, že je linka schopna vyrábět o těchto ušetřených 40 minut déle. Hodnotu OEE a její závislost na snížení času přestavby znázorňuje Tab. 2 [15].

Tab. 2: Závislost hodnoty OEE na času přestavby [15]

Čas seřízení	60 min	20 min	10 min
Využití	0,75	0,82	0,86
Efektivnost	0,78	0,78	0,78
Kvalita	0,96	0,96	0,96
Celkem OEE	56	61	64

Jak je možné vysledovat z tabulky, snížení časů na přestavbu ovlivňuje jen a pouze využití (dostupnost) zařízení. Na kvalitu či výkon nemá metoda SMED vliv.

Zlepšení a nárůst procent ukazatele OEE je tím větší, čím více minut jsme schopni metodikou SMED ušetřit na přestavbách. To samozřejmě také závisí na schopnostech pracovníků a kvalitě zpracování metody.

Podniky, které často přestavují stroje nebo linky tuto metodu hojně využijí. V jejich případě dojde k největším úsporám a nárůstu OEE.

2 Normování práce a racionalizace

Racionalizace spojuje normování práce s technologickým řešením. V této kapitole je definováno normování, dále jsou popsány možnosti při měření a stanovování časové normy práce a závěrem kapitoly je popis racionalizace ve vztahu ke kontinuálnímu zlepšování.

2.1 Co je to normování

Normování práce je činnost vedoucích pracovníků, jejímž výsledkem je určení množství práce, kterou musí podřízený pracovník vykonat za určitou dobu. S touto činností souvisí analýza současného stavu části výroby a následné měření. Poté se vyhodnotí spotřeba času v rámci konkrétních operací a procesů a definuje se tak norma spotřeby času.

Norma spotřeby času (Standard Time) je množství času, který zabere kvalifikovanému dělníkovi provedení určité pracovního operace, ve standardním pracovním nasazení, za použití předepsaných metod, nástrojů a zařízení, materiálů a pracovních podmínek [13].

Důležitou informací pro všechny pracovníky jest, že požadované tempo při vykonávání práce si může zaměstnavatel určit. Musí však respektovat fyziologické a psychické možnosti zaměstnanců. Jelikož je nesmírně obtížné bez předchozího měření a výpočtů určit dobu, za kterou je schopen pracovník vykonat určitou činnost, používá se metoda normování práce pro jasné určení normy spotřeby času [14].

2.2 Jak se dělá a jaké jsou druhy normování

Normování může provádět interní zkušený pracovník nebo externí společnost, která zpracuje veškeré informace a poskytne výsledky.

Normování se dělí dle způsobu výpočtu nebo získání výsledných časů na měření přímé a nepřímé. Výsledkem je definice normy času. Důležitým rozdílem mezi přímým a nepřímým měření jest, že při vykonávání nepřímého měření se získává čas potřebný na práci, avšak při vykonávání přímého měření zjišťujeme jednak časovou spotřebu práce, tak i časy, kdy pracovník nepracuje (přestávky, prostoje) [30].

Přímé měření

Stanovování pracovní normy je podmíněno přímým pozorováním na dějů ve společnosti. Kompetentní osoba sleduje procesy, operace nebo dokonce úkony jiných pracovníků a zapisuje do předem vytisknutého formuláře názvy činností a doby trvání těchto činností. Existuje také možnost, kdy se celý proces pořídí na videozáznam a poté se zpětně určují druhy činností a jejich časová náročnost. K realizaci metody přímého musí mít zodpovědný pracovník papír, tužku a stopky. Nebo místo papíru a tužky použije kameru a poté software.

Cílem přímého měření je získání přehledu o spotřebovaném času, identifikace plýtvání a také návrh zlepšení organizace práce.

Výhodou přímého měření je získání velmi detailního obrazu o průběhu pracovních činností a celém procesu, jelikož pozorovatel stráví poměrně velký čas pozorováním přímo v provozu.

Nevýhodou je velká časová náročnost jak samotného měření, tak i následné analýzy. Data a informace, jež se zapíší do formuláře, se musí ručně přepsat do počítače a vyhodnotit se. Tato činnost mnohdy zabere stejnou dobu, jako samotné měření v provozu [30].

Nejběžněji se metody přímého měření rozdělují dle přístupu na Snímek pracovního dne a Snímek operace (Chronometráž). Samozřejmě existují i další metody, ale ty už nejsou pro potřeby této diplomové práce relevantní.

a) Chronometráž (snímek operace)

Předmětem Chronometráže, nebo chceme-li Snímku operace, je sledování konkrétního procesu či operace. Postupuje se tak, že se proces rozdělí na několik dílčích operací a poté se měří časy jednotlivých operací v každém úseku procesu. Měření probíhá několikrát a výsledkem je zjištění průměrných časů na vykonání operací. Velká výhoda chronometráže vychází do jisté míry z rozdělení operací na jednotlivé úkony. Výhody plynoucí z toho faktu jsou popsány zde:

- Vyloučení příliš nízkých nebo příliš vysokých hodnot jednotlivých úkonů, které by jinak zkreslily výsledek měření.
- Zajištění poměrně vysoké spolehlivosti měření.
- Možnost balancování operací (přesouvání jednotlivých úkonů mezi pracovníky).
- Zjištění problematických úkonů, které by z celkového času nebyly viditelné [30].

Do formuláře pro snímek operace se vypisují zpravidla čísla činností, názvy či popisy činností a poté jednotlivé naměřené časy. To znamená, že po rozdělení procesu na úseky nebo úkony bude probíhat opakovaně měření a každý úkon pak bude mít několik zaznamenaných časů. Tyto časy se následně zprůměrují a zjistí se průměrná délka trvání jednotlivých úkonů. Z výsledků je možné zjistit celkovou dobu trvání procesu a díky tomu, že známe časy jednotlivých činností, můžeme snadno nalézt úzké místo. Pokud bychom vyhodnocovali výrobní linku, pak by úzké místo bylo to pracoviště nebo stroj, na kterém trvá zpracování výrobku nejdéle.

b) Snímek pracovního dne

V tomto případě je předmět měření práce jednoho nebo více vybraných pracovníků. Tento pracovník (nebo skupina) je po celou svou směnu sledován a do formuláře se zapisují veškeré činnosti a délky časů, které pracovník za směnu vykonal. Cílem snímku pracovního dne je získání přehledu o spotřebovaném čase, identifikace plýtvání, zjištění činností nepřidávajících hodnotu a samozřejmě také návrh zlepšení organizace práce. Do formuláře pro vyhodnocení snímku pracovního dne se obvykle zaznamená pořadí činností, název nebo popis činnosti, čas od kdy do kdy byla činnost vykonávána a případně také poznámky k činnostem. Aby byl formulář platný, musí na něm být dále uvedeno kdo prováděl měření, od kdy do kdy měření probíhalo a koho se měření týkalo (jméno pracovníka).

Nepřímé měření

Také systémy předem určených časů, jsou metody pro získání spotřeby času na vykonání určitých pracovních úkonů a celé operace. Výhodou na rozdíl od přímého měření je, že je můžeme vytvářet i pro procesy, které zatím úplně neexistují, alespoň ne ve fyzické formě.

K metodě jsou navíc zapotřebí určité normované tabulky, podle kterých provádíme vyhodnocení. V těchto tabulkách jsou vypsány typy činností a spousty informací o nich jako druh úchopu, velikost či hmotnost objektu, se kterým se manipuluje, složitost uchycení, vzdálenosti přesunů a další.

Důležité je zmínit, že tyto předepsané činnosti mají také i předepsanou časovou náročnost. V metodách nepřímého měření se však délka trvání činností neurčuje v sekundách, ale v TMU (Time Measurement Unit). Jedna TMU se pak rovná 0,036 sekundy.

Cílem vyhodnocovatele při nepřímém měření je správné určení typu pohybu, který pracovník vykonává. Následně je třeba vybrat vhodný index podle tabulky. Výběr indexu je velmi důležitý, jelikož stanovuje spotřebu času pracovní činnosti.

Výhody systémů předem určených časů oproti přímému měření:

- Odpadnutí subjektivity při stanovování stupně výkonu (100% výkon).
- Možnost stanovení časové náročnosti pro budoucí operace.
- Možnost racionalizovat pracovní postup, organizaci a uspořádání pracoviště.
- Je možné jednak analyzovat, tak i měřit spotřeby času daných operací [30].

Nejpoužívanější systémy předem určených časů jsou MTM a MOST. Metody jsou pro detailní popis a potřeby práce příliš složité, proto zde bude popsán pouze hlavní princip a vzájemné rozdíly [30].

a) MTM

Methods-Time Measurement, volně přeloženo jako Metody měření časů, je v evropském hospodářství nejrozšířenější metoda předem určených časů. Je možné ji použít pouze v případě, chceme-li zjistit časovou náročnost činností, které má vykonávat člověk. Činnosti musí být zároveň manuálního charakteru. Metodu je možné využít jako silnou pomůcku pro tvorbu pracovních postupů, určování nových časů nebo zjišťování časových náročností aktuálních manuálních činností. Díky MTM je možné zkontrolovat, zdali pracovník vykonává svou práci dostatečně rychle. Běžně se setkáváme s tím, že pracovníci v oblasti automotive jsou především na výrobních linkách schopni pracovat rychleji, než předepisuje metoda MTM.

Metoda disponuje vážnou nevýhodou a tou je pracnost při zpracování. Pohyby pracovníků musí být často velmi detailně popsány, musíme znát typ pohybu, náročnost, vzdálenosti, hmotnost břemene a jiné. Druhým problémem je, že každý operátor vykonává pohyby trochu jinak, a tak není vždy snadné dobře nastavit normu práce [31].

b) MOST

Maynard Operation Sequence Technique, je metoda předem určených časů. V porovnání s metodou MTM umožňuje MOST značné zvýšení produktivity vykonávané analýzy se zachováním vysoké míry přesnosti. Slovo sekvence v anglickém názvu má své opodstatnění. Podle druhu činnosti totiž zvolíme jednu ze čtyř základních sekvencí. Z tabulek poté přiřadíme vhodné index, které stejně jako u MTM reprezentují časovou náročnost. Jakmile je ke každému písmenu sekvence přiřazen index, vyhodnotí se celková časová náročnost činnosti.

MOST má tři základní podoby, každá se jinak označuje a používá se pro trochu jiné účely:

- Mini MOST
- Basic MOST
- Maxi MOST

Nejpoužívanější z nich je Basic MOST a slouží k normování činností s časovou náročností od několika desítek vteřin až po několik minut [31].

2.3 Racionalizace a kontinuální zlepšování

Racionalizace je soubor metod, které přispívají k dosažení vyšší produktivity. Jedná se o nastavení, upravení nebo zlepšení procesů tak, aby byly produktivní, kvalitní, bezpečné a dávaly smysl. Základním principem racionalizace je odstranění nežádáných ztrát a maximalizace využití výrobního potenciálu z hlediska výrobní techniky, organizace, zaměstnanců a uspořádání. Racionalizace by měla být kontinuálním procesem, do kterého jsou zapojeni všichni pracovníci. Výsledkem je pak výrobní systém, jehož nosnou základnou jsou logicky fungující procesy. Nejdůležitější roli zde hraje orientace na pracovníky a samotný lidský faktor. K základním oblastem racionalizace ve výrobě patří:

- Optimalizace provádění pracovních operací
- Ergonomie pracoviště
- Technické úpravy pracovišť
- Technologičnost konstrukce
- Uspořádání pracovišť

Racionalizace a zlepšování jsou pojmy, které se navzájem doplňují, společně tak tvoří neustálé zlepšování, které přinese finanční úsporu, zvýší produktivitu a bezpečnost práce.

Kontinuální zlepšování

Kaizen, japonská filozofie pro kontinuální zlepšování. Říká, že je nutné neustále zlepšovat procesy, jasně je popsat, změřit a zajistit jejich opakovatelnost. Teorie Kaizenu je postavená na tom, že provádění malých a snadno dosažitelných změn vede k významným dlouhodobým zlepšením. Je obecně známo, že provádění změn v podnicích je složité. S metodou Kaizen si úkol rozložíte na malé dílčí úkoly a díky tomu se dosáhne úspěchu ve formě stabilního a trvalého podniku.

Již zmíněné metody jako 5S, Poka Yoke a SMED jsou nástroje filozofie Kaizen. Všechny dopomáhají ke trvalému zlepšování. Kaizen má samozřejmě mnohem více nástrojů pro zajištění kontinuálního zlepšování, v práci byly popsány jen ty, které jsou relevantní k zadání.

Důležité na přístupu Kaizen je, že podporuje motivaci pracovníků a vytváří silnější vztah k jejich pracovní náplni tím, že je nechá podílet se na utváření procesů. Pracovníci odpovídají za své pracoviště, kontrolují jej, analyzují proces, jehož jsou součástí a vytvářejí zlepšení, na které by nikdo jiný nepřišel. Lidé si musí uvědomit, že zlepšovat se dá úplně vše.

Filozofie Kaizen se netýká jen pracovníků ve výrobě, přímo se dotýká také manažerů. Jen společnými silami je možné dosáhnout kvalitního výsledku.

Základní zásady Kaizenu:

- Každému zlepšení se musí věnovat pozornost.
- Všichni pracovníci se mohou podílet na procesu zlepšování.
- Analyzovat pozitivní a negativní vlivy každého budoucího zlepšení.
- Management má za úkol vytvořit a udržovat standardy a zlepšovat je
- Upřednostňovat práci v týmu při řešení problémů.
- Vedení společnosti musí Kaizen podporovat
- Motivovat pracovníky a umožnit jim spoluúčast na úspěchu ohodnocením jejich řešení
- Podporovat řešení s rychlou a levnou realizací [32].

3 Představení společnosti Plzeňský Prazdroj

Diplomová práce spočívá ve spolupráci s největším pivovarem v české republice a tím je Plzeňský Prazdroj, a. s. Logo společnosti je na Obr. 9.



Obr. 9: Logo společnosti Plzeňský Prazdroj [27]

Plzeňský Prazdroj vznikl již v roce 1842 a v posledních letech přesahuje roční objem odběru jejich piva 10 milionů hektolitrů. Není divu, že jej mnozí chtějí osobně navštívit a podívat se tak na krásu výroby piva. V roce 2018 byl Plzeňský Prazdroj navštíven téměř milionem návštěvníků. Vyrábí velmi kvalitní pivo značek Pilsner Urquell, Gambrinus, Radegast, Velkopopovický Kozel, Birell, Frisco, Kingswood, Viper Hard Seltzer, Master, Klasik, Primus a Excelent. Sídlo společnosti Plzeňský Prazdroj se nachází ve městě Plzeň v ulici U Prazdroje. Již z hlavní silnice je možné vidět historickou bránu (Obr. 10), která se stala neodmyslitelnou součástí plzeňského pivovaru [27].

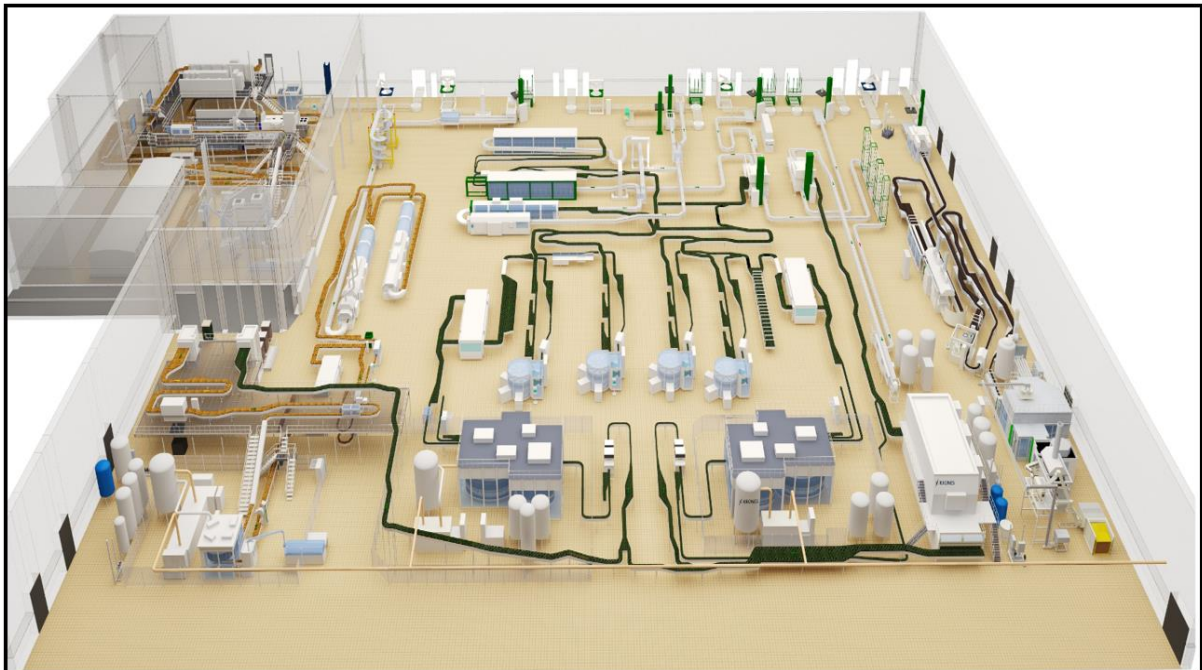


Obr. 10: Historická brána pivovaru [28]

Výroba piva se na první pohled nemusí zdát jako místo, kde by průmyslový inženýr našel práci, opak je však pravdou. I když se jedná o potravinářství, stále je to výroba, a tudíž je třeba řešit stejné nebo alespoň podobné problémy, jako je tomu například v automotive. Vzhledem k ohromné roční produkci piva je zřejmé, že mezi nejsložitější činnosti patří logistika, ať už interní nebo externí. Logistický sklad na Centrální stáčírně má kapacitu 5609 paletových míst a pro interní logistiku je zde uzavřený sklad s kapacitou 664 paletových míst. Musí se také vyrobit dostatečné množství piva, toho je možné dosáhnout jen tehdy, pokud budou procesy správně nastaveny, optimalizovány a neustále zlepšovány.

3.1 Představení výrobní linky

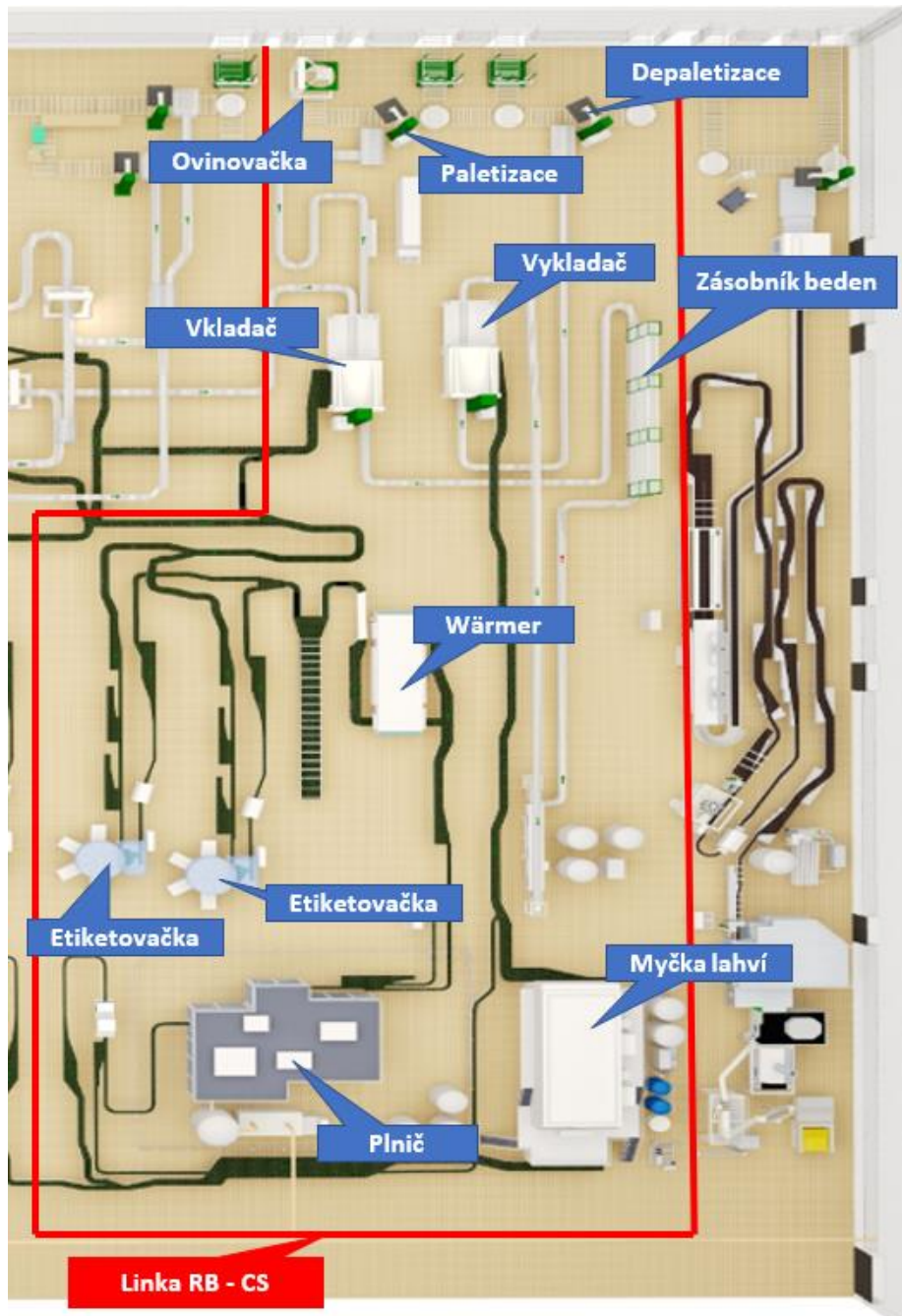
Práce je zaměřena na oblast stáčení piva, kde dochází k přestavbám strojů a je třeba proces zkrátit na co nejmenší možný čas trvání, abychom tím umožnili zvýšení výrobní kapacity v podobě získání dodatečného volného času na výrobu. Níže je 3D layout výrobní haly (Obr. 11), kde se stáčí pivo do prázdných láhví. Kompletní proces bude popsán v následujícím textu.



Obr. 11: Výrobní hala [27]

Pro obsah práce je vybrán jen určitý úsek výroby, kterým je výrobní linka RB – CS na stáčení piva (Obr. 12), také označována jako Stáčecí linka RB. Od nynějška bude pod slovy výrobní linka myšlena pouze oblast výrobní linky RB – CS. Tato linka sestává z několika pracovišť, z toho nejdůležitější pro zpracování diplomové práce jsou:

- Paletizace
- Depaletizace
- Vykladač
- Vkladač
- Zásobník beden
- Myčka Láhví
- Plnič (Monoblok)
- 2x Etiketovačka [27]



Obr. 12: Výrobní stáček linka RB s označenými pracovišti [27]

Linku je třeba kvůli změně sortimentu, ať už se jedná o druh piva nebo velikost láhví, přestavovat či jinak upravovat. Cílem je snížit přestavovací časy, tím zlepšit organizaci práce a standardizovat postup při přetypování strojů na nový typ produktu.

Celkem výrobní linku obsluhuje 6 operátorů a 2 údržbáři. Všechny osm pracovníků se následně podílí na přestavbě výrobní linky.

Díky předchozí spolupráci Západočeské univerzity a Plzeňského Prazdroje již na pracovišti Etiketovaček proběhlo zlepšení metodou SMED a součástí této práce je na spolupráci navázat. Budou tedy využity informace z implementované metody SMED.

Nejdůležitějším, prvotním cílem je zaměřit se na Plnič. Pracoviště, které plní prázdné skleněné láhve pivem. Následně se naměří, zanalyzuje a zlepší přestavba celé linky. V první řadě proběhne rozsáhlé měření v podobě snímku operace, které musí proběhnout na každém pracovišti výrobní linky.

Aby bylo možné proces zlepšit, zkrátit přestavovací časy a tím navýšit výrobní kapacitu, je třeba dokonale poznat výrobní proces stáček linky a přestaveb pracovišť. Výrobní linka RB na stáčení piva sestává jak z obsluhovaných, tak i automatizovaných pracovišť.

Informace k přestavbě výrobní linky RB

Důvodem přestavby výrobní linky na jiný druh produktu je změna formátu lahve. Přestavba probíhá na každém pracovišti výrobní linky a klade se velký důraz na organizaci přestaveb.

Průběh přestavby vypadá tak, že se zastaví výroba a začne se už přestavovat první stroj. Důležité je, že stroj následující ještě pracuje, jelikož lahve dojíždějí. Z toho důvodu je vhodné, aby se přestavba mohla dělat postupně od počátečního pracoviště až po koncové. Nelze začít dělat přestavbu uprostřed nebo na konci, jelikož lahve ještě dojíždějí a musí se zpracovat.

Některá pracoviště není třeba přestavovat manuálně, pouze se změní program. Takto je to například na Vykladači. Přepnutím programu na Vykladači dojde k tomu, že se stroj seřídí sám. Operátor ho však musí sledovat. Kdyby stroj při vlastní automatizované přestavbě udělal chybu nebo se zastavil, operátor musí vědět, do jakého stavu se má Vykladač dostat, aby přestavba proběhla úspěšně. Operátor tak skutečně nesmí opustit místo, kde probíhá automatizované seřízení stroje.

Stručný popis procesu stáčení na výrobní lince RB

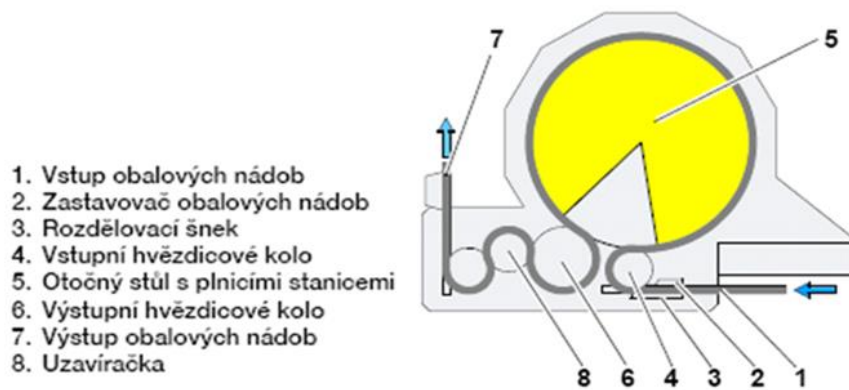
1. Mezi pracoviště Paletizace a Depaletizace se přivezou palety. Místo slouží jako vstup prázdných lahví na linku.
2. Paleta přijede na pracoviště Depaletizace, kde dojde k rozdělení palety na jednotlivé řady s bednami (v tomto prostoru pracují dva operátoři).
3. Odtud putují do Vykladače.
4. Vykladač vyloží lahve z přepravek na dopravník a poté jdou do Myčky lahví.
5. Umyté a prázdné láhve směřují do Plniče (Monobloku), kde se láhve naplní pivem. Toto pracoviště obsluhuje jeden operátor.
6. Naplněné láhve se pomocí dopravníku dopraví na pracoviště Etiketovačky, kde jsou označeny. Na lince se Etiketovačka nachází dvakrát a každou obsluhuje jeden operátor.
7. Hotové výrobky následně směřují na Vkladač a Paletizaci, kde jsou vloženy do přepravek a umístěny na palety.

3.2 Klíčové pracoviště – Plnič (Monoblok)

Pracoviště Plniče se stává nejdůležitějším pracovištěm při přestavbě výrobní linky. Pro celkový čas přestavby výrobní linky na jiný formát je právě toto pracoviště označeno jako úzké místo a z toho důvodu je třeba jeho přestavbu zlepšit.

Popis procesu plnění lahví

Schematicky znázorněný proces na Obr. 13 popisuje plnění piva na pracovišti Plniče. Pro lepší pochopení celého procesu jsou činnosti rozděleny na ty, které proběhnou před samotným plněním, poté samotné plnění a následně činnosti, které přímo navazují na plnění.



Obr. 13: Schéma procesu plnění lahví na Plniči [27]

a) **Činnosti, které předcházejí plnění**

Zkontrolované láhve přijíždějí na zakrytém dopravníku z Inspektoru přímo do monobloku (Obr. 14). V tomto místě prázdné láhve vstoupí přes rozdělovací šnek na náběhovou hvězdu karuselu, kde si je obraceč převezme k výplachu chlordioxidovou vodou a následně lahve předá přes podávací hvězdy na centrovací zvon, který zafixuje každou lahev s podložním talířem a na jejich hrdlo je připojen plnicí ventil. Na obrázku je možné vidět vstup prázdných lahví na pracoviště Plniče pomocí dopravníku [27].



Obr. 14: Vstup prázdných lahví do Plniče [27]

b) **Činnosti při plnění**

Jak se karusel otáčí, lahve prochází jednotlivými úseky plnění, jenž mají pevně stanovené cykly plnění. Nejprve dochází k vakuaci vzduchu z láhve, poté výplach plynem a ten je doprovázen další vakuací. Teprve teď dochází k plnění lahve pivem (Obr. 15). Jakmile je pivo v lahvi, musí se zklidnit jeho hladina. Poté nastává odfuk plnicích ventilů, jelikož ty jsou na láhvi pouze pro potřebu plnění. Následně se vypění a vytlačí zbytky vzduchu za pomoci vypěňovací trysky s teplou pitnou vodou [27].



Obr. 15: Proces plnění lahví na Plniči [27]

c) **Činnosti následující po plnění**

Jakmile jsou lahve naplněny a je z nich vytlačen přebytečný vzduch, přecházejí pod korkovací hlavy, kde jsou uzavřeny korunkovým uzávěrem. Po uzavření je láhev zkontrolována hladinovou kontrolou a pokračuje dopravníkem (Obr. 16) na pracoviště Ohřívače, kde bude obsah lahve pasterizován [27].



Obr. 16: Výstup naplněných lahví z Plniče [27]

Za plnění a zavírání láhví na pracovišti odpovídá pracovník stáčecího monobloku, který se při své činnosti řídí pracovními instrukcemi a zavedenými standardy.

Plnič má popsané základními parametry (Tab. 3), které jasně ukazují výrobní výkon stroje.

Tab. 3: Základní parametry Plniče [27]

Popis parametru	Hodnota parametru
Štítkový výkon [lahví/hod.]	60 000
Počet plnicích ventilů [ks]	168
Počet korkovacích hlav [ks]	24
Směr otáčení [-]	proti směru hodinových ručiček
Počet obracečů (Rinser) [ks]	140

Informace k seřizování a údržbě

Seřízení ostřikovače jehel plniče provádí pracovník Plniče, a to ve dvouhodinových intervalech. Kontrolu lomu lahve a funkce uzavíračky provádí pracovník Plniče nepřetržitě. Při změně formátu je prováděna následující sanitace:

- 1) vyjetí láhví od inspektoru k plniči
- 2) vyčištění vnějšího povrchu monobloku od střeptů a oplach hadicí s vodou
- 3) nanesení vrstvy alkalické, kyselé nebo dezinfekční pěny
- 4) doba působení pěny asi 10–15 min.
- 5) závěrečné opláchnutí čistící pěny z povrchu zařízení vodou s chlordioxidem [27]

4 Analýzy současného stavu

Opakovanou návštěvou výrobního procesu společnosti byla provedena analýza současného stavu jednotlivých pracovišť a také analýza celkové přestavby výrobní linky z hlediska organizace práce.

Během získávání prvotních informací bylo zjištěno, že proces přestavby, ať už z pohledu jednotlivých pracovišť nebo celé výrobní linky, není řádně zdokumentován, a tedy ani standardizován. Cílem práce je vytvořit vhodnou dokumentaci, která bude sloužit jako standard pro budoucí přestavby.

Dále jsou analyzována pouze pracoviště, která se při změně výrobní sortimentu přestavují nebo jinak upravují a mají přímý vliv na organizaci přestavby výrobní linky RB. Pracoviště dále popsána jsou seřazena dle umístění ve výrobním procesu, tedy od vstupu na linku po výstup z linky.

4.1 Depaletizace

Pracoviště depaletizace se nachází na začátku linky neboli na vstupu linky RB. Na pracoviště je dopravena paleta, na které se nachází několik vrstev přepravek s prázdnými, zatím však nemytými, lahvemi od piva. Práci zastřešuje robot, který vykládá přepravky s lahvemi z palety na válečkový dopravník. Robot disponuje nástavcem pro uchycení celé jedné vrstvy přepravek, takže během jedné své operace přesune 8 celých přepravek s lahvemi.

Pracoviště je plně automatizované. Operátor zde vykonává funkci kontrolora a zasahuje jen v případě výskytu abnormalit.

Průběh přestavby pracoviště Depaletizace

Během změny výroby z jednoho druhu výrobku na druhý se musí pracoviště depaletizace seřídít. Seřízení probíhá tak, že operátor na PLC změní program stroje. V tomto případě tedy nedochází k výměně dílů nebo jiných částí. Změna programu trvá průměrně jednu minutu a pracoviště je následně připraveno pokračovat ve výrobě.

Z pracoviště Depaletizace se přepravky s lahvemi přesouvají po dopravníku k pracovišti Vykladače.

4.2 Vykladač

Pracoviště vykladače následuje po pracovišti depaletizace. Lahve jsou pomocí robota vyjmuty z přepravek a jsou přemístěny na destičkový dopravník. Vyjmutí funguje za pomoci přísavných zvonů, které se přisají k lahvím. Během jedné operace robot obslouží 8 přepravek, což je 160 kusů lahví velikosti 0,5 litru nebo 192 kusů lahví velikosti 0,33 litru. Prázdné přepravky pokračují po válečkovém dopravníku až do zásobníku beden.

Pracoviště je plně automatizované. Operátor zde vykonává funkci kontrolora a zasahuje jen v případě výskytu abnormalit.

Průběh přestavby Vykladače

Stroj na tomto pracovišti je nutno seřídít a přestavět. Operátor na PLC spustí program pro přetypování na správný druh výrobku. Samotná přestavba pak probíhá automaticky. Stroj nejprve najede do polohy pro vyjmutí nástroje a nástroj se zařadí do zásobníku. Poté přejeđe do pozice pro nový nástroj a ze zásobníku je nástroj přiřazen. Jakmile je nástroj vyměněn,

stroj čeká na pokyn operátora. Operátor potvrdí dokončení přestavby na PLC a stroj opět najede do základní polohy. Postup při přestavbě a doby trvání jednotlivých kroků jsou zaznamenány v Tab. 4. Doba automatizované části přestavby je závislá na volné pozici pro umístění původního nástroje a na uložené pozici nástroje nového. Po dokončení automatizované přestavby musí operátor umýt prostory stroje a připravit jej tak na náběh nové výroby.

Tab. 4: Časová náročnost a popis přestavby Vykladače

č.	Čas od [h:min:s]	Čas do [h:min:s]	Trvání [h:min:s]	Činnost
1	0:00:00	0:00:17	0:00:17	Práce na PLC
2	0:00:17	0:00:25	0:00:08	Čekání, než software na PLC naběhne
3	0:00:25	0:00:32	0:00:07	Práce na PLC – spuštění automatické přestavby
4	0:00:32	0:04:47	0:04:15	Automatizovaná přestavba
5	0:04:47	0:05:02	0:00:15	Operátor potvrdí pokračování přestavby na PLC
6	0:05:02	0:14:32	0:09:30	Mytí prostorů stroje a úklid v oblasti stroje

Od Vykladače se prázdné lahve přesouvají po destičkovém dopravníku k Myčce lahví.

4.3 Myčka lahví

Z Vykladače dorazí lahve do myčky lahví. Je to velký stroj, do kterého vstupují lahve, aby se zde umyly od piva a nečistot. Horká voda a mycí příměsi zajistí také smytí původní etikety z lahve. V myčce se v jednu chvíli nachází 23 920 kusů lahví, které prochází jednotlivými mycími cykly.

Mycí cyklus probíhá automaticky, avšak nájezd lahví do stroje musí být pod neustálou kontrolou operátora, který lahve těsně před vstupem do myčky přerovná. Na vstupu stroje jsou kovové mantinely, které usměrňují pohyb lahví, právě v tomto místě vznikají problémy, kdy lahve padají. Operátor pomocí nástroje ve tvaru háku spadlé lahve zvedá a případně je také přemísťuje.

Průběh přestavby Myčky lahví

Přestavba myčky je závislá na rychlosti a šikovnosti operátora. Zde nedochází k automatickému přetypování stroje na nový typ výrobku tak, jako na předchozích pracovištích. Operátor nejdříve začne změnou programu na PLC myčky. Poté vymyje prostor vstupu lahví do myčky a srovnávací plechy (mantinely). Následně všechny srovnávací plechy vyndá a umístí na jejich místo plechy nové. Původní srovnávací plechy operátor vloží do bedny a uklidí. Nakonec nově umístěné srovnávací plechy umyje vodou. Náročnost jednotlivých činností je zaznamenána v Tab. 5.

Tab. 5: Časová náročnost a popis přestavby Myčky lahví

č.	Čas od [h:min:s]	Čas do [h:min:s]	Trvání [h:min:s]	Činnost
1	0:00:00	0:00:06	0:00:06	Změna programu na Myčce lahví
2	0:00:06	0:00:21	0:00:15	Nasazení ochranných rukavic + chození po plošině
3	0:00:21	0:00:33	0:00:12	Příprava hadice k mytí srovnávacích plechů
4	0:00:33	0:01:33	0:01:00	Mytí srovnávacích plechů pomocí hadice
5	0:01:33	0:02:32	0:00:59	Vyndávání srovnávacích plechů – nedokončeno

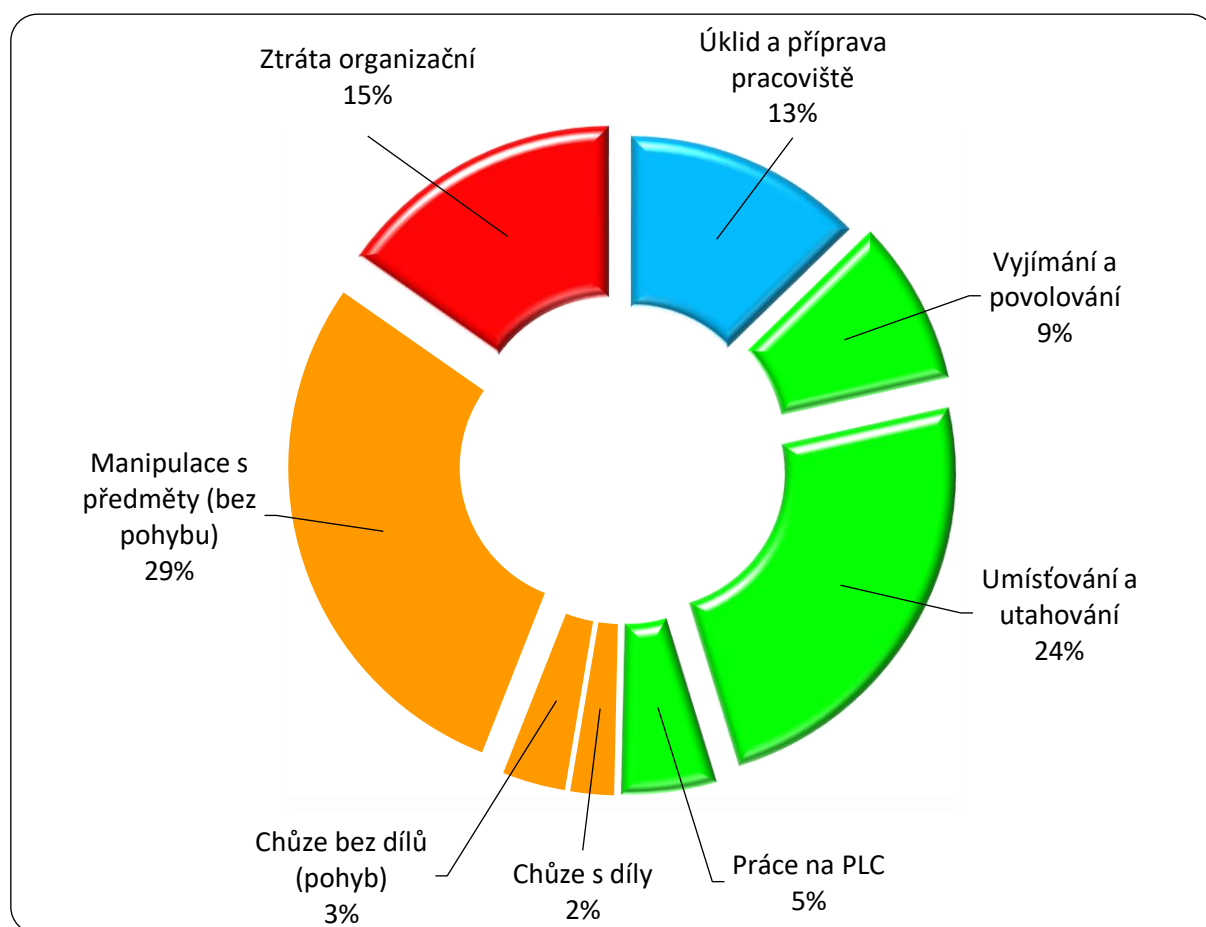
6	0:02:32	0:04:45	0:02:13	Odchod pryč – zřejmě porucha na výstupu linky
7	0:04:45	0:05:02	0:00:17	Vyndávání srovnávacích plechů – dokončeno
8	0:05:02	0:05:48	0:00:46	Úklid srovnávacích plechů z dopravníku na plošinu
9	0:05:48	0:06:08	0:00:20	Přenášení nových srovnávacích plechů na dopravník
10	0:06:08	0:09:35	0:03:27	Umísťování nových srovnávacích plechů – dokončeno
11	0:09:35	0:09:42	0:00:07	Odchod k PLC dopravníku
12	0:09:42	0:10:20	0:00:38	Změna programu na PLC dopravníku
13	0:10:20	0:10:27	0:00:07	Chůze k vyjmutým plechům
14	0:10:27	0:13:34	0:03:07	Uložení vyjmutých plechů na stojan
15	0:13:34	0:13:51	0:00:17	Sundá si rukavice + krátký odpočinek, srovnání brýlí
16	0:13:51	0:14:30	0:00:39	Mytí nově nasazených plechů pomocí hadice s vodou

Čisté lahve se pomocí dopravníku přesunou na Plnič – nejdůležitější pracoviště linky.

Analýza činností přestavby Myčky lahví

K vhodnému vyhodnocení naměřených dat byly činnosti rozřazeny do několika kategorií. Kategorie jsou zřejmé z Obr. 17.

- Zelená barva reprezentuje činnosti přidávající hodnotu.
- Oranžová reprezentuje činnosti, které je třeba dělat, ale hodnotu nepřidávají
- Červená reprezentuje hrubé ztráty
- Modrá reprezentuje úklid a přípravu pracoviště



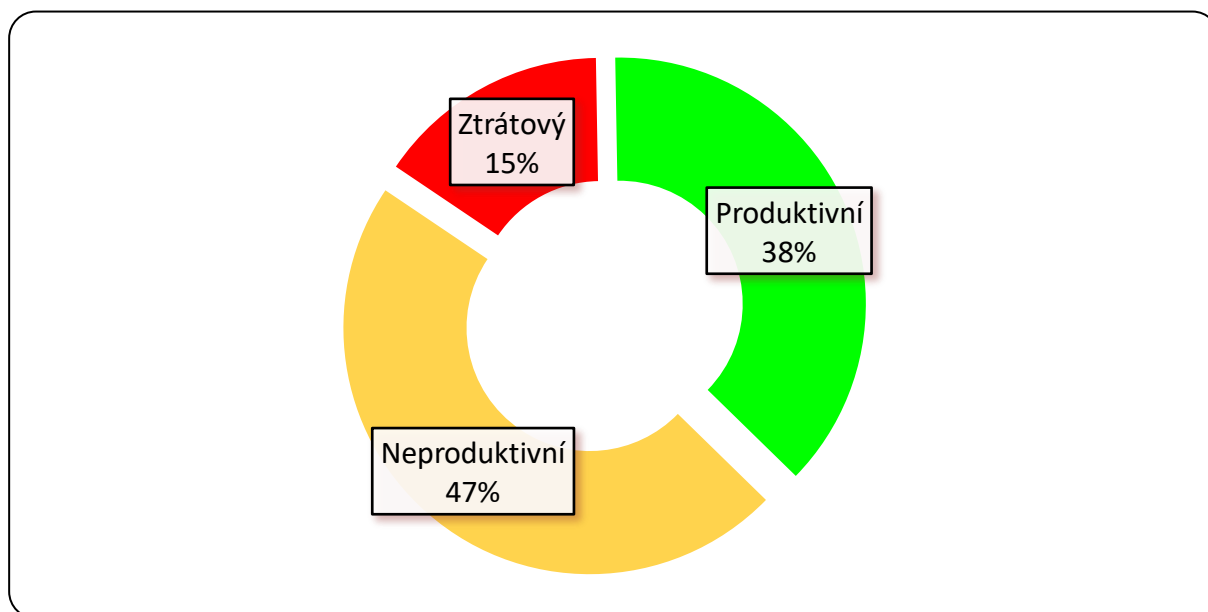
Obr. 17: Roztříděné činnosti přestavby Myčky lahví

Aby bylo dosaženo čitelnějších výsledků. Byla vytvořena tabulka (Tab. 6) s viditelnými časy a procentuálním zastoupením jednotlivých činností.

Tab. 6: Procentuální zastoupení činností přestavby Myčky lahví

	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:01:51	12,76%
Vyjímání a povolování	0:01:16	8,74%
Umísťování a utahování	0:03:27	23,79%
Práce na PLC	0:00:44	5,06%
Chůze s díly	0:00:20	2,30%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:00:29	3,33%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:04:10	28,74%
Ztráta organizační	0:02:13	15,29%
Celkem	0:14:30	

Kategorie činností z předchozího grafu jsou dále sloučeny, aby bylo viditelné celkové procentuální zastoupení produktivních, neproduktivních a ztrátových činností (Obr. 18).



Obr. 18: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Myčky lahví

4.4 Plnič (Monoblok)

Na vyhodnocení plniče bylo třeba více měření, aby bylo dosaženo relevantních vstupních dat pro analýzu. V následujících podkapitolách jsou podrobně popsána jednotlivá měření.

K zajištění vysoké míry přesnosti analýzy byl vytvořen rozpad činností z kamerového záznamu přestavby. Každé měření čítá stovky činností, které jsou popsány v rozsáhlých tabulkách softwaru Excel, viz. Příloha č. 1 – Analýzy přestaveb a standardizace.

Obecný popis přestavby Plniče

Přestavba plniče je podmíněna pouze vyjetím poslední lahve. Okamžitě poté operátor na PLC vypne stroj. Kvůli dodržení hygienických zásad je umožněn pohyb v prostorách Plniče pouze s nasazenou sítkou na vlasy. Obecné kroky při přestavbě jsou:

- 1) *Výměna formátových dílů v přední oblasti Plniče* – operátor se přesune dovnitř do stroje a začne vyjmutím formátových dílů v oblasti rinseru. Poté se přesune k oblasti plnění, a nakonec ke korkovačce. V některých případech, v závislosti na aktuálním natočení formátového dílu, je třeba použít manuální ovladač a stroj spustit, aby se formátový díl natočil a operátor tak měl k dílu přístup. Všechny díly vyjme, někdy za pomoci palice, a odnese ke stojanu, na který postupně všechny díly zavěsí. Každý formátový díl má své označení a stejně tak i stojan má označena místa pro každý díl. Není standardizováno, jakým přesným postupem má operátor díly vyjímat, takže pouze na základě zkušeností ví, které díly je dobré vyjmout dříve a které později, jelikož by v nesprávném pořadí mohl mít menší problémy s vyjímáním.

Nyní nastává fáze umísťování a utahování dílů. Nové díly má operátor na jiném stojanu. Stejným způsobem, kterým díly vyjímal, tak je nyní i umísťuje a vkládá. Opět není standardizováno, kterými díly má začít, takže postup je závislý na zkušenostech operátora.

- 2) *Výměna uchopovačů* – operátor se přesune do zadní části Plniče k rinseru, takže musí nejprve obejít celý stroj. Zde si ještě připraví pedálový manuální ovladač a začne vyjímat uchopovače, které následně nahrazuje za nové. Vždy, když je část rinseru vyměněna, šlápne na pedálový ovladač a rinser se pootočí. Takto pokračuje, dokud nejsou vyměněny všechny uchopovače.
- 3) Natavení výšky rinseru a senzorů, které jsou společností označeny jako Flada.
- 4) Manuální část přestavby je hotova. Nyní operátor pomocí PLC spustí proces automatizovaného pěnování. Pěna poskytne kvalitní vymytí prostorů plniče. Nové díly jsou díky tomu přijatelné pro potravinářskou výrobu jak z hlediska hygienického, tak i mikrobiologického.
- 5) Pokud už během přestavby najely lahve ze vstupu linky až ke vstupu plniče, může proběhnout zkouška náběhu několika kusů lahví. K dokončení přestavby se v tuto chvíli připojí i mistr. Ten musí ochutnat obsah lahve, která již prošla procesem na plniči a zaznamenat do dokumentů. Plnič je finálně přestavěn ve chvíli, kdy mají obslužené lahve s pivem správnou chuť, hladinu, a jsou korektně uzavřeny víčky.

Zkrácené zápisy činností

Dále v textu práce budou uvedeny pouze zkrácené (blokové) popisy přestaveb Plniče, a to z důvodu, že jejich detailní popis je zaznamenán v excelu a čítá stovky úkonů na jedno měření. Zkrácené zápisy obsahují klíčové činnosti včetně časů pohybů s nimi spojenými. Zkrácené zápisy tedy zobrazují činnosti pouze rámcově, pro přesné vyhodnocení je vhodnější nahlédnout do tabulek v excelu. Diagramy s procentuálním zastoupením jsou již sestaveny z detailních excelových analýz, nikoli ze zkrácených.

4.4.1 První měření přestavby Plniče

Operátor účastníci se přestavby Plniče během prvního měření byl dostatečně zaučený a zkušený. Výroba se měnila z 0,33 litrových lahví na 0,5 litrové lahve značky Pilsner Urquell. Přestavba tedy proběhla bez změny piva.

Popis průběhu prvního měření

Operátor si již před začátkem přestavby připravil stojan s novými formátovými díly. V zadní části u Rinseru připravil uchopovače s pojízdným stolkem a plechovými boxy. Následně začala přestavba dle Tab. 7. Všechny formátové díly vyjmul a poté umístil nové. Naneštěstí se objevily časové ztráty, které byly způsobené strojem, nikoli operátorem, a celá přestavba se tak o několik minut prodloužila (čekání na zámečníky, práce zámečníků). Po výměně formátových dílu vpředu se operátor přesunul k zadní části Rinseru a vyměnil uchopovače. Poté proběhlo automatizované pěnování a nakonec bezproblémový náběh výroby.

Zkrácený zápis činností během přestavby Plniče – 1. měření

Dále v textu je tabulka (Tab. 7) s délkou trvání jednotlivých činností, popisem činností a rozlišením na externí a interní činnosti. Důležité je zmínit, že zkrácený (blokový) zápis činností neobsahuje organizační ztráty, tedy ztráty, které nezpůsobil sám operátor. Přesné zachycení všech činností operátore je zapsán v Excelu, viz. Příloha č. 2 - Analýza 1. měření přestavby Plniče.

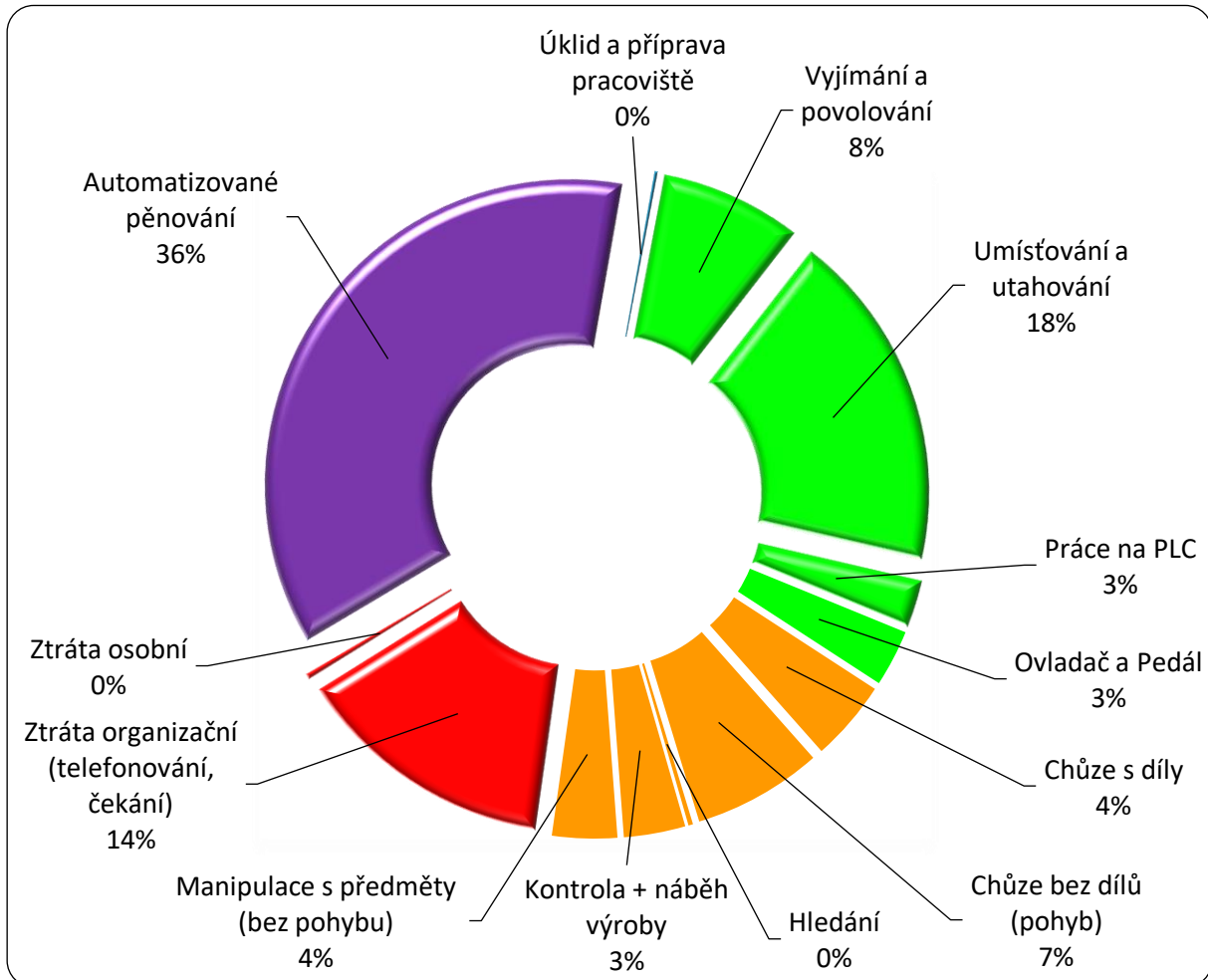
Tab. 7: Zkrácený zápis činností při první přestavbě

č.	Trvání [h:min:s]	Činnost	INT / EXT
1	0:01:10	Příprava stojanu s novými formátovými díly	EXT
2	0:01:40	Příprava pojízdného stolku s plechovými boxy a novými uchopovači	EXT
3	0:00:55	Příprava obecná před začátkem přestavby včetně vypnutí stroje	INT
4	0:00:49	Vyjmutí Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	INT
5	0:00:29	Vyjmutí Středový vodící oblouk přední	INT
6	0:00:13	Vyjmutí vodící oblouk	INT
7	0:00:54	Vyjmutí Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	INT
8	0:00:21	Vyjmutí Středový vodící oblouk zadní	INT
9	0:00:42	Vyjmutí Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	INT
10	0:00:45	Vyjmutí Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	INT
11	0:01:20	Vyjmutí Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	INT
12	0:00:26	Vyjmutí Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	INT
13	0:00:14	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	INT
14	0:00:59	Vyjmutí Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	INT
15	0:00:26	Vyjmutí Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	INT

16	0:01:09	Vyjmutí Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	INT
17	0:00:34	Vyjmutí Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
18	0:00:40	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	INT
19	0:00:31	Vyjmutí Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	INT
20	0:00:42	Vyjmutí Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	INT
21	0:01:43	Umístění Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	INT
22	0:01:14	Umístění Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	INT
23	0:03:00	Umístění Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	INT
24	0:02:23	Práce na PLC	INT
25	0:00:36	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	INT
26	0:01:05	Umístění Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
27	0:00:13	Umístění Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	INT
28	0:00:51	Umístění Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	INT
29	0:01:13	Umístění Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	INT
30	0:00:18	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	INT
31	0:00:22	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
32	0:00:42	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
33	0:00:45	Umístění Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	INT
34	0:00:34	Umístění Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	INT
35	0:01:08	Umístění Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	INT
36	0:00:22	Umístění Vodící oblouk	INT
37	0:00:56	Umístění Středový vodící oblouk zadní	INT
38	0:00:49	Umístění Středový vodící oblouk přední	INT
39	0:00:44	Umístění Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	INT
40	0:00:46	Umístění Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	INT
41	0:01:18	Kontrola – zkouška běhu stroje	INT
42	0:16:30	Výměna Uchopovačů	INT
43	0:00:47	Úklid pojízdného vozíku s vyměněnými uchopovači	INT
44	0:01:16	Nastavení Flada	INT
45	0:40:00	Automatizované pěnování	INT
46	0:02:45	Náběh výroby	INT
47	0:01:52	Umytí vyjmutých dílů na stojanu vodou	EXT
48	0:01:09	Úklid stojanu s vyjmutými díly na místo skladování	EXT

Analyza přestavby Plniče – 1 měření

Koláčový diagram na Obr. 19 znázorňuje činnosti, které jsou detailně popsány v excelu, viz. Příloha 2 – Analýza 1. měření přestavby Plniče. Není tedy přesným odrazem blokového zápisu (Tab. 7). Obr. 19 vizualizuje reálné a neupravené zastoupení kategorií činností při měření první přestavby, včetně všech chyb a abnormalit.



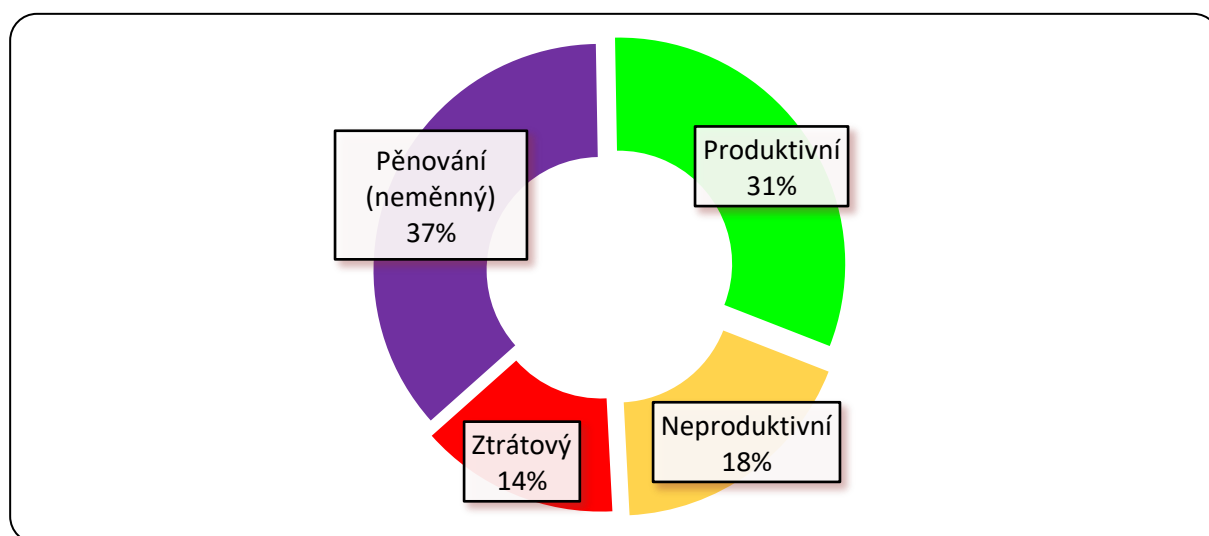
Obr. 19: Roztříděné činnosti přestavby Plniče - 1. měření

Mimo procentuální zastoupení je pro umožnění návrhu zlepšení důležitá sumární doba trvání kategorií činností. Z toho důvodu byla vytvořena tabulka (Tab. 8) s výslednými celkovými časy i procentuálním zastoupením, pro budoucí porovnávání.

Tab. 8: Procentuální zastoupení činností přestavby Plniče – 1. měření

	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:00:13	0,20%
Vyjímání a povolování	0:08:18	7,53%
Umísťování a utahování	0:19:56	18,09%
Práce na PLC	0:02:51	2,59%
Ovladač a Pedál	0:03:18	2,99%
Chůze s díly	0:04:43	4,28%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:07:33	6,85%
Hledání	0:00:16	0,24%
Kontrola + náběh výroby	0:03:35	3,25%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:03:47	3,43%
Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:15:19	13,90%
Ztráta osobní	0:00:23	0,35%
Automatizované pěnování	0:40:00	36,30%
Celkem	1:50:12	

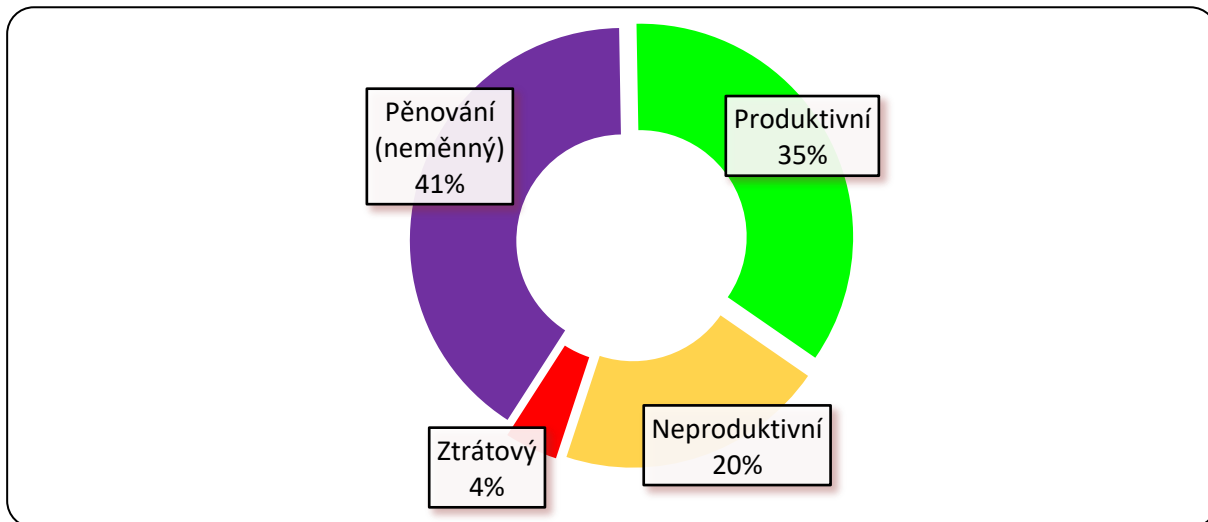
Dále jsou kategorie činností ještě více seskupeny a je vytvořen názorný koláčový diagram (Obr. 20), který vyjadřuje míru celkových produktivních, neproduktivních, ztrátových a automatizovaných činností.



Obr. 20: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Plniče - 1. měření

Analýza celkové přestavby bez započítání abnormalit

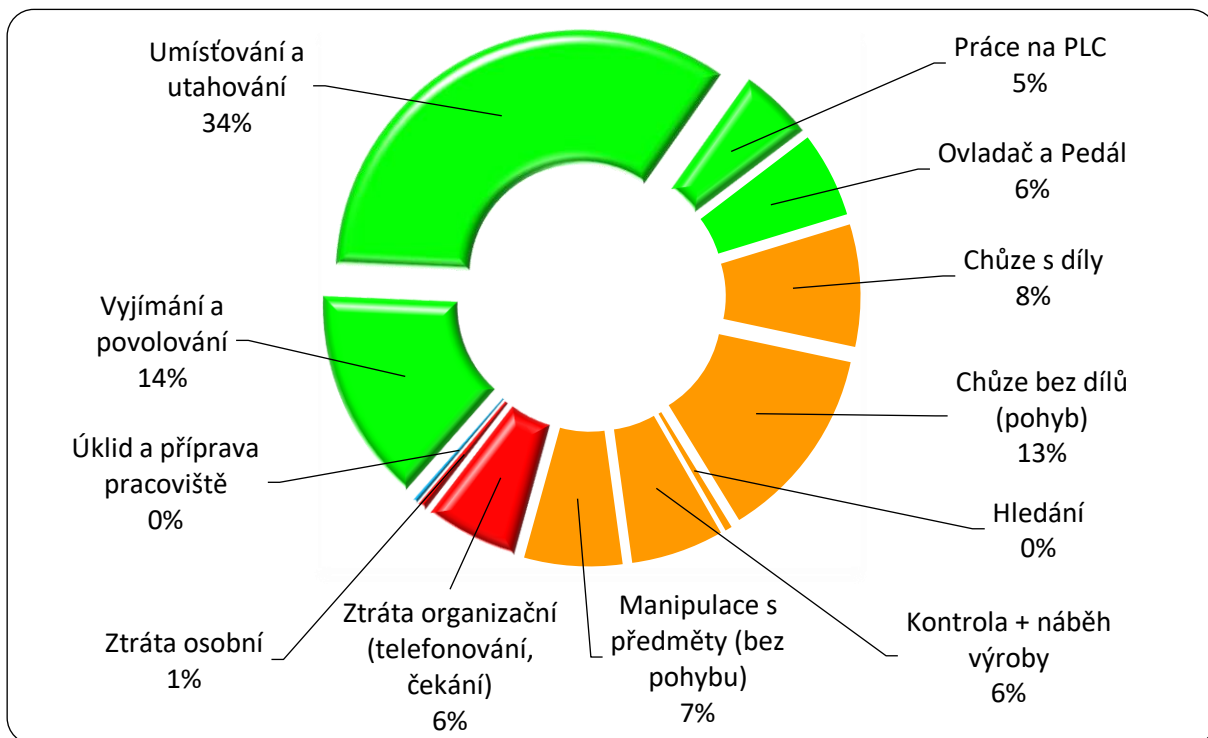
Výsledky měření bez započítání organizačních ztrát a abnormalit vzniklých během procesu přestavby jsou znázorněné na Obr. 21. Diagram vychází z Příloha č. 3 - Analýza 1. měření přestavby Plniče bez abnormalit. Stále se v diagramu vyskytují osobní ztráty, které je třeba z hlediska zlepšení eliminovat.



Obr. 21: Podíl produktivních a neproduktivních činností bez abnormalit - 1. měření Plniče

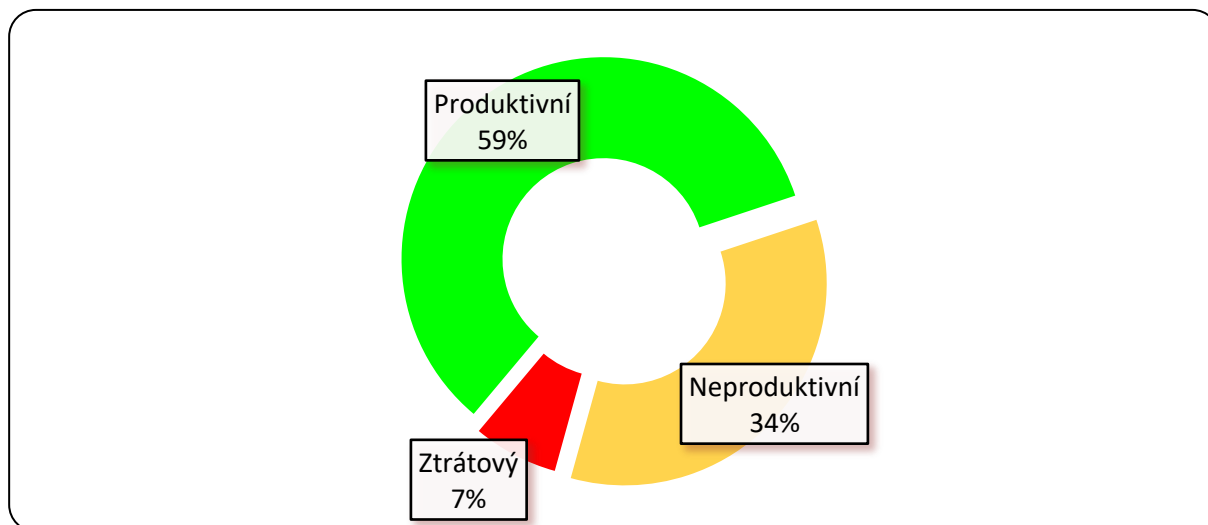
Analýza pouze práce operátora bez započítání abnormalit

Dále byl vytvořen diagram (Obr. 22), který popisuje, podobně jako výše zmíněné diagramy, procentuální zastoupení kategorií činností při přestavbě, vykonávané pouze operátorem, viz. Příloha č. 4 - Analýza 1. měření práce operátora při přestavbě Plniče bez abnormalit. Nyní je možné se zaměřit konkrétně na lidský faktor při přestavbě Plniče.



Obr. 22: Roztříděné činnosti operátora bez abnormalit - 1. měření přestavby Plniče

Kategorie činností jsou dále seskupeny do vyššího celku (Obr. 7), který zobrazuje sumární procentuální zastoupení produktivních, neproduktivních a ztrátových činností operátora.



Obr. 23: Podíl produktivních činností operátora - 1. měření přestavby Plniče bez abnormalit

4.4.2 Druhé měření

Operátor přítomný u druhé přestavby byl ve společnosti krátce a neměl tolik zkušeností s průběhem přestavby Plniče. Došlo ke změně sortimentu z lahví velikosti 0,33 litru značky Frisco na lahve velikosti 0,5 litru značky Kozel. Na rozdíl od prvního měření neproběhlo pěnování, ale pouze oplach, který je časově výrazně kratší. V kapitole srovnání bude toto měření náležitě upraveno, aby výstupní data byla porovnatelná s prvním měření.

Popis průběhu druhého měření

Měření druhé přestavby probíhalo o poznání jinak. Po zastavení stroje si operátor došel pro hadici s vodou a nejdříve všechny díly, ještě usazené na stroji, omyl dezinfekční vodou. Následně zbavoval korkovačku původních víček pomocí drátkového nástroje.

Poté začal s vyjímáním formátových dílů vpředu rinsery, plniče a korkovačky. Když měl původní díly vyndané a zavěšené na stojanu, došel si do skladovacích prostor pro stojan s novými formátovými díly a jeden takový díl i umístil a utáhl. Než přešel k výměně uchopovačů, odvezl stojan se starými díly na skladovací místo.

Potom přešel do zadní části stroje, kde si nejdříve začal připravovat pojízdný stůl s plechovými boxy a novými uchopovači. Následně vyměnil veškeré uchopovače v zadní části Rinsery a opět pojízdný stůl s boxy a starými uchopovači uklidil. Nastavil Flado a přešel opět do přední části Plniče, kam umístil nové formátové díly.

K dalšímu postupu již potřeboval pokyny mistra, jelikož operátor nebyl dostatečně zaučený. Mistr mu po telefonu vysvětlil, jak má spustit na PLC Plniče oplach.

Po dokončení oplachu se čekalo více než 30 minut na nájezd lahví, nájezd výroby měl velké zpoždění kvůli abnormálním problémům s Myčkou lahví. Poslední úkol byl náběh linky. Mistr pivo ochutnal a zaznamenal do dokumentů. Vyskytly problémy, kdy zřejmě korkovačka nebyla řádně pročištěna od starých víček, a tak několik desítek nově vyjetých lahví mělo špatná víčka. Korkovačka se musela opět pročistit a nechal se najet několik dalších lahví, aby se stroj zbavil zbylých starých víček a mohla tak plně naběhnout výroba.

Zkrácený zápis činností během přestavby Plniče – 2. měření

Zkrácený popis činností s délkou trvání jednotlivých činností a rozlišením na externí a interní činnosti, zobrazuje Tab. 9. Důležité je zmínit, že zkrácený (blokový) zápis činností neobsahuje organizační ztráty, tedy ztráty, které nezpůsobil sám operátor.

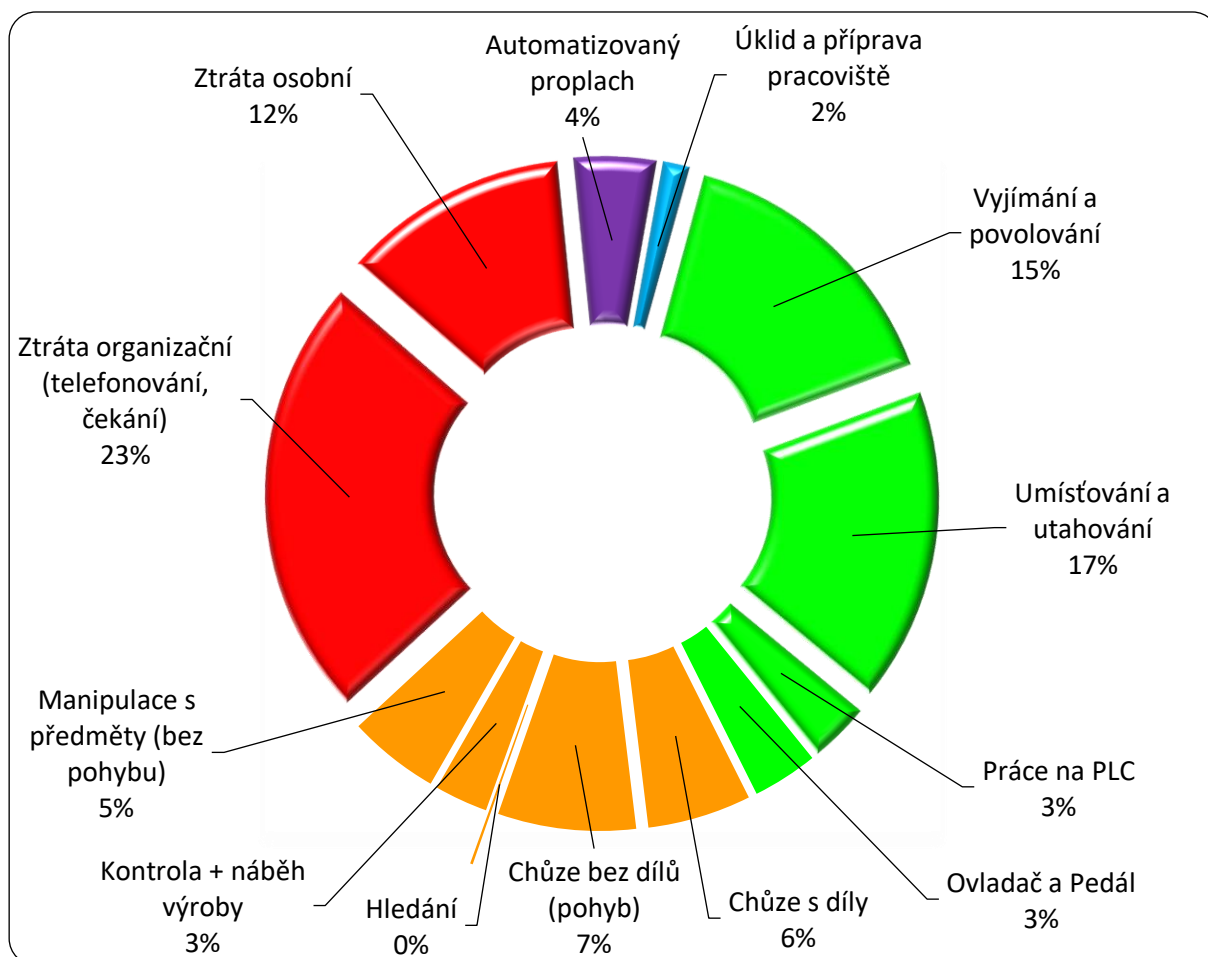
Tab. 9: Zkrácený zápis činností při druhé přestavbě

č.	Trvání [h:min:s]	Činnost	INT / EXT
1	0:02:26	Příprava před začátkem přestavby	INT
2	0:01:54	Mytí formátových dílů	INT
3	0:07:14	Výměna víček	INT
4	0:00:40	Vyjmutí Středový vodící oblouk přední	INT
5	0:00:57	Vyjmutí Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	INT
6	0:01:20	Vyjmutí Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	INT
7	0:00:30	Vyjmutí Středový vodící oblouk zadní	INT
8	0:00:37	Vyjmutí vodící oblouk	INT
9	0:01:23	Vyjmutí Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	INT
10	0:02:59	Vyjmutí Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	INT
11	0:00:44	Vyjmutí Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	INT
12	0:00:15	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	INT
13	0:00:51	Vyjmutí Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	INT
14	0:01:23	Vyjmutí Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	INT
15	0:00:47	Vyjmutí Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	INT
16	0:00:39	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
17	0:00:56	Vyjmutí Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
18	0:01:07	Vyjmutí Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	INT
19	0:01:30	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	INT
20	0:01:10	Přivezení stojanu s novými díly	INT
21	0:01:23	Vyjmutí Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	INT
22	0:01:22	Umístění Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	INT
23	0:01:09	Převezení stojanu se starými díly na místo skladování	INT
24	0:01:54	Příprava Uchopovačů – vyndání z boxu a převážení	INT
25	0:20:57	Výměna uchopovačů	INT
26	0:01:01	Úklid pojezdného vozíku s vyměněnými uchopovači	INT
27	0:02:36	Nastavení Flada	INT
28	0:01:55	Umístění Středový vodící oblouk zadní	INT
29	0:01:23	Umístění Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	INT
30	0:01:06	Umístění Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	INT
31	0:00:25	Umístění Středový vodící oblouk přední	INT
32	0:01:14	Vyjmutí Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	INT
33	0:02:05	Umístění Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	INT
34	0:02:59	Umístění Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	INT
35	0:01:51	Umístění Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	INT
36	0:00:36	Umístění Vodící oblouk	INT
37	0:00:43	Umístění Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	INT
38	0:02:04	Umístění Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	INT
39	0:01:15	Umístění Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	INT

40	0:01:13	Umístění Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	INT
41	0:00:27	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	INT
42	0:01:28	Umístění Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	INT
43	0:00:39	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	INT
44	0:01:24	Umístění Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
45	0:00:45	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
46	0:00:55	Převezení prázdného stojanu na díly na skladovací místo	INT
47	0:01:22	Nastavení proplachu – mistr dává pokyny přes telefon	INT
48	0:06:46	Automatizovaný proplach	INT
49	0:02:45	Náběh výroby – kontrola kvality mistrem	INT

Analýza přestavby Plniče – 2. měření

Detailní popis jednotlivých činností ze druhého měření přestavby plniče, které jsou rozloženy do více než 700 úkonů, je zapsán v Excelu, viz. Příloha č. 5 - Analýza 2. měření přestavby Plniče. Na diagramu (Obr. 24) jsou činnosti zařazené do určitého omezeného počtu kategorií, jež dovolují přehledně prozkoumat aktuální situaci přestavby. Diagram obsahuje také abnormality, kvůli podání co nejrealističtějších informací.



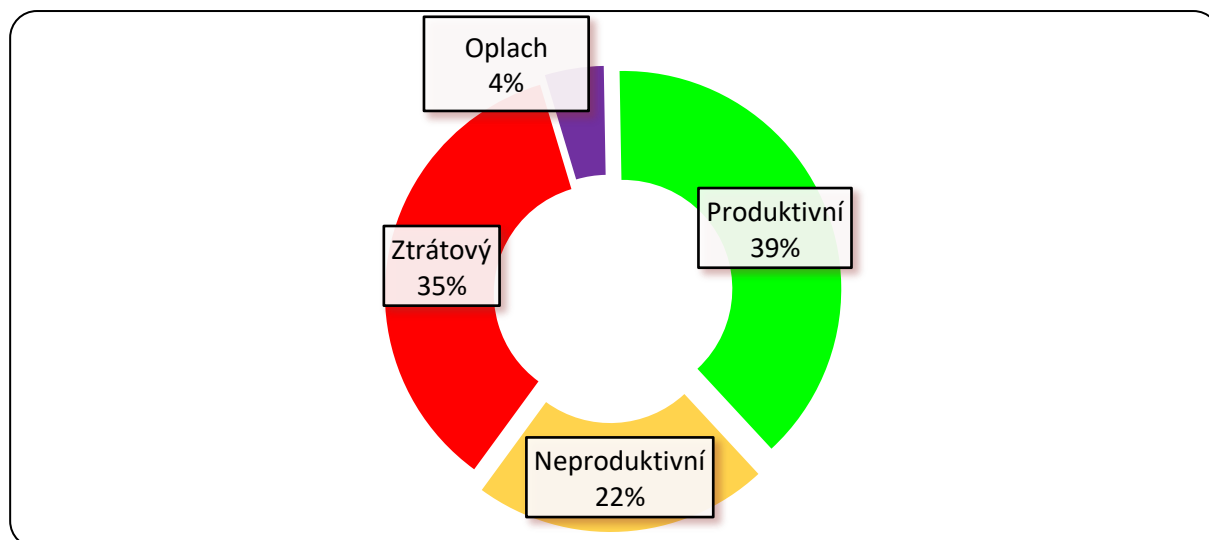
Obr. 24: Roztříděné činnosti přestavby Plniče - 2. měření

Mimo procentuální zastoupení je důležitá i časová hodnota trvání jednotlivých kategorií činností. Stav včetně procent a časů zobrazuje tabulka (Tab. 10).

Tab. 10: Procentuální zastoupení činností přestavby Plniče – 2. měření

	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:02:15	1,45%
Vyjímání a povolování	0:23:26	15,12%
Umísťování a utahování	0:25:44	16,61%
Práce na PLC	0:04:59	3,22%
Ovladač a Pedál	0:05:20	3,44%
Chůze s díly	0:08:28	5,46%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:11:16	7,27%
Hledání	0:00:13	0,14%
Kontrola + náběh výroby	0:04:21	2,81%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:07:27	4,81%
Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:36:10	23,34%
Ztráta osobní	0:18:33	11,97%
Automatizovaný proplach	0:06:46	4,37%
Celkem	2:34:58	

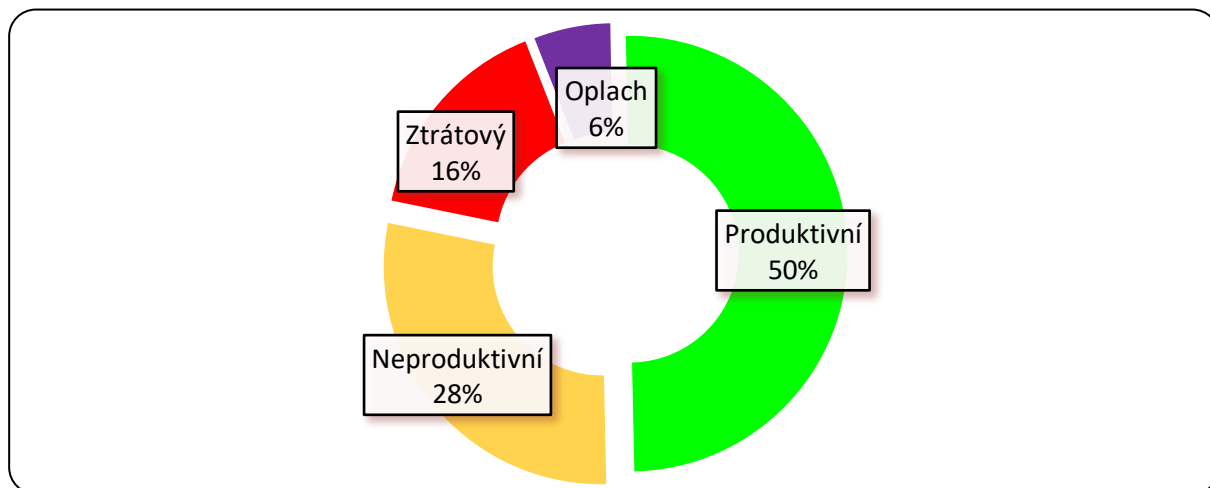
Procentuální zastoupení produktivních, neproduktivních, ztrátových a automatizovaných činností, jakožto součty časů příslušných kategorií, je znázorněno na Obr. 25.



Obr. 25: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Plniče - 2. měření

Analýza celkové přestavby bez započítání abnormalit

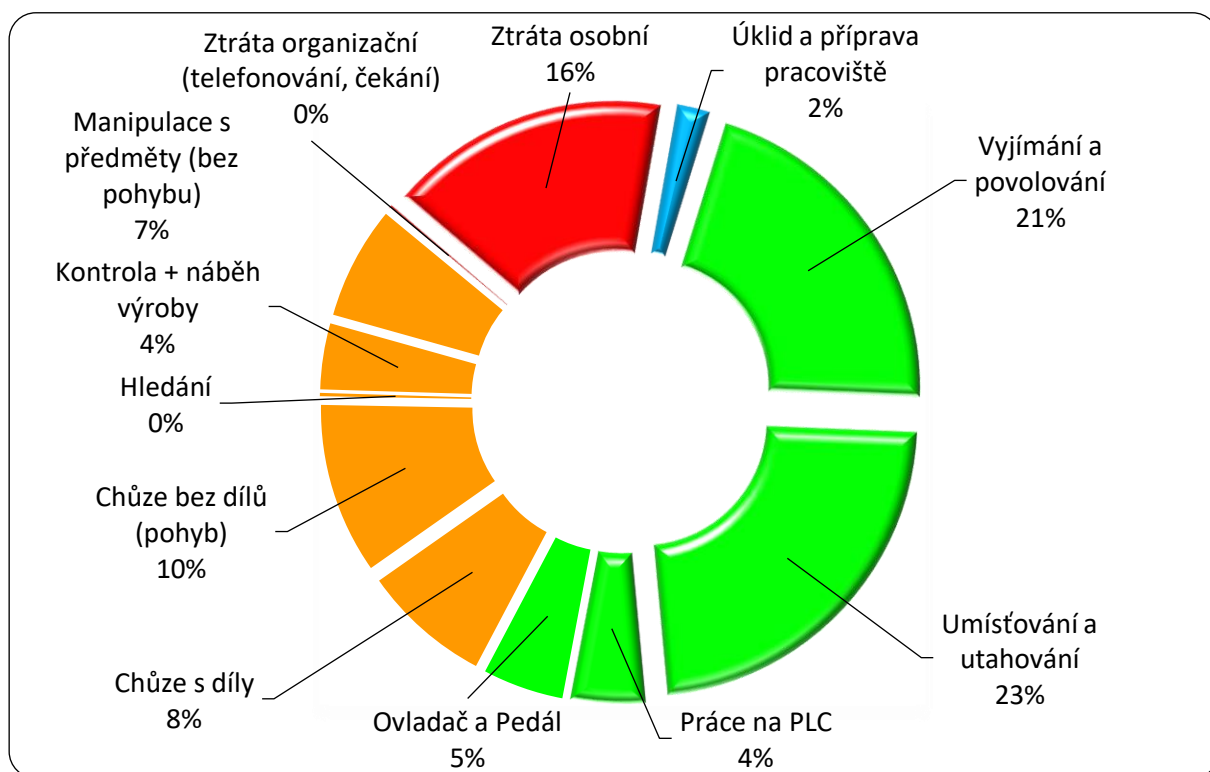
Vyhodnocení měření bez započítání abnormalit. Operátor se během svého počínání dopustil velké řady osobních chyb, které jsou v diagramu (Obr. 26) započítány jako osobní ztráty. Podrobněji viz. Příloha č. 6 - Analýza 2. měření přestavby Plniče bez abnormalit.



Obr. 26: Podíl produktivních a neproduktivních činností bez abnormalit - 2. měření Plniče

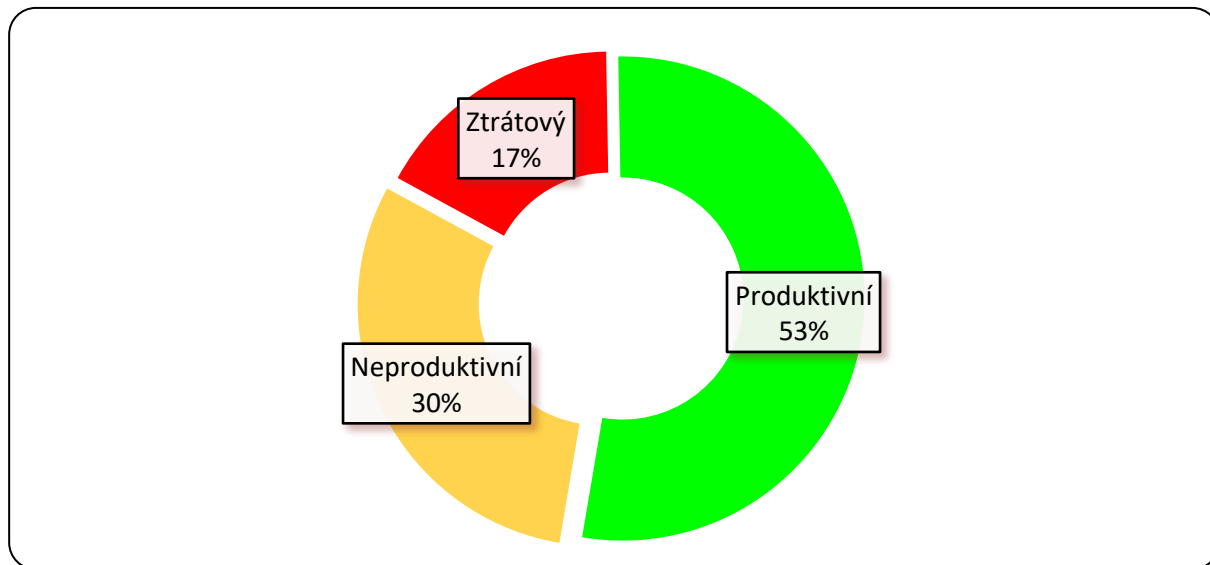
Analýza pouze práce operátora bez započítání abnormalit

Na Obr. 27 jsou vyhodnoceny pouze činnosti operátora. Diagram je důležitý pro zkoumání práce operátora a aby podle něj mohlo být vytvořeno náležité zlepšení a zefektivnění, jelikož automatizované činnosti nelze kvůli hygienickým zásadám upravovat. Detailní zápis činností viz. Příloha č. 7 - Analýza 2. měření práce operátora při přestavbě Plniče bez abnormalit.



Obr. 27: Roztříděné činnosti operátora bez abnormalit - 2. měření přestavby Plniče

Na obrázku Obr. 28 je znázorněn diagram se seskupenými kategoriemi pro jasné znázornění celkových produktivních, neproduktivních a ztrátových činností.



Obr. 28: Podíl produktivních činností operátora - 2. měření přestavby Plniče bez abnormalit

4.4.3 Třetí měření

Operátor třetí přestavby je velmi zkušený, tudíž během přestavby sám zapříčinil jen málo časových ztrát. Přestavba probíhala z důvodu přechodu z lahve velikost 0,33 litru Pilsner Urquell na lahev velikost 0,5 litru Pilsner Urquell. Automatizovaná činnost doprovázející přestavbu je v tomto případě Oplach.

Popis průběhu třetího měření

Průběh přestavby byl velmi podobný průběhu prvního měření. Před začátkem přestavby byly připraveny stojany s novými formátovými díly a v zadní části Rinseru byly připravené Uchopovače a také pojízdný stolek s plechovými boxy. Přestavba proběhla dle Tab. 11. Operátor se dopustil chyby při zbytečném hledání dílu a chůzi na místo pro skladování stojanů, převážením boxů s uchopovači po jednom, ne najednou a nepoužitím palice při výměně jednoho z hůře umístitelných dílů, což vyústilo v nárůst času potřebného pro výměnu dílu.

Zkrácený zápis činností během přestavby Plniče – 3. měření

Dále v textu je tabulka (Tab. 11) s délkou trvání jednotlivých činností, popisem a rozlišením na externí a interní činnosti. Důležité je zmínit, že zkrácený (blokový) zápis činností neobsahuje organizační ztráty, tedy ztráty, které nezpůsobil sám operátor.

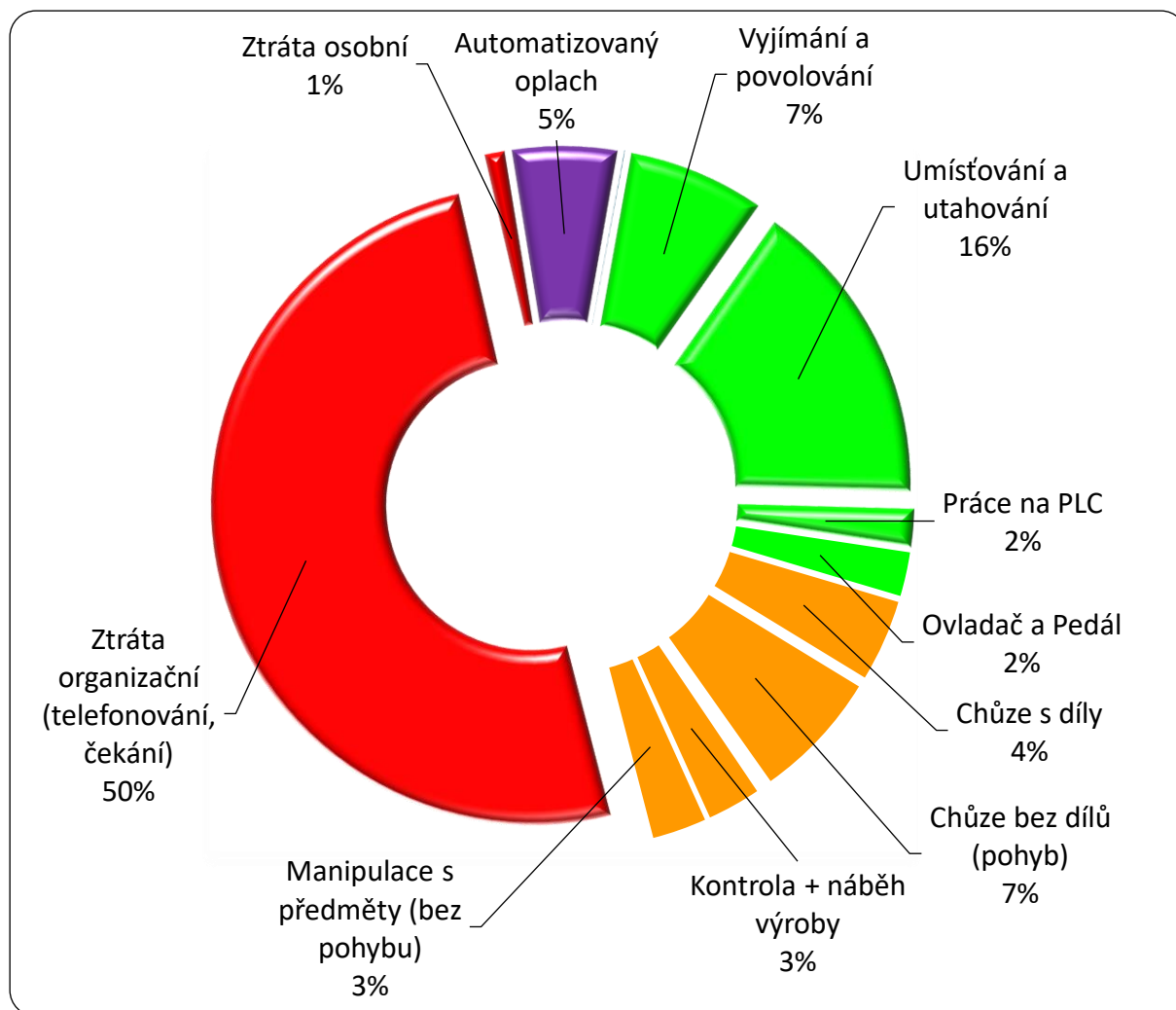
Tab. 11: Zkrácený zápis činností při třetí přestavbě

č.	Trvání [h:min:s]	Činnost	INT / EXT
1	0:01:10	Příprava stojanu s novými formátovými díly	EXT
2	0:01:40	Příprava pojízdného stolku s plechovými boxy a novými uchopovači	EXT
3	0:00:47	Příprava před začátkem přestavby	INT

4	0:00:19	Vyjmutí Středový vodící oblouk přední	INT
5	0:00:39	Vyjmutí Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	INT
6	0:00:37	Vyjmutí Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	INT
7	0:00:58	Vyjmutí Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví	INT
8	0:00:58	Umístění Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	INT
9	0:01:13	Nastavení šířky průchodu lahví na vstupu	INT
10	0:00:19	Vyjmutí Vodící oblouk	INT
11	0:00:31	Vyjmutí Středový vodící oblouk zadní	INT
12	0:01:09	Vyjmutí Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	INT
13	0:00:22	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	INT
14	0:00:10	Vyjmutí Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	INT
15	0:01:25	Vyjmutí Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	INT
16	0:01:06	Umístění Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	INT
17	0:00:25	Vyjmutí Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	INT
18	0:01:04	Vyjmutí Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	INT
19	0:00:25	Vyjmutí Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	INT
20	0:00:37	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
21	0:00:51	Vyjmutí Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
22	0:00:50	Vyjmutí Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	INT
23	0:00:23	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	INT
24	0:00:30	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	INT
25	0:00:37	Hledání dílů a chůze na místo skladování stojanů	INT
26	0:01:10	Vyjmutí Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	INT
27	0:00:38	Umístění Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	INT
28	0:01:53	Změna parametrů a výšky na PLC	INT
29	0:15:22	Výměna uchopovačů	INT
30	0:01:23	Převážení boxů s Uchopovači postupně	INT
31	0:00:56	Nastavení Flada	INT
32	0:01:21	Umístění Středový vodící oblouk zadní	INT
33	0:01:03	Kladivo použije až později pro výměnu dílu – časová ztráta	INT
34	0:00:53	Umístění Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	INT
35	0:00:45	Umístění Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	INT
36	0:01:57	Umístění Středový vodící oblouk přední	INT
37	0:00:55	Umístění Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	INT
38	0:00:34	Umístění Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	INT
39	0:00:59	Umístění Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	INT
40	0:00:59	Umístění Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	INT
41	0:00:48	Umístění Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
42	0:00:38	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	INT
43	0:00:21	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	INT
44	0:00:21	Umístění Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	INT
45	0:01:24	Umístění Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	INT
46	0:00:34	Umístění Vodící oblouk	INT
47	0:00:20	Nastavení spuštění automatizovaného oplachu na PLC	INT
48	0:07:00	Automatizovaný oplach pomocí PLC	INT
49	0:02:45	Náběh první lahve + kontrola kvality mistrem	INT
50	0:01:52	Umytí vyjmutých dílů na stojanu vodou	EXT
51	0:01:09	Úklid stojanu s vyjmutými díly na místo skladování	EXT

Analýza přestavby Plniče – 3. měření

Detailní popis jednotlivých činností z třetího měření sestává z více než 500ti úkonů, které je možné nalézt v excelu, viz. Příloha č. 8 - Analýza 3. měření přestavby Plniče. Na diagramu (Obr. 29) jsou činnosti zařazené do zjednodušených kategorií. Diagram obsahuje také abnormality, a tedy znázorňuje skutečný průběh přestavby. Je třeba vyzdvihnout, že většinové procento organizačních ztrát je zapříčiněno čekáním na lahve, aby mohl plnič naběhnout a mistr tak zkontrolovat kvalitu piv, což je důležitá činnost pro završení přestavby.



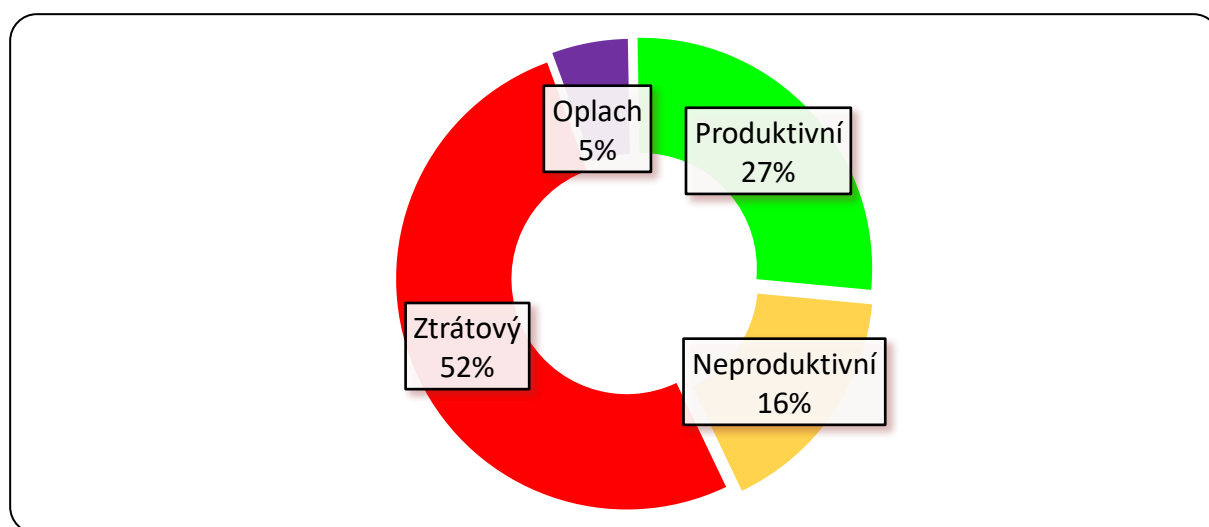
Obr. 29: Roztříděné činnosti přestavby Plniče - 3. měření

Mimo procentuální zastoupení je důležitá i časová hodnota trvání jednotlivých kategorií činností. Stav včetně procent a časů zobrazuje tabulka (Tab. 12).

Tab. 12: Procentuální zastoupení činností přestavby Plniče – 3. měření

	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:00:04	0,05%
Vyjímání a povolování	0:09:03	6,90%
Umísťování a utahování	0:20:37	15,69%
Práce na PLC	0:02:34	1,95%
Ovladač a Pedál	0:02:55	2,22%
Chůze s díly	0:05:25	4,12%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:08:31	6,48%
Hledání	0:00:27	0,34%
Kontrola + náběh výroby	0:03:32	2,69%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:03:35	2,73%
Ztráta organizační (telefonování, čekání)	1:06:14	50,43%
Ztráta osobní	0:01:23	1,05%
Automatizovaný oplach	0:07:00	5,33%
Celkem	2:11:20	

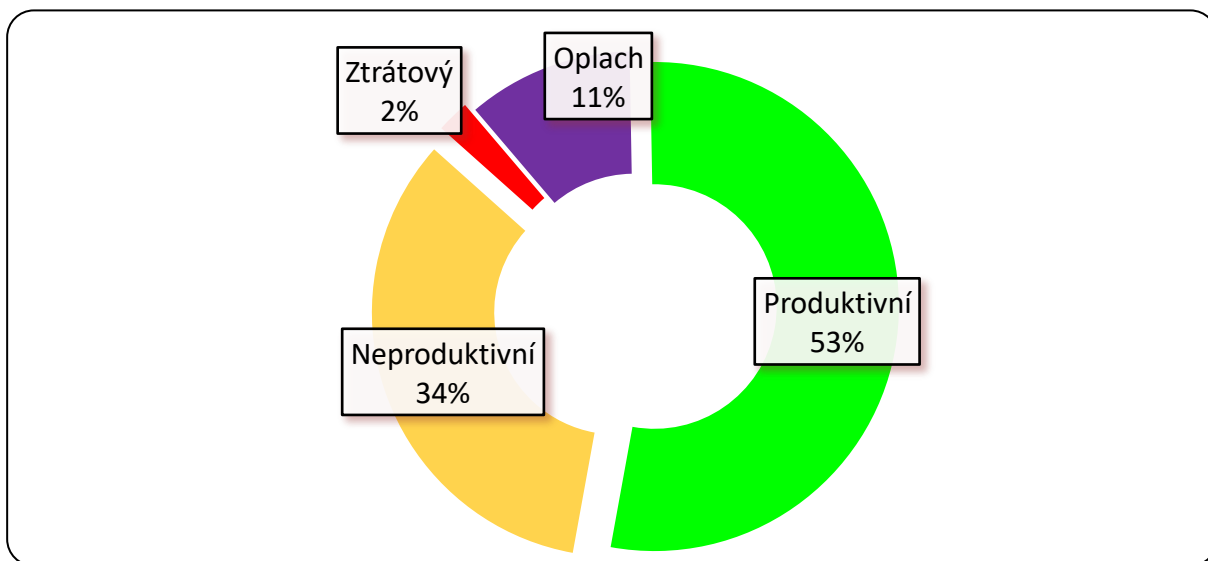
Procentuální zastoupení produktivních, neproduktivních, ztrátových a automatizovaných činností, jakožto součty časů příslušných kategorií, je znázorněno na Obr. 30.



Obr. 30: Podíl produktivních a neproduktivních činností na přestavbě Plniče - 3. měření

Analýza celkové přestavby bez započítání abnormalit

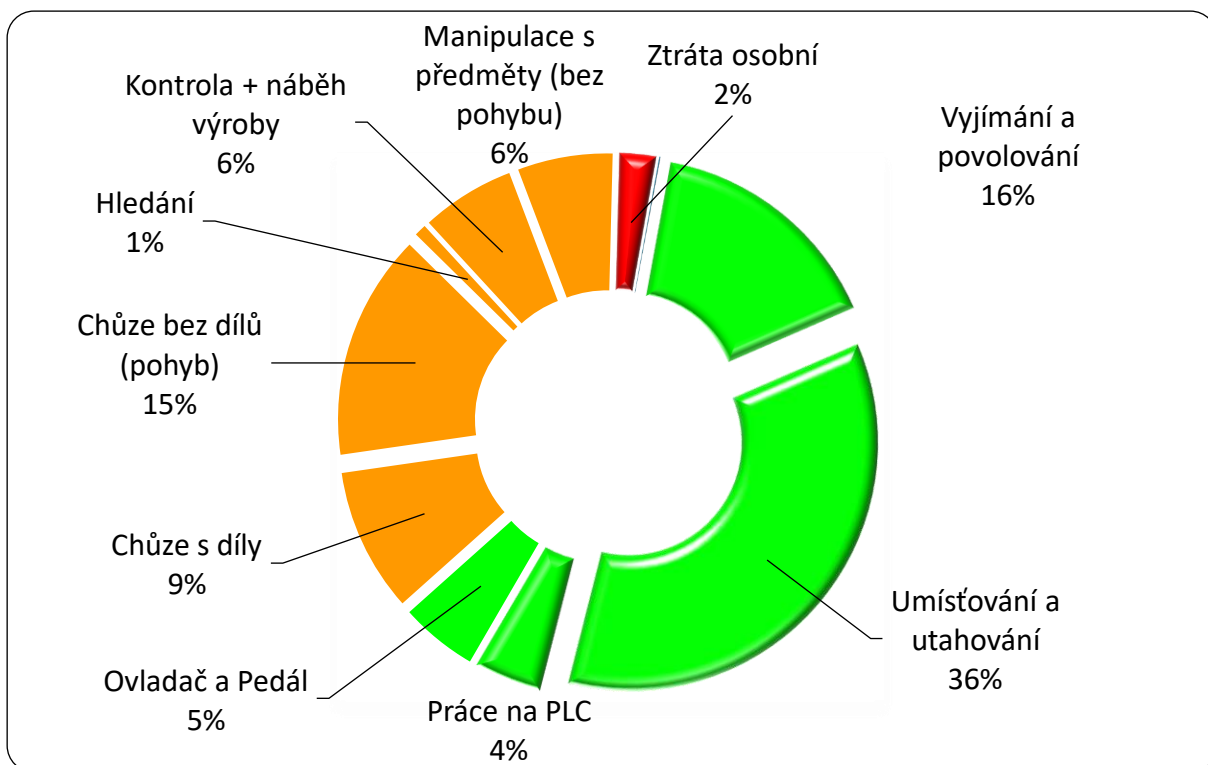
V této části je vyhodnoceno měření bez započítání abnormalit (Obr. 31). Je možné pozorovat extrémní snížení procentuálního zastoupení ztrátových činností, a to vlivem odstranění doby čekání na lahve (Příloha č. 9 - Analýza 3. měření přestavby Plniče bez abnormalit).



Obr. 31: Podíl produktivních a neproduktivních činností bez abnormalit - 3. měření Plniče

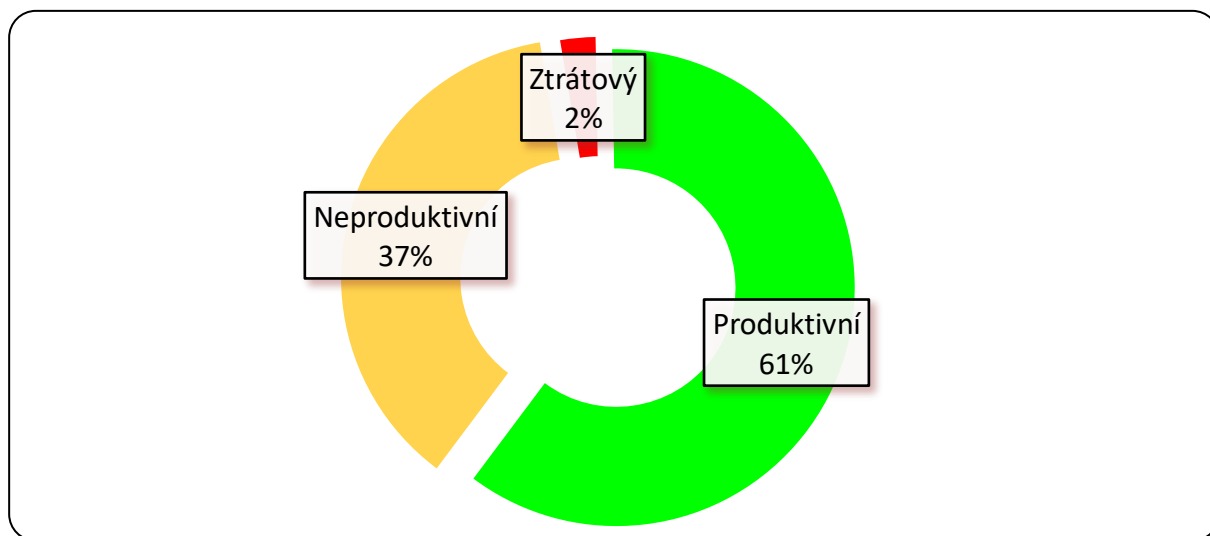
Analýza pouze práce operátora bez započítání abnormalit

Vyhodnocení činností operátora bez abnormalit a času automatizovaného procesu (Obr. 32) vede k poznání a hodnocení přidané hodnoty pracovníka. Detailní popis viz. Příloha č. 10 - Analýza 3. měření práce operátora při přestavbě Plniče bez abnormalit



Obr. 32: Roztříděné činnosti operátora bez abnormalit - 3. měření přestavby Plniče

Na Obr. 33 je znázorněn diagram se seskupenými kategoriemi pro jasné znázornění celkových produktivních, neproduktivních a ztrátových činností při 3. měření přestavby. Diagram zachycuje pouze práci samotného operátora bez výskytu abnormalit.



Obr. 33: Podíl produktivních činností operátora - 3. měření přestavby Plniče bez abnormalit

4.4.4 Porovnání měření

V této podkapitole budou porovnány jednotlivá měření mezi sebou. Nejprve se porovnají první a třetí měření, tedy ta, ve kterých přestavbu vykonávali dva rozdílní zkušení operátoři. Následně bude porovnán průměrný čas prvního a třetího měření s měřením druhým, kvůli zdůraznění velkého časového rozdílu mezi zkušeným a nezkušeným pracovníkem při vykonávání přestavby.

Před začátkem srovnávání je třeba zmínit tři důležité věci.

- 1) Mezi operátory, kteří se účastnili jednotlivých přestaveb, je zkušenostní rozdíl. Operátoři přítomní u první a třetí přestavby jsou v Plzeňském Prazdroji dlouhodobě zaměstnáni a sami si tak přišli na způsob, jak přestavbu vykonávat velmi rychle. Na druhou stranu operátor druhé přestavby je nezkušený, přestavbu vykonal zatím jen párkrát.
- 2) Druhá přestavba probíhala jinak. Aby bylo možné měření porovnat, proběhly úpravy druhého měření a to tak, že byl automatizovaný oplach nahrazen pěnováním a také se vynechala celá výměna víček.
- 3) U třetí přestavby proběhl pouze Oplach. Pro srovnání bude Oplach nahrazen Pěnováním, a to z důvodu, že pěnování je standardním procesem.

Výsledným srovnáním je zjištěno, v jakém pořadí jsou činnosti vykonávány jednotlivými operátory, viz. Příloha č. 1 – Analýzy přestaveb a standardizace. Pořadí činností je také možné nalézt ve zkráceném zápisu v kapitolách příslušících jednotlivým analýzám měření. Z porovnání pořadí činností je zjištěno, že pevně nezáleží na pořadí vyjímání a umístování formátových dílů, jelikož to každý operátor vykonával v trochu jiném sledu. Časová náročnost činností v podání každého z operátorů bude probrána v následujícím textu.

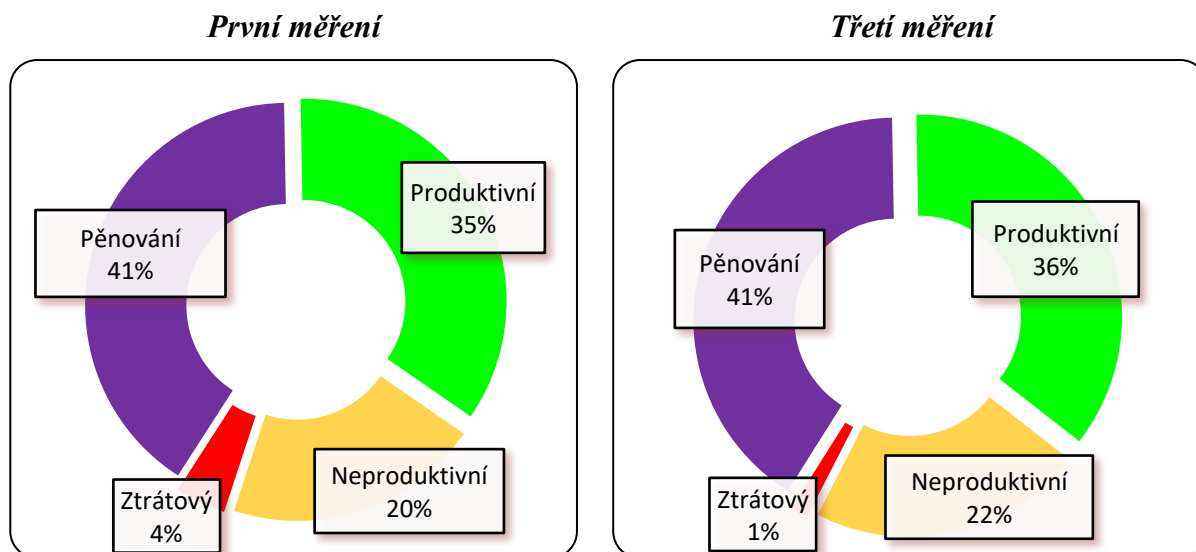
Porovnání měření zkušených operátorů bez abnormalit

Pro porovnání dvou měření zkušených operátorů byla vytvořena tabulka (Tab. 13) s procentuálním a sumárním časovým zastoupením důležitých kategorií činností. Jak je možné vysledovat, efektivita obou operátorů je téměř srovnatelná.

Tab. 13: Porovnání délek časů činností přestavby Plniče – zkušební operátoři

První měření			Třetí měření		
	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení		Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:00:13	0,22%	Úklid a příprava pracoviště	0:00:04	0,07%
Vyjímání a povolování	0:08:18	8,43%	Vyjímání a povolování	0:09:03	9,23%
Umístování a utahování	0:19:56	20,24%	Umístování a utahování	0:20:37	21,01%
Práce na PLC	0:02:51	2,89%	Práce na PLC	0:02:34	2,62%
Ovladač a Pedál	0:03:18	3,35%	Ovladač a Pedál	0:02:55	2,97%
Chůze s díly	0:04:43	4,79%	Chůze s díly	0:05:25	5,52%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:07:33	7,67%	Chůze bez dílů (pohyb)	0:08:31	8,68%
Hledání	0:00:16	0,27%	Hledání	0:00:27	0,46%
Kontrola + náběh výroby	0:03:35	3,64%	Kontrola + náběh výroby	0:03:32	3,60%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:03:47	3,84%	Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:03:35	3,65%
Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:03:36	3,66%	Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:00:00	0,00%
Ztráta osobní	0:00:23	0,39%	Ztráta osobní	0:01:23	1,41%
Automatizované pěnování	0:40:00	40,62%	Automatizované pěnování	0:40:00	40,77%
Celkem	1:38:29		Celkem	1:38:06	

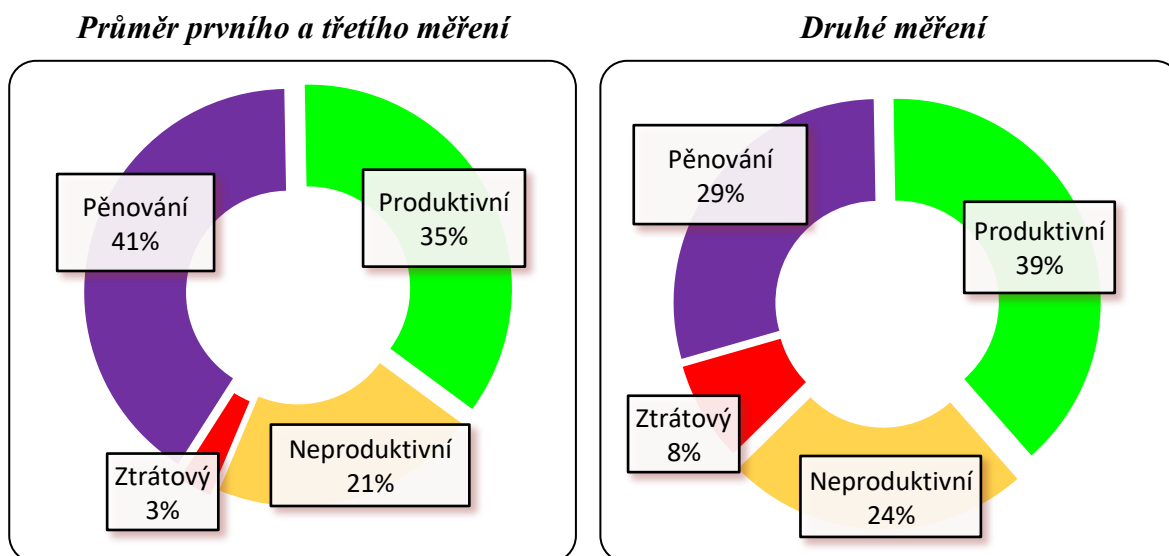
Na Obr. 34 je porovnání celkových produktivních, neproduktivních, ztrátových a automatizovaných činností zkušených operátorů. Výsledky pouze ukazují na to, že oba operátoři dosáhli zřejmě pomyslné hranice toho, jak dobře a efektivně je možné přestavbu Plniče vykonávat. Již z měření bylo vyzorováno, že i při eliminaci drobných osobních ztrát operátora je potenciál pro zlepšení či zrychlení přestavby Plniče, za současné přítomnosti jednoho jediného operátora, minimální.



Obr. 34: Porovnání produktivních a neproduktivních činností při prvním a třetím měření

Porovnání zprůměrovaného měření zkušených operátorů s nezkušeným bez abnormalit

Na Obr. 35 je srovnáno procentuální zastoupení produktivních a neproduktivních činností zkušených operátorů (průměrné časy činností prvního a třetího měření) s operátorem nezkušeným (druhé měření) při přestavbě Plniče.



Obr. 35: Porovnání produktivních a neproduktivních činností zkušeného a nezkušeného operátora

Na první pohled by mohl být učiněn závěr, že postup a výkon operátora při druhém měření je produktivnější. Tento fakt je však zkreslen pouhým zaměřením se na procentuální zastoupení činností. Jakmile je však každý z barevně odlišených sektorů na Obr. 35 rozpracován více do hloubky, vyjde najevo skutečnost.

Procentuální zastoupení činností sice znázorňuje druhé měření jako produktivnější, avšak celkový čas, který se v těchto procentech skrývá, už nikoliv. Ve srovnávací tabulce (Tab. 14) je vidět enormní rozdíl v délce trvání činností mezi dlouhodobě zručným a nezkušeným operátorem.

Tab. 14: Porovnání délek časů činností zkušeného a nezkušeného operátora

<i>Průměr prvního a třetího měření</i>			<i>Druhé měření</i>		
	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení		Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:00:09	0,15%	Úklid a příprava pracoviště	0:02:12	1,60%
Vyjímání a povolování	0:08:41	8,83%	Vyjímání a povolování	0:17:44	12,93%
Umíst'ování a utahování	0:20:17	20,62%	Umíst'ování a utahování	0:25:19	18,46%
Práce na PLC	0:02:43	2,76%	Práce na PLC	0:04:50	3,52%
Ovladač a Pedál	0:03:07	3,17%	Ovladač a Pedál	0:05:20	3,89%
Chůze s díly	0:05:04	5,15%	Chůze s díly	0:08:08	5,93%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:08:02	8,17%	Chůze bez dílů (pohyb)	0:10:44	7,83%
Hledání	0:00:22	0,37%	Hledání	0:00:13	0,16%
Kontrola + náběh výroby	0:03:34	3,63%	Kontrola + náběh výroby	0:04:21	3,17%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:03:41	3,75%	Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:07:24	5,40%
Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:01:48	1,83%	Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:00:19	0,23%
Ztráta osobní	0:00:53	0,90%	Ztráta osobní	0:10:33	7,69%
Automatizované pěnování	0:40:00	40,67%	Automatizované pěnování	0:40:00	29,17%
Celkem	1:38:21		Celkem	2:17:07	

Největší časový rozdíl, více než dvojnásobný, je u souhrnu činností Vyjímání a povolování. Dále je patrný značný časový rozdíl v činnostech Umíst'ování a utahování nebo také při manipulaci s předměty. Tím největším problémem je samozřejmě osobní ztráta nezkušeného operátora při druhém měření. Nalezení problému, odhalení jejich příčin a vyhotovení nápravných opatření vůči neefektivně vykonávaných činnostem, bude detailně popsáno v kapitole Identifikace plýtvání a návrhy na zlepšení.

Vzájemné srovnání všech měření

Tabulka (Tab. 15) vizualizuje porovnání časů jednotlivých činností. Zde je možné jednoznačně učinit závěr. Nezkušený operátor přestavbu vykoná s výrazně vyšším časem, který způsobuje snížení efektivnosti výroby. Časový rozdíl přestavby mezi zkušeným a nezkušeným operátorem je téměř 40 minut. Těchto 40 minut se již mohlo vyrábět. Při jednoduchém přepočtu na lahve je to ztráta téměř 40 000 kusů výrobků jen kvůli nedostatečnému tréninku operátora.

Tab. 15: Vzájemné porovnání všech měření přestavby Plniče

	<i>První</i>		<i>Druhé</i>		<i>Třetí</i>	
	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení	Čas [h:min:s]	Procentuální zastoupení
Úklid a příprava pracoviště	0:00:13	0,22%	0:02:12	1,60%	0:00:04	0,07%
Vyjímání a povolování	0:08:18	8,43%	0:17:44	12,93%	0:09:03	9,23%
Umísťování a utahování	0:19:56	20,24%	0:25:19	18,46%	0:20:37	21,01%
Práce na PLC	0:02:51	2,89%	0:04:50	3,52%	0:02:34	2,62%
Ovladač a Pedál	0:03:18	3,35%	0:05:20	3,89%	0:02:55	2,97%
Chůze s díly	0:04:43	4,79%	0:08:08	5,93%	0:05:25	5,52%
Chůze bez dílů (pohyb)	0:07:33	7,67%	0:10:44	7,83%	0:08:31	8,68%
Hledání	0:00:16	0,27%	0:00:13	0,16%	0:00:27	0,46%
Kontrola + náběh výroby	0:03:35	3,64%	0:04:21	3,17%	0:03:32	3,60%
Manipulace s předměty (bez pohybu)	0:03:47	3,84%	0:07:24	5,40%	0:03:35	3,65%
Ztráta organizační (telefonování, čekání)	0:03:36	3,66%	0:00:19	0,23%	0:00:00	0,00%
Ztráta osobní	0:00:23	0,39%	0:10:33	7,69%	0:01:23	1,41%
Automatizované pěnování	0:40:00	40,62%	0:40:00	29,17%	0:40:00	40,77%
Celkem	1:38:29		2:17:07		1:38:06	

4.5 Vkladač

Pracoviště Vkladače je velmi podobné pracovišti Vykladače. Můžeme říct, že funguje přesně obráceně. Naplněné a etiketované lahve dorazí na Vkladač z pracoviště Etiketovaček. Robot pomocí speciálních zvonů uchopí lahve, které se nachází na destičkovém dopravníku a vloží je do přepravek. Při jedné operaci tak přesune 160 kusů lahví velikosti 0,5 litru nebo 192 kusů lahví velikosti 0,33 litru, v každém případě tím naplní 8 přepravek.

Průběh přestavby vkladače

Vzhledem k tomu, že je Vkladač téměř totožný s vykladačem, tak i přestavba probíhá téměř stejně. Operátor navolí změnu programu na PLC a zahájí tak automatizovanou přestavbu. Robot vrátí do zásobníku momentálně nasazený nástroj a zajistí si nástroj nový. Když je výměna hotová, operátor potvrdí dokončení přestavby na PLC. Během automatizované části přestavby by měl být operátor přítomen a dohlížet na správný průběh. Pokud by se něco pokazilo, musí ihned zareagovat. Po dokončení přestavby musí ještě operátor vyndat zbylé prázdné bedny a umýt prostory stroje. Průběh přestavby včetně časové náročnosti je zachycen v Tab. 16.

Tab. 16: Časová náročnost a popis přestavby Vkladače

č.	Čas od [h:min:s]	Čas do [h:min:s]	Trvání [h:min:s]	Činnost
1	0:00:00	0:00:38	0:00:38	Práce na PLC – zahájení přestavby
2	0:00:38	0:07:50	0:07:12	Automatická přestavba – operátor dohlíží
3	0:07:50	0:07:59	0:00:09	Práce na PLC pro pokračování přestavby
4	0:07:59	0:08:02	0:00:03	Dokončení přestavby
5	0:08:02	0:21:00	0:12:58	Vyndávání beden a čištění prostorů stroje

Jakmile je proces na Vkladači během výrobního procesu dokončen a lahve jsou uloženy do přepravek, tak se přepravky plné hotových výrobků přesunou po válečkovém dopravníku na pracoviště Paletizace.

4.6 Paletizace

Pracoviště Paletizace vykonává přesně opačnou operaci než pracoviště Depaletizace. Zde se přepravky s produkty přesunou pomocí robota na paletu. Robot skládá přepravky na paletu po vrstvách, dokud není paleta plná. Během jedné své operace přesune najednou 8 přepravek z dopravníku na paletu.

Pracoviště je plně automatizované. V blízkosti však musí být jeden operátor, který vykonává funkci kontrolora.

Průběh přestavby pracoviště paletizace

Přenasazení pracoviště na nový typ výrobku je stejně snadné a rychlé, jako na pracovišti Depaletizace. Operátor na PLC nastaví správný program pro nový typ sortimentu a tím seřizování pracoviště po jedné minutě končí.

Z pracoviště Paletizace se plně naložené palety přesouvají na poslední pracoviště, a tím je Ovinovačka. Pracoviště Ovinovačky slouží k obalení naložené palety fólií. Z hlediska průběhu přestaveb ani pro obsahovou stránku práce není pracoviště Ovinovačky podstatné, tudíž mu nebude věnována bližší pozornost.

4.7 Ostatní pracoviště

Na výrobní lince se nachází několik pracovišť, které nejsou úplnou součástí výrobní linky RB. Jedná se o pracoviště Třídění lahví a Zásobník beden. V práci jsou pracoviště zmíněna, jelikož nejsou přímou součástí přestaveb, ale na celkovou organizaci přestavby linky mají vliv. Důležitost těchto pracovišť bude postupně rozpracována v textu.

Pracoviště Třídění lahví

Pracoviště je zaměřené pouze a jen na manuální třídění lahví. Skladník ze skladu naváží použité lahve, které se vrací od zákazníků. Vrácené lahve mohou být od jiných výrobců, z toho důvodu je operátoři musí roztřídit. Lahve, které vyrobila společnost Plzeňský Prazdroj se ponechají a vrací se do výroby, ne však přímo na výrobní linku.

Pracoviště disponuje pracovní silou tří externích operátorů. Externí je v tomto případě myšleno, že pracovníci pocházejí z jiné společnosti. Přestavba zde za žádných okolností neprobíhá.

Zásobník přepravek

Zásobník přepravek je určen ke skladování přepravek, jenž se prázdné vrací z pracoviště Vykladače. Zároveň zásobuje linku přepravkami, které jsou dále využity na pracovišti Vkladače.

Zásobník na přepravky je automatizovaný a nemusí jej obsluhovat žádný operátor. Disponuje kapacitou 440 přepravek. Během přestaveb zásobuje Vkladač a většinou tím i vyčerpá velkou část svých zásob.

4.8 Výrobní linka RB jako celek

V této podkapitole bude popsána organizace přestavby, nikoli však v rámci jednotlivých pracovišť, ale v rámci celé výrobní linky a návaznosti jednotlivých pracovišť. Bude zde popsán vliv pracovišť na pracoviště druhá a úskalí, která plynou z jejich přímé návaznosti.

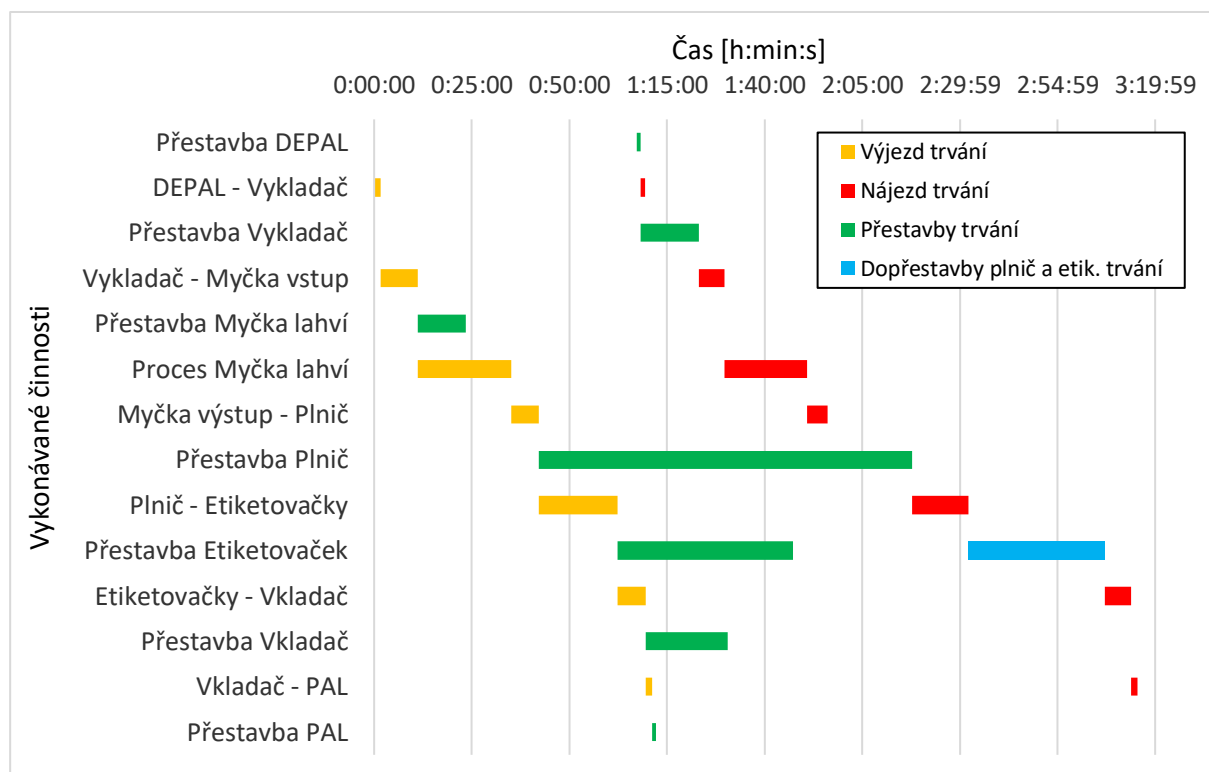
Průběh přestavby linky

Výrobní linka RB se přestavuje postupně. Na většině pracovištích započne přestavba ihned, jakmile poslední lahev projde operací na daném místě. Postup přestavby v rámci celé linky je následovný:

1. Na vstupu linky se přestanou dodávat přepravky s lahvemi. Nyní budou vstupovat jen prázdné přepravky. Depaletizace tedy bude stále pracovat (ještě se nezačne přestavovat), avšak pouze s prázdnými přepravkami, které stále vkládá na dopravník.
2. Pracoviště Vykladače pracuje do té doby, než přijede poslední přepravka s lahvemi. Jakmile ji obslouží, tak se stroj zastaví. Prázdné přepravky však stále kolují na dopravníku skrz Vykladač. Stroj není možné z důvodu bezpečnosti začít přestavovat, jelikož jsou na dopravníku přítomny prázdné bedny, které se neustále dopravují do Zásobníku přepravek a díky tomu je možné zásobovat Vkladač.
3. Začne přestavba Myčky lahví. Než se lahve dostanou z Myčky až k Plniči, tak je pracoviště přestaveno.
4. Následuje přestavba Plniče, která je ze všech nejdelší.
5. Lahve dále projedou Ohříváčem (pracoviště se nepřestavuje) až k Etiketovačkám. Přestavba Etiketovaček začne okamžitě po projetí poslední lahve.
6. Když na dopravníku zbývá množství lahví, jež je možné pokrýt kapacitou přepravek v Zásobníku, pak přestane pracoviště Depaletizace vkládat prázdné bedny, zastaví se, a teprve nyní se začne přestavovat.
7. Stejně tak pracoviště Vykladače. Začne se přestavovat, když kapacita zásobníku na přepravky pokryje zbylý počet lahví na dopravníku a Vykladačem projede poslední prázdná přepravka na lahve, které byla ještě vyslána z Depaletizace.
8. Po vložení poslední lahve z dopravníku do přepravky se začne přestavovat pracoviště Vkladače.
9. Jakmile je přesunuta poslední přepravka s hotovými výrobky na paletu, může se začít s přestavbou Paletizace
10. Nakonec, když je poslední paleta olepena fólií, tak operátor změní program na Ovinovače.

Hodnocení efektivity přestavby bude prováděno na základě kritéria doby nájezdu linky. Doba nájezdu je definována pro potřeby práce jako doba mezi posledním vyjetým původním hotovým výrobkem a prvním novým hotovým výrobkem, vztaženo k pracovišti Paletizace.

Pro lepší náhled do prováděných činností a návazností přestaveb či nájezdů byl vytvořen Ganttův diagram (Obr. 36). V práci je pro přehlednost zobrazen pouze Ganttův diagram, avšak v příloze (Příloha č. 11 - Průběh nájezdu výrobní linky a vyhodnocení zlepšení) je kompletní výpis přesně stanovených časů začátků a konců jednotlivých činností, které jsou v rámci přestaveb vykonávány.



Obr. 36: Gantt – současný průběh přestavby a nájezdu linky

Z uvedeného diagramu (Obr. 36) je pro sledování efektivity důležitý rozdíl mezi konečným časem výjezdu Vkladač – Pal a nájezdu Vkladač – Pal, právě tento rozdíl určuje dobu nájezdu či náběhu. **Doba náběhu** v současném stavu trvá **2 hodiny a 4 minuty**.

5 Identifikace plýtvání a návrhy na zlepšení

Kapitola je zaměřena na odhalení příčin časových ztrát a neefektivních činností prováděných operátory jak v rámci jednotlivých pracovišť, tak i celkové organizace přestavby stáček výrobní linky RB. Výstupem práce je samozřejmě předložení návrhů na zlepšení postupu přestavby a popsání řešení aktuálních nedostatků.

5.1 Identifikace plýtvání

Text o identifikaci plýtvání se zabývá nejprve samostatným pracovištěm Plniče a následně také identifikací úzkých míst v rámci celkové organizace přestavby výrobní linky RB.

Myčka lahví

Během analýzy přestavby bylo zjištěno, že doba přestavby Myčky lahví, tak jak nyní probíhá (doba přestavby myčky bez abnormalit 12 minut a 17 sekund), nemá vliv na celkovou dobu přestavby linky.

Důvodem pro snížení času přestavby Myčky lahví byla možnost využití operátora při přestavbě Plniče. Po předložení návrhu vedení společnosti byla však získána informace, že operátor jde po přestavbě, nehledě na to, jak dlouho trvá, na svačinovou pauzu a není tak možné jej využít během přestavby Plniče.

A) Plnič

Nejprve bude popsáno měření druhé, a to z důvodu, že operátor byl nezkušený a celkový průběh přestavby méně efektivní. V pozdější fázi textu bude brán průměr prvního a třetího měření jako základ pro návrhy na zlepšení.

Plýtvání při druhém měření – stručně

Na prvním místě je třeba zmínit nedostatečné zaučení operátora, jenž prováděl přestavbu. Všechny činnosti, které vykonal, byly interního charakteru. Níže je výčet všech interních činností, které by měly probíhat externě, ale proběhly interně. Celková časová náročnost těchto činností je více než 8 minut.

- Příprava stojanu s novými díly
- Mytí formátových dílů během zastaveného stroje
- Odvážení stojanu se zavěšenými vyjmutými díly
- Příprava uchopovačů
- Převážení pojízdného stolku s uchopovači k rinseru
- Úklid pojízdného stolku s vyjmutými uchopovači
- Převezení prázdného stojanu na díly na místo skladování

Mimo vykonávání činností až po vypnutí stroje se operátor často dlouho zdržel na povolování formátových dílů, jelikož u sebe neměl palici nebo se rozhodl použít palici až po velmi dlouhé době.

Identifikace plýtvání při prvním měření

Zkušený operátor si při prvním měření vedl velmi dobře. Než zastavil stroj, měl vše potřebné připravené. Jedinou viditelnou ztrátou byl úklid pojízdného stolku s vyměněnými uchopovači do skladovacího boxu během zastaveného stroje (činnost operátorovi zabrala 47 sekund).

To, co operátor nemohl ovlivnit, byla poruchovost stroje, který často i v režimu přestavby nereagoval na manuální ovladač. Při některých vzniklých potížích, jako je nemožnost upevnit formátový díl, musel operátor volat zámečníky. Poruchovost stroje i problémy s upevněním dílů jsou označeny jako abnormality, běžně se nestávají.

Identifikace plýtvání při třetím měření

Při třetím měření se operátor nedopustil žádných velkých chyb, které by zapříčinily významné časové ztráty. Za zmínku stojí pouze hledání jednoho z formátových dílů, což bylo vyhodnoceno na necelých 40 sekund časové ztráty a pak také převoz boxů s původními uchopovači do úložné bedny po jednom, nikoli najednou. To je časová ztráta více než 1 minuta.

B) Výrobní linka jako celek

V rámci organizace přestavby výrobní linky RB jako celku, byly nalezeny jisté nedostatky, které snižují efektivitu a prodlužují celkový potřebný čas na provedení přestavby výrobní linky.

Při současném řešení organizace přestaveb je náběh linky ovlivněn především čekáním na několika pracovištích. Nájezd je brzděn čekáním na dokončení přestavby Vykladače, později na dokončení přestavby Plniče a následně na dokončení seřízení Etiketovaček. Výpis časů čekání a také celkového času čekání je v Tab. 17.

Tab. 17: Délky čekání na dokončení přestaveb při nájezdu výroby

	Doba čekání [h:min:s]
Čekání na Vykladači:	0:13:48
Čekání na Plniči:	0:21:38
Čekání na Etiketovačkách:	0:35:00
Čekání celkem:	1:10:26

Z Tab. 17 vyplývá, že je zde potenciál pro zrychlení náběhu výroby linky až o 1 hodinu a 10 minut. Dále budou rozebrány jednotlivé příčiny čekání na Vykladači a Etiketovačkách. Důvod čekání na Plnič je dlouhá doba přestavby Plniče, a to i v případě, že přestavbu vykonává zkušený operátor kompletně bez chyby.

Čekání na dokončení přestavby Vykladače

Důležitý je vzájemný vliv Depaletizace, Vykladače, Zásobníku beden a Vkladače. Kritické místo pro organizování přestavby je hned vpředu u vstupu linky. Pracoviště Vykladače není možné přestavovat okamžitě, jelikož skrze toto pracoviště musí proudit prázdné přepravky z Depaletizace, aby bylo možné pokrýt zbylý počet lahví na lince, a ty se mohly následně na Vkladači vložit do přepravek.

Na lince se sice nachází Zásobník na přepravky, jenže jeho maximální kapacita je 440 přepravek. Tato kapacita nedovoluje při současné organizaci přestavby výrobní linky, aby mohl být Vykladač zastaven a přestavován, jakmile vyloží poslední lahve. Pokud bychom začali přestavovat Vykladač okamžitě, tak by skrze jeho pracoviště nemohly proudit prázdné přepravky, které produkuje pracoviště Depaletizace. Tím by byla linka odkázána na zásobování pracoviště Vkladače pouze aktuálními zásobami v Zásobníku přepravek, které na pokrytí zbylých lahví na dopravníku nestačí.

Uvažujeme-li kapacitu přepravy 20 nebo 24 ks lahví v závislosti na sortimentu a celková kapacita přepravek v plném zásobníku je 440 ks, tak počet lahví, které je možné zásobovat samotným zásobníkem, je 8 800 (při lahvi 0,33 je to 10 560) ks. Při přepočtu na nominální výkon linky 60 000 ks lahví za hodinu se dostáváme k časovému pokrytí 8 minut a 48 sekund (při lahvi 0,33 je to 10 minut 34 sekund) výroby samotným zásobníkem. Problémem zůstává fakt, že počet přepravek zásobníku se kvůli nestálému taktu linky udržuje kolem poloviny maximální kapacity.

Čekání na dokončení seřízení Etiketovaček

Etiketovačky po výměně dílů a nastavení parametrů musí být ještě následně seřizeny. Seřízení je možné vykonávat pouze za přítomnosti lahví z Plniče. Při seřizování operátor nastavuje stroj tak, aby byla etiketa vždy nalepena na lahev správně. Na seřízení jedné Etiketovačky je zapotřebí 100 až 200 ks lahví, které již předtím musel obsloužit Plnič. Pro organizaci přestaveb to tedy znamená, že v současné době musí nejdříve počkat na dokončení přestavby Plniče, následně lahve z Plniče najedou k Etiketovačkám a teprve poté je možné Etiketovačky seřídít, což trvá průměrně 35 minut. Grafické znázornění průběhů časů přestaveb a nájezdů je vizualizováno na Obr. 36 v předchozí kapitole.

5.2 Návrhy na zlepšení

Kapitola je strukturována tak, že na sebe jednotlivá zlepšení navazují, tudíž při rozebírání druhého zlepšení se již počítá s implementací řešení předchozího. Samostatně může fungovat pouze návrh na zlepšení Plniče a ostatní menší návrhy na zlepšení. Implementace samostatných návrhů na zlepšení Vykладаče nebo změny organizace přestavby Plniče v návaznosti na Etiketovačky by nemělo smysl, musí se implementovat zároveň, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku úspor času a navýšení výrobní kapacity. Dále v textu je uvedeno, proč tomu tak je. Jednotlivé návrhy byly předloženy konzultantovi z Plzeňského Prazdroje pro odsouhlasení jejich použitelnosti a možnosti zavedení do praxe.

A) Zlepšení přestavby Plniče

Nejdůležitější je zefektivnění procesu přestavby Plniče. Pro dosažení maximální úspory jsou v textu níže vypsány veškeré možné změny, které by měly vést ke zlepšení výsledků. Některé z uvedených změn není možné časově vyjádřit, proto jsou uvedené pod nadpisem Ostatní.

Návrhy na zlepšení přestavby Plniče

A1) Využít dočasně výpomoc od pracovníka z pracoviště Třídění při přestavbě Plniče, konkrétně při výměně formátových dílů v přední části. Na pracovišti Třídění jsou externisti, kteří se často střídají (fluktuace), takže je momentálně není možné zaškolit na přestavbu Plniče. Plzeňský Prazdroj však projevuje snahu a vstoupil do jednání se společností, která dodává externisty, aby jim byli posíláni stejní pracovníci a oni je tak mohli proškolit, trénovat a využít i na jiných pracovištích v případě potřeby. Při zaškolení a tréninku bude pracovník třídění schopný se přiblížit rychlosti, kterou pracuje zkušený operátor. Časová úspora by se okamžitě promítla na zkrácení celkového času přestavby linky. V tabulce (Tab. 18) jsou vybrány díly, které by vyměňoval pracovník třídění, a jejich časová náročnost. Pracovník třídění by samozřejmě představoval paralelně s operátorem, to je jediný způsob, jak čas přestavby zredukovat. Takto nastavený proces by umožnil zkrácení současné doby přestavby o více než 12 minut. Bude-li pracovník třídění pracovat postupem času stejně efektivně, jako operátor, bude mu možné v budoucnu přidělit i více činností, práce se tak rozloží rovnoměrně mezi operátora a externistu, což přinese ještě větší časové úspory.

Tab. 18: Zapojení pracovníka třídění do přestavby – výpis jeho činností a časové náročnosti

Pořadí	Činnost	Čas [h:min:s]
1.	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:00:22
2.	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	0:00:40
3.	Vyjmutí Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:00:34
4.	Vyjmutí Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	0:00:31
5.	Vyjmutí Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	0:00:42
6.	Vyjmutí Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	0:01:09
7.	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	0:00:14
8.	Vyjmutí Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	0:00:26
9.	Vyjmutí Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	0:00:26
10.	Umístění Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:01:05
11.	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	0:00:36
12.	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:00:42
13.	Umístění Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	0:01:43
14.	Umístění Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	0:00:51
15.	Umístění Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	0:01:13
16.	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	0:00:18
17.	Umístění Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	0:00:34
18.	Umístění Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	0:00:13
	Celková časová náročnost	0:12:19

A2a) Druhý velmi efektivní a stejně tak realizovatelný návrh na zlepšení je možnost využít opět dočasnou výpomoc od pracovníka z pracoviště třídění. To, co pracovník třídění může vykonávat efektivně i bez zaškolení a tréninku, je vyjímání Uchopovačů ve chvíli, kdy bude chtít operátor Plniče vyměňovat uchopovače. Pak bude přestavba zadní části Rinseru vypadat tak, že operátor třídění bude sundávat uchopovače a operátor plniče je tam bude umísťovat a upevňovat. Časová náročnost současného řešení výměny uchopovačů je zaznamenána v Tab. 19. Po implementaci návrhu na zapojení pracovníka třídění bude docíleno redukce celkové doby potřebné na výměnu uchopovačů, znázorněno v Tab. 20.

Tab. 19: Návrh zlepšení výměny uchopovačů – současný stav

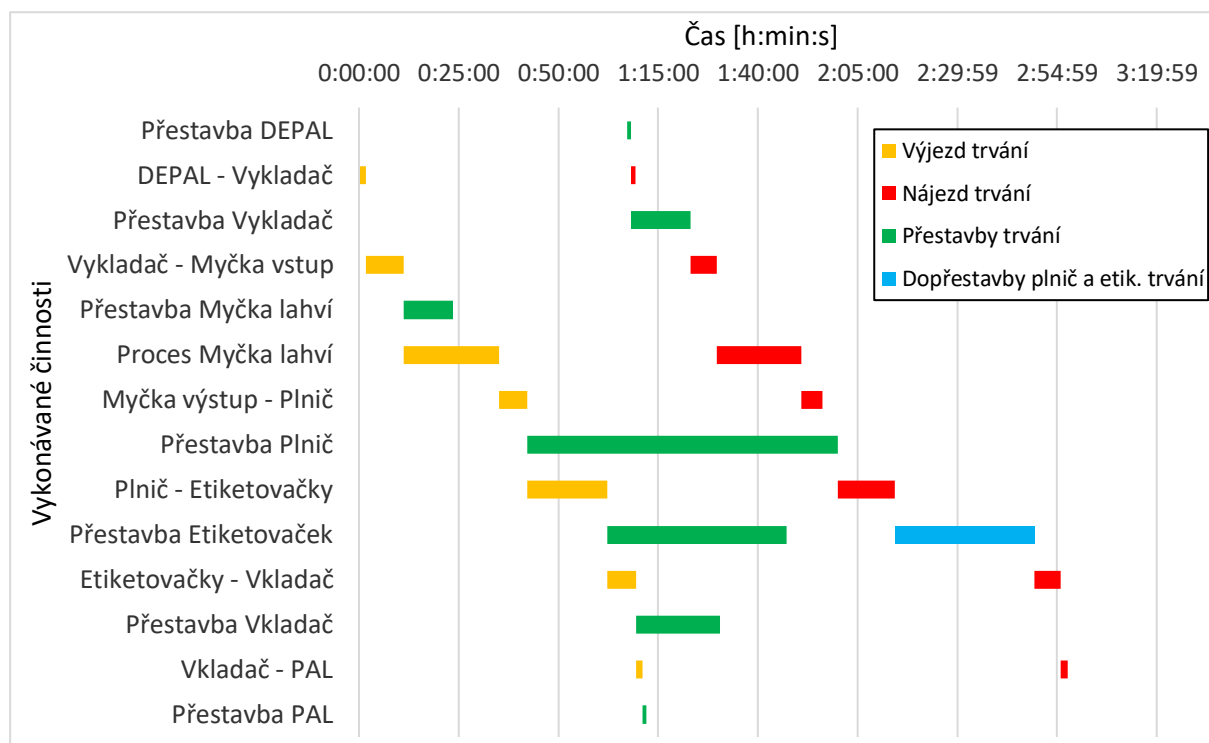
Vykonavatel	Soubor činností	Čas [h:min:s]
Operátor	Vyjímání uchopovačů	0:05:31
Operátor	Šlapání na pedál – otáčení rinseru	0:01:34
Operátor	Umísťování uchopovačů	0:08:42
	Celkový čas na výměnu uchopovačů	0:15:47

Tab. 20: Návrh zlepšení výměny uchopovačů – po implementaci návrhu

Vykonavatel	Soubor činností	Čas [h:min:s]
Pracovník třídění	Vyjímání uchopovačů	0:05:31
Operátor	Šlapání na pedál – otáčení rinseru	0:01:34
Operátor	Umísťování uchopovačů	0:08:42
	Celkový čas na výměnu uchopovačů	0:10:16

Celková časová úspora při zapojení pracovníka z pracoviště třídění do procesu výměny uchopovačů je **5 minut a 31 sekund**. Při zapojení pracovníka třídění na přestavbě Plniče při výměně formátových dílů a při výměně uchopovačů bude získána celková časová úspora o velikosti **17 minut a 50 sekund**. Změna průběhu nájezdu a návazností přestaveb je znázorněna Ganttovým diagramem (Obr. 37).

A2b) Dodatečným návrhem na zlepšení k výměně uchopovačů je vyjímání uchopovače ještě když operátor šlape na pedál a rinser se otáčí. Běžně operátor čeká, než se rinser otočí, teprve když se zastaví, začne uchopovače vyjímání. Rinser se však při manuálním spuštění neotáčí nijak rychle a je možné i během toho vyjímání uchopovače a dosáhnout časové úspory v rámci desítek sekund. Po konzultaci s vedením Plzeňského Prazdroje byl tento návrh zamítnut, jelikož sundávání uchopovačů během pohybu Rinseru je porušování bezpečnosti.



Obr. 37: Gantt – průběh přestaveb a nájezdu linky po zlepšení Plniče

Implementací návrhu zlepšení se zapojením externího pracovníka pro paralelizaci činností se **doba náběhu linky zkrátí na 1 hodinu a 46 minut**. Zlepšení oproti původnímu (současnému) řešení je o **17 minut a 50 sekund**. To je základní a důležité zlepšení, ze kterého budou vycházet i následující návrhy na zlepšení.

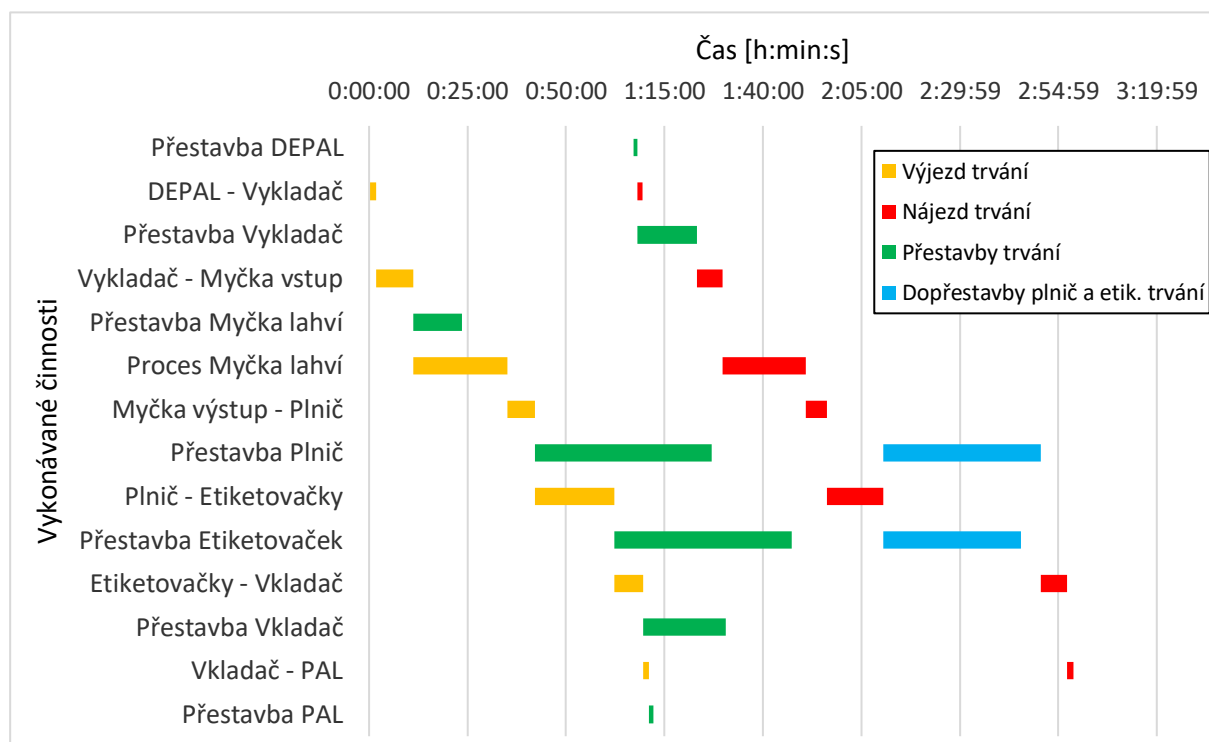
B) Zlepšení organizace přestavby Plniče v návaznosti na Etiketovačky

Toto řešení navazuje na předchozí. Cílem je zkrátit dobu čekání na seřízení Etiketovaček. Doba seřízení Etiketovaček je 35 minut, tato doba prodlužuje dobu nájezdu linky. Cílem je paralelizovat činnosti seřízení na Etiketovačkách a automatizovaného pěnování na Plniči. Postup je následovný:

- 1) Jakmile na pracovišti Plniče operátor společně s pracovníkem třídění provede manuální přestavbu, tedy vymění všechny formátové díly, uchopovače a nastaví nové parametry stroje, tak operátor Plniče nespustí proces pěnování, ale pouze proces Oplach. Proces Oplach trvá 7 minut a slouží k umytí a dezinfekci vyměněných dílů.

- 2) Když je Oplach na Plniči dokončen, spustí operátor na chvíli výrobu a najednou se lahve z Plniče k Etiketovačkám.
- 3) Jakmile lahve najedou k Etiketovačkám, mohou se současně začít seřizovat Etiketovačky (35 minut) a spustí se také automatizované Pěnování na Plniči (40 minut).

Tímto způsobem dojde k téměř úplnému překrytí seřizování Etiketovaček a pěnování na Plniči. Doba čekání na dokončení seřízení Etiketovaček se tímto eliminuje. Průběh přestavby a nájezdu linky při zavedení zlepšení přestavby Plniče a zlepšení organizace přestaveb Plniče s Etiketovačkami je znázorněn na Obr. 38. Při takto organizované přestavbě a zároveň zlepšení samotné přestavby Plniče je **doba náběhu 1 hodina a 48 minut**. Ve srovnání se současným řešením je zde **zlepšení o 16 minut a 38 sekund**, avšak vznikne zde dlouhé čekání na nájezd lahví z Depaletizace k Plniči, které zapříčiňuje, že je implementace změny organizace přestavby méně efektivní, než kdybychom pouze zrychlili přestavbu Plniče (méně efektivní o 1 minutu a 12 sekund). Aby tato změna organizace přestavby měla smysl, je třeba zkrátit dobu nájezdu lahví z Depaletizace k Plniči. To bude v následujícím textu vyřešeno zlepšením organizace Přestavby v oblasti Depaletizace a Vykladače.



Obr. 38: Gantt – průběh přestaveb a nájezdu linky – zlepšení Plniče a změna organizace přestavby

C) Zlepšení organizace přestavby Vykladače

Návrhy pro umožnění rychlejšího nájezdu k Plniči a řešení problému s nemožností zahájit přestavbu Vykladače, kvůli průjezdu přepravky z Depaletizace na Vkladač:

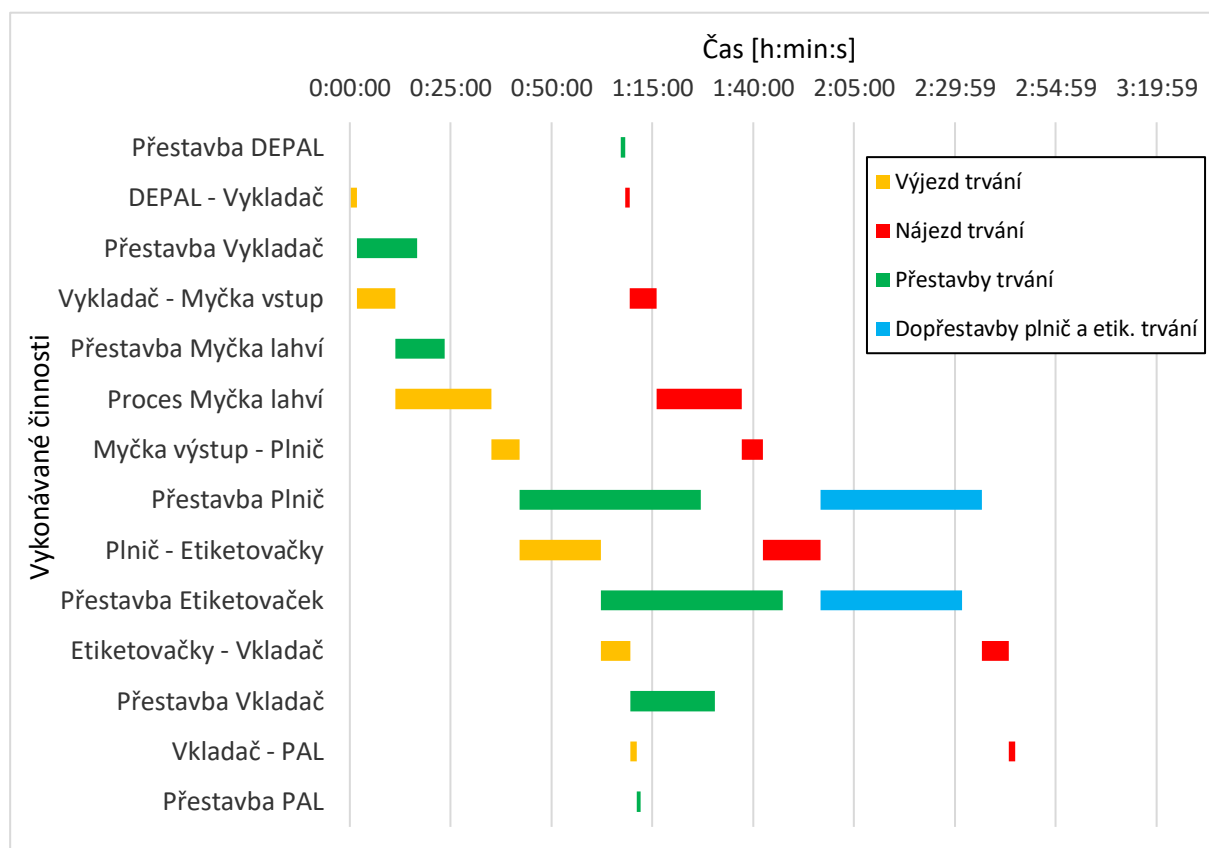
- C1) Zredukovat dobu přestavby pracoviště Vykladače pod 5 minut.
- C2) Navýšit kapacitu zásobníku na přepravky.
- C3) Zajistit pravidelné zásobování zásobníku, alespoň během přestavby Vykladače.
- C4) Umožnit, aby prázdné přepravky z Depaletizace nemusely projít pracovištěm Vykladače a mohly směřovat rovnou na Vkladač.

Zavedení propojovacího dopravníku se závorou přispěje ke konzistentnosti najetí nové výroby. V minulosti se stávalo, že pracoviště Plniče po své přestavbě nemohlo začít pracovat, protože nebyly najeté lahve a vznikaly tak prostoje. Tyto prostoje se promítly na prodloužení celkového času náběhu výrobní linky. Čím dříve bude přestavena přední část (Depaletizace a Vykladač), tím dříve mohou najet nové lahve na linku. Nájezd lahví z Depaletizace k Plniči se při zavedení navrhovaného zlepšení zrychlí (zkrátí) o 13 minut a 45 sekund.

Nákup a instalaci segmentu dopravníku se závorou zajistí společnost, která se momentálně podílí na stavbě nového zařízení v Plzeňském Prazdroji.

Stav po implementaci všech přechozích návrhů na zlepšení

Pro získání nejlepších výsledků v podobě zvýšení výrobní kapacity a úspory času je nutné zavést všechna navrhovaná zlepšení. Nejprve zefektivnit přestavbu samotného Plniče a následně současně zavést zlepšení organizace přestaveb Plniče s Etiketovačkami a zlepšení organizace přestavby Vykladače. Nový průběh nájezdu výroby a organizace přestaveb jsou znázorněny v Ganttově diagramu na Obr. 40. Podrobný rozpis začátků, konců a dob trvání jednotlivých činností je zaznamenán, viz. Příloha č. 11 - Průběh nájezdu výrobní linky a vyhodnocení zlepšení.



Obr. 40: Gantt – průběh přestaveb a nájezdu linky při kompletním zlepšení

Doba náběhu linky při kompletním zefektivnění se zkrátí na **1 hodinu a 34 minut**. Zlepšení oproti původnímu (současnému) řešení je o **30 minut a 26 sekund**. Standard pro organizaci nově navrženého způsobu nájezdu a přestaveb je rozepsán v šesté kapitole, která se zabývá standardizováním postupů.

D) Ostatní

Zde jsou uvedeny návrhy, jejichž realizace přispěje ke zvýšení efektivity vykonávaných procesů a omezení ztrátových činností. Časové zhodnocení je u následujících návrhů obtížné určit, z toho důvodu nejsou blíže kvantifikovány. Jedná se o Poka Yoke a jiná usnadnění práce při přestavbách.

D1) Důležitým návrhem na zlepšení, který tedy již v práci byl zmíněn v předchozím textu, je zamezit fluktuaci externistů na pracovišti třídění. Externisti jsou dodáváni do Plzeňského Prazdroje jinou společností. Je třeba, aby Plzeňský Prazdroj vyjednal se společností dodávající externisty, posílání stejných pracovníků, nikoli pokaždé někoho jiného. Tento návrh na zlepšení je také předpokladem pro možnost využít pracovníka z třídění lahví při přestavbě Plniče. Pokud budou posíláni ti stejní pracovníci, je možné je trénovat a také využít lépe jejich potenciál.

D2) Jednou z dalších možností úspory času je posunutí stojanu, ať už toho na odkládání vyjmutých dílu, tak toho na nové díly, blíže ke vchodu Plniče. Stojan je ověšený díly z obou stran, aby operátor nemusel celý stojan otáčet, když si chce vzít formátový díl, umístí se tak, aby jej stačilo pouze trochu posunout (natočit) a operátor se tak mohl pohodlně dostat jak k jedné, tak i druhé straně stojanu. Navíc se při bližším umístění zredukuje doba potřebná na chůzi a celková vzdálenost, kterou musí operátor s formátovými díly při přenášení urazit.

D3a) Zvolit a označit místo, kam se bude během přestavby odkládat gumová palice. Palice je nejčastěji používaný nástroj a velmi často pomocí něj operátor uvolňuje nebo i umísťuje formátové díly. Jak se operátor přemisťuje, tak odkládá palici a poté jí musí hledat. Při určení jasně definovaného místa na odkládání palice bude problém eliminován. Tento návrh byl vedením společnosti zamítnut, jelikož uvnitř Plniče nesmí být z hygienických důvodů téměř nic, ani značení v téměř jakékoliv podobě.

D3b) Nejlepším řešením, týkající se odkládání palice na předem určené místo, je umožnit operátorovi nošení nástroje neustále u sebe. To je možné pomocí opasku s pouzdrům, do kterého operátor jednoduše palici zasune, když jej nepotřebuje. Eliminuje se tím problém s hledáním a častou chůzí pro nástroj, když operátor není schopen něco povolit nebo umístit.

D4) Formátové díly nebo alespoň místa pro zavěšení na stojanu, by bylo vhodné lépe označit. Operátor v současném stavu musí hledat správné místo na uložení dle kódu, který je napsán jak na formátovém dílu, tak i na stojanu. Kódy na formátových dílech i stojanech jsou špatně čitelné. Návrhem zlepšení je přidat k číselnému kódu dílu na stojanu obrázek dílu nebo jeho stín, aby se operátor rychleji orientoval. Takovému způsobu vizuálního značení se říká *shadow board*. Při takovém značení operátor rychle rozezná místo, na které má díl uložit, jelikož uvidí jeho tvar a rozměr zobrazen přímo na místě pro zavěšení.

D5) Doporučením je dostatečné zaškolení, a především trénink budoucích i stávajících zaměstnanců, kterých se týká přestavba Plniče. K potřebě zaškolení i tréninku je určité nutné zhotovit standard pro postup vykonávání činností při přestavbě, ve kterém by mělo být jasně uvedeno, které činnosti budou vykonávány externě před vypnutím stroje, interně, a externě po zapnutí stroje. Ve společnosti probíhá zácvik nových zaměstnanců tak, že jím je vysvětlen postup, ale prakticky si vše vyzkouší poprvé až během provozu. Tím samozřejmě vznikají velké časové ztráty, jak je zmíněno ve čtvrté kapitole, kde byla analyzována měření z přestaveb. Vhodné by bylo vytvořit programy na principu her, díky kterým by si operátor mohl postupným klikáním projít postup přestavby, kde by jej program upozornil ve chvíli, kdy by nepostupoval dle standardu. Další variantou je vytvořit tréninkový program ve virtuální realitě, který je ovšem finančně nákladný.

6 Standardizace a tvorby návodů

Vytvoření standardů a pracovních postupů je důležité pro udržení pracovního výkonu mezi jednotlivými pracovníky a jejich opakovaná tvorba a zdokonalování dopomáhají ke kontinuálnímu zlepšování výrobní společnosti. V kapitole standardizace a tvorby návodů jsou blíže rozepsány dva standardy (nové jízdní řády). Jeden standardizovaný postup pro operátora Plniče a jeden standardizovaný postup pro pracovníka třídění, který přijde pomoci operátorovi s přestavbou Plniče. Dále je v kapitole uveden postup organizace nájezdu linky a návazností přestaveb tak, aby bylo dosaženo časových úspor zmíněných v předchozím textu.

6.1 Plnič – operátor

Operátor během přestavby má důležitou roli. Sám vede celou přestavbu a doba, za kterou bude přestavba dokončena, závisí čistě na jeho šikovnosti, rychlosti a organizovanosti. Aby byla jeho práce co nejvíce efektivní, je zde vytvořen standard, dle kterého by měl v budoucnu vykonávat přestavbu každý operátor Plniče (Tab. 21).

Ještě předtím, než operátor stroj vypne, musí externě vykonat některé důležité činnosti, které by při interním vykonání prodloužily dobu přestavby. Jedná se o přípravu stojanu s formátovými díly, pojízdného vozíku s uchopovači, nástrojů a další potřebné činnosti popsáné v Tab. 21.

Interně operátor vyjme původní formátové díly, nastaví parametry stroje a změni výšku, umístí nové formátové díly, vymění uchopovače (společně s pracovníkem třídění) a dále také nastaví senzory (Flada). Poté spustí automatizovaný oplach, během kterého může umýt formátové díly na stojanu a případně také uklidit pracoviště. Po dokončení oplachu vyčká na příjezd lahví a následně lahve najede k Etiketovačkám. Teprve po najezení lahví k Etiketovačkám spustí proces automatizovaného pěnování. Jakmile je proces pěnování ukončen, operátor spouští výrobní režim stroje a najíždí výroba.

Po dokončení přestavby pak operátor douklidí pracoviště, odveze stojan s použitými formátovými díly na místo pro skladování stojanů a také uklidí pojízdný vozík s uchopovači, které uloží do skladovací bedny.

Tab. 21: Standardizovaný postup pro operátora při přestavbě Plniče

Pracoviště: Plnič Vykonavatel: Operátor Plniče			
Pořadí	Činnost	Čas [h:min:s]	EXT / INT
1.	Příprava stojanu s novými formátovými díly	0:01:10	EXT
2.	Příprava pojízdného stolku s plechovými boxy a novými uchopovači	0:01:40	EXT
3.	Příprava nástrojů – gumová palice	-	EXT
4.	Příprava obecná před začátkem přestavby včetně vypnutí stroje	0:00:55	EXT
5.	Vyjmutí Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	0:00:49	INT
6.	Vyjmutí Středový vodící oblouk přední	0:00:29	INT
7.	Vyjmutí vodící oblouk	0:00:13	INT
8.	Vyjmutí Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	0:00:54	INT
9.	Vyjmutí Středový vodící oblouk zadní	0:00:21	INT
10.	Vyjmutí Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	0:00:42	INT
11.	Vyjmutí Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	0:00:45	INT
12.	Vyjmutí Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	0:01:20	INT

13.	Vyjmutí Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	0:00:59	INT
14.	Práce na PLC – přenastavení parametrů, výšky	0:02:23	INT
15.	Umístění Vstupní šnek a Hvězdice – zarážka lahví na stojan	0:01:14	INT
16.	Umístění Vodící oblouk za předávací hvězdou 1 a 2	0:03:00	INT
17.	Umístění Vstupní hvězda do plniče 1 a 2	0:00:45	INT
18.	Umístění Předávací hvězda rinser – plnič 1 a 2	0:01:08	INT
19.	Umístění Vodící oblouk	0:00:22	INT
20.	Umístění Středový vodící oblouk zadní	0:00:56	INT
21.	Umístění Středový vodící oblouk přední	0:00:49	INT
22.	Umístění Výstupní hvězda z rinseru 1 a 2	0:00:44	INT
23.	Umístění Vstupní hvězda do rinseru 1 a 2	0:00:46	INT
24.	Kontrola – zkouška běhu stroje	0:01:18	INT
25.	Výměna Uchopovačů - nasazování	0:10:59	INT
26.	Nastavení Flada	0:01:16	INT
27.	Spuštění automatizovaného oplachu	0:07:00	INT
28.	Nájezd lahví k Etiketovačkám	0:14:18	INT
29.	Spuštění automatizovaného pěnování	0:40:00	INT
30.	Náběh výroby	0:02:45	INT
31.	Umytí vyjmutých dílů na stojanu vodou	0:01:52	EXT
32.	Úklid stojanu s vyjmutými díly na místo skladování	0:01:09	EXT
33.	Úklid pojízdného vozíku s vyměněnými uchopovači	0:00:47	EXT
34.	Úklid pracoviště	-	EXT
	Celková časová náročnost:	1:24:50	

Do celkové časové náročnosti není započítán nájezd lahví k Etiketovačkám, jelikož je to doba, kdy Plnič začne na více než 14 minut vyrábět. Poté opět přestane a pokračuje se automatizovaným pěnováním.

6.2 Plnič – pracovník z pracoviště třídění

Jak již bylo zmíněno, přestavbu Plniče bude vykonávat operátor Plniče a zároveň pracovník z pracoviště třídění. Postup je standardizován (Tab. 22), aby pracovník věděl, které činnosti má provést potom, co opustí své pracoviště. Standard bude využit pro školení pracovníků na pracovišti třídění, aby mohli efektivně pomoci s přestavbou na Plniči.

Pracovník třídění nejprve opustí své pracoviště a dojde na pracoviště Plniče. Než přestavba začne, připraví si potřebné nástroje a vyčká na zastavení stroje a pokyn operátora Plniče.

Poté začne paralelně s operátorem vykonávat výměnu formátových dílů. Pracovník třídění vymění všechny formátové díly v oblasti korkovačky a téměř všechny díly v oblasti plniče. Jakmile je hotov, vyčká na pokyn operátora, který nejdříve nastaví parametry stroje a poté změní výšku. Následně se společně s operátorem přesune do zadní oblasti Rinseru a vyjme všechny uchopovače, zatímco je operátor nasazuje.

Když je výměna uchopovačů dokončena, tak se pracovník třídění vrátí opět na své pracoviště třídění lahví a pokračuje v běžné práci.

Tab. 22: Standardizovaný postup pro pracovníka třídění při přestavbě Plniče

Pracoviště: Plnič Vykonavatel: Pracovník třídění			
Pořadí	Činnost	Čas [h:min:s]	EXT / INT
1.	Příchod na pracoviště Plniče	-	EXT
2.	Příprava gumové palice pro výměnu dílů	-	EXT
3.	Čekání na začátek přestavby a pokyn operátora Plniče	-	EXT
4.	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:00:22	INT
5.	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	0:00:40	INT
6.	Vyjmutí Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:00:34	INT
7.	Vyjmutí Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	0:00:31	INT
8.	Vyjmutí Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	0:00:42	INT
9.	Vyjmutí Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	0:01:09	INT
10.	Vyjmutí Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	0:00:14	INT
11.	Vyjmutí Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	0:00:26	INT
12.	Vyjmutí Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	0:00:26	INT
13.	Čekání na pokyny operátora a dokončení jeho činností	-	INT
14.	Čekání, než operátor plniče přenastaví parametry a výšku	-	INT
15.	Umístění Výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:01:05	INT
16.	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 3	0:00:36	INT
17.	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z korkovačky 1 a 2	0:00:42	INT
18.	Umístění Vodící oblouk za korkovačkou 1 a 2	0:01:43	INT
19.	Umístění Hvězda pod korkovačkou 1 a 2	0:00:51	INT
20.	Umístění Výstupní hvězda z plniče 1 a 2	0:01:13	INT
21.	Umístění Vodící oblouk – výstupní hvězda z plniče	0:00:18	INT
22.	Umístění Vodící oblouk – vstupní hvězda do plniče	0:00:34	INT
23.	Umístění Vodící oblouk mezi hvězdami plniče	0:00:13	INT
24.	Odložení nástrojů a přechod s operátorem k rinseru na výměnu uchopovačů	-	INT
25.	Vyjímání původních Uchopovačů a ukládání do plech. boxu	0:05:31	INT
26.	Vrácení se zpět na pracoviště třídění lahví	-	EXT
Časová náročnost činností přestavby:		0:17:50	

6.3 Organizace přestavby výrobní linky RB

Standardizace organizace přestavby výrobní linky RB jako celku je velmi náročný počín, jelikož přestavby na pracovištích jsou v některých případech zahájeny při splnění určitých podmínek. Protože se přestavby pracovišť mnohdy časově vzájemně překrývají, stejně tak jako pohyb lahví na lince při nájezdu i výjezdu probíhá paralelně s přestavbami pracovišť, je zapotřebí postup při organizování přetypování výrobní linky zdokumentovat a standardizovat. Nejpresnější přehled je zaznamenán v excelu, viz. Příloha č. 11 - Průběh nájezdu výrobní linky a vyhodnocení zlepšení.

Vytvořený postup výjezdu lahví z linky, přestaveb jednotlivých pracovišť v návaznosti na ostatní pracoviště a nájezdu linky je určen převážně pro směnového mistra. Mistr dohlíží na organizaci přestaveb a sám dává pokyny k zastavení výroby a v některých případech také pokyny k zahájení přestaveb.

Standardizovaný postup při výjezdu linky

Zjednodušený zápis postupu výjezdu linky je zapsán v Tab. 23. Zde je možné sledovat postupné zahájení jednotlivých činností (bez uvedení času začátku) a jejich dobu trvání. Řádky jsou barevně odlišené pro snadnější vizuální orientaci. Žlutá barva symbolizuje výjezd lahví (pohyb lahví) a zelená symbolizuje přestavby.

Tab. 23: Nový postup při výjezdu výrobní linky – zjednodušený

Pořadí	Činnost	Doba trvání [h:min:s]
1.	Zastavení výroby na Depaletizaci a vypnutí stroje na Depaletizaci.	-
2.	Výjezd lahví od Depaletizace k Vykladači	0:01:44
-	Po vyprázdnění zásobníku beden přehodit závoru. Zapnutí Depaletizace až po přehození závory (zásobování Vkladače přepravkami)	-
3.	Přestavba Vykladače.	0:15:00
4.	Výjezd lahví od Vykladače k Myčce lahví.	0:09:30
5.	Přestavba Myčky lahví	0:12:17
6.	Výjezd lahví z Myčky lahví	0:23:55
7.	Výjezd lahví od Myčky lahví k Plniči	0:07:00
8.	Přestavba Plniče (výměna dílů + oplach)	0:44:50
9.	Výjezd lahví od Plniče k Etiketovačkám	0:20:06
10.	Přestavba Etiketovaček	0:45:00
11.	Výjezd lahví od Etiketovaček k Vkladači	0:07:16
12.	Přestavba Vkladače	0:21:00
13.	Výjezd lahví od Vkladače k Paletizaci.	0:01:36
14.	Přestavba Paletizace.	0:01:00
	Časová náročnost výjezdu linky:	1:11:07

Tabulka (Tab. 23) je však značně zjednodušená a pro lepší obraz o průběhu, začátcích, koncích a době trvání jednotlivých činností je vhodné nahlédnout také do Tab. 24.

Tab. 24: Začátky, konce a trvání činností při výjezdu linky

Činnost	Výjezdy [h:min:s]			Přestavby [h:min:s]		
	Začátek	Konec	Trvání	Začátek	Konec	Trvání
DEPAL – Vykladač	0:00:00	0:01:44	0:01:44			
Přestavba Vykladač				0:01:44	0:16:44	0:15:00
Vykladač – Myčka vstup	0:01:44	0:11:14	0:09:30			
Přestavba Myčka lahví				0:11:14	0:23:31	0:12:17
Proces Myčka lahví	0:11:14	0:35:09	0:23:55			
Myčka výstup – Plnič	0:35:09	0:42:09	0:07:00			
Přestavba Plnič				0:42:09	1:26:59	0:44:50
Plnič – Etiketovačky	0:42:09	1:02:15	0:20:06			
Přestavba Etiketovaček				1:02:15	1:47:15	0:45:00
Etiketovačky – Vkladač	1:02:15	1:09:31	0:07:16			
Přestavba Vkladač				1:09:31	1:30:31	0:21:00
Vkladač – PAL	1:09:31	1:11:07	0:01:36			
Přestavba PAL				1:11:07	1:12:07	0:01:00

Standardizovaný postup při nájezdu linky

Zápis je nejdříve opět zjednodušen v Tab. 25. Zde jsou zapsány převážně činnosti nájezdu lahví s dokončovacími přestavovacími činnostmi. Činnosti jsou v tabulce barevně odlišeny pro snadnější orientaci. Zelená barva symbolizuje přestavby, červená nájezd lahví (pohyb lahví) a modrá dokončovací činnosti přestaveb (seřízení Etiketovaček a automatizovaný proces pěnování na Plniči).

Tab. 25: Nový postup při nájezdu výrobní linky – zjednodušený

Pořadí	Činnost	Doba trvání [h:min:s]
1.	Přestavba Depaletizace	0:01:00
2.	Nájezd lahví od Depaletizace k Vykladači	0:01:12
3.	Nájezd lahví od Vykladače k Myčce lahví	0:06:36
4.	Nájezd lahví skrz Myčku lahví	0:21:06
5.	Nájezd lahví od Myčky lahví k Plniči	0:05:18
6.	Nájezd lahví od Plniče k Etiketovačkám	0:14:18
7.	Seřízení Etiketovaček zároveň s pěnováním na Plniči	0:35:00
8.	Pěnování Plniče zároveň se seřizováním Etiketovaček	0:40:00
9.	Nájezd lahví od Etiketovaček k Vkladači po dokončení pěnování na Plniči	0:06:42
10.	Nájezd lahví od Vkladače k Paletizaci	0:01:37
	Časová náročnost nájezdu linky:	1:33:53

V kombinaci s Tab. 25 je vhodné nahlédnout také do Tab. 26, ta zachycuje časy začátků, konců a dob trvání jednotlivých činností.

Tab. 26: Začátky, konce a trvání činností při nájezdu linky

Činnost	Nájezdy [h:min:s]			Dopřestavby [h:min:s]		
	Začátek	Konec	Trvání	Začátek	Konec	Trvání
Přestavba DEPAL	1:07:11	1:08:11	0:01:00			
DEPAL – Vykladač	1:08:11	1:09:23	0:01:12			
Přestavba Vykladač						
Vykladač – Myčka vstup	1:09:23	1:15:59	0:06:36			
Přestavba Myčka lahví						
Proces Myčka lahví	1:15:59	1:37:05	0:21:06			
Myčka výstup – Plnič	1:37:05	1:42:23	0:05:18			
Přestavba Plnič				1:56:41	2:36:41	0:40:00
Plnič – Etiketovačky	1:42:23	1:56:41	0:14:18			
Přestavba Etiketovaček				1:56:41	2:31:41	0:35:00
Etiketovačky – Vkladač	2:36:41	2:43:23	0:06:42			
Přestavba Vkladač						
Vkladač – PAL	2:43:23	2:45:00	0:01:37			
Přestavba PAL						

7 Technicko – ekonomické vyhodnocení

První část kapitoly technicko – ekonomického vyhodnocení je zaměřena na kvantitativní vyhodnocení, druhá část kapitoly se zabývá slovním hodnocením navrhovaného řešení. K vyhodnocení je přistupováno především metodou porovnávání současného řešení s řešením navrhovaným. U navrhovaného řešení je třeba zhodnotit jeho výhodnost a vyčíslit úspory. Jelikož společnost Plzeňský Prazdroj neposkytla žádné informace v peněžních jednotkách, jsou návrhy hodnoceny z hlediska časové úspory a navýšení výrobní kapacity vůči stávajícímu řešení. Byly však poskytnuty následující údaje (Tab. 27) k provedení základních výpočtů a vyhodnocení návrhů řešení.

Důležitou poznámkou před začátkem vyhodnocování je, že hodnoty v podobě časových úspor, počtů přestaveb ročně a další, jsou pouze předpoklady a je nutné je chápat orientačně.

Tab. 27 Hodnoty poskytnuté společností Plzeňský Prazdroj

Veličina	Hodnota	Jednotky
Kalendářní časový fond	365	dny
Pracovní svátky	1	dny
Plánované prostoje	14	dny
Počet směn denně	2	-
Doba jedné směny	12	hod
Doba čisté výroby za směnu	11	hod
Počet pracovních dní v roce	350	dny
Doba výroby za jeden den	22	hod
Počet pracovních hodin za rok	7 700	hod
Předpokládaný počet přestaveb týdně	6	-
Počet pracovních týdnů	50	týdny
Předpokládaný počet přestaveb za rok	300	-

Spotřeba času na nájezd linky během přestavby

Z analýzy byla časově vyhodnocena náročnost při náběhu výroby při přetypování na jiný druh výrobku. Spotřeba času pro současný stav, částečné zlepšení a kompletní zlepšení jsou vyhodnoceny v Tab. 28.

Tab. 28: Spotřeba času na přestavování linky

	Čas jedné přestavby [h:min:s]	Týdně [h:min:s]	Ročně [h:min:s]
Současný stav	2:04:19	12:25:53	621:34:11
Zlepšení jen Plniče	1:46:29	10:38:53	532:24:11
Kompletní zlepšení	1:33:53	9:23:17	469:24:11

Implementací kompletního zlepšení docílíme redukce časové náročnosti náběhu linky během přestaveb o **24,5 %** ve srovnání se současnou hodnotou spotřeby času na přestavby.

Roční využitelný časový fond

Roční využitelný časový fond je vyhodnocen v hodinách za rok a představuje množství volných hodin, které je možné využít čistě na výrobu. Čím vyšší tato hodnota je, tím více času může společnost trávit výrobou. Přestavby se nepočítají do výrobní činnosti, jelikož během přestavby společnost nevyrábí. To je důvod, proč bylo třeba dobu náběhu linky zredukovat. V Tab. 29 je porovnání současného využitelného časového fondu a dle navržených zlepšení také nového využitelného časového fondu. Využitelný roční časový fond se vypočítá jako rozdíl počtu pracovních hodin za rok a roční spotřeby času na nájezd linky.

Tab. 29 Současný a navrhovaný využitelný časový fond

Veličina	Hodnota	Jednotky
Současný využitelný časový fond	7 078,4	hod/rok
Využitelný časový fond při zlepšení jen Plniče	7 167,6	hod/rok
Využitelný časový fond při kompletním zlepšení	7 230,6	hod/rok

Implementací kompletního zlepšení docílíme nárůstu využitelného časového fondu o **2,1 %** ve srovnání se současnou hodnotou využitelného časového fondu.

Časové úspory

Dle implementace řešení, buď jen zlepšení Plniče nebo kompletní zlepšení, je v Tab. 30 vyhodnocení časových úspor. Časové úspory vychází ze současného stavu náběhu linky. Časové úspory jsou dále vyčísleny na časový horizont jednoho týdne a jednoho roku. Z tabulky je možné sledovat nárůst využitelného časového fondu (úspory).

Tab. 30: Časové úspory z navrhovaného zlepšení

	Doba náběhu [h:min:s]	Zlepšení za přestavbu [h:min:s]	Úspora za týden [h:min:s]	Úspora za rok [h:min:s]
Současný stav	2:04:19	-	-	-
Zlepšení jen Plniče	1:46:29	0:17:50	1:47:00	89:10:00
Kompletní zlepšení	1:33:53	0:30:26	3:02:36	152:10:00

Navýšení výrobní kapacity

Jeden z efektivních a dobře čitelných ukazatelů je hodnocení zlepšení v podobě navýšení výrobní kapacity, tedy hodnocení v počtu vyrobených piv. V Tab. 31 jsou vyčísleny nárůsty výrobních kapacit v časovém horizontu až jednoho roku při implementaci částečného zlepšení (Plniče) nebo kompletního zlepšení.

Tab. 31: Navýšení výrobní kapacity k navrhovanému zlepšení

	Doba náběhu [h:min:s]	Zvýšení výroby za přestavbu [ks]	Za týden [ks]	Za rok [ks]
Současný stav	2:04:19	-	-	-
Zlepšení jen Plniče	1:46:29	17 833	106 998	5 349 900
Kompletní zlepšení	1:33:53	30 433	182 598	9 129 900

Slovní vyhodnocení

V současnosti zabírají přestavby 661,6 hodin z dostupných 7 700 hodin ročně. Implementací návrhů zlepšení přestavby Plniče, organizace přestavby Plniče a Etiketovaček, a organizace přestavby Vkladače je čas potřebný ročně pro přestavby zredukován na 469,4 hodin. Samotná efektivita náběhu linky je navýšena o 24,5 %.

Implementace navrhovaných řešení, především těch organizačních, je díky nově navrženým jízdám výrazně snadnější. Dodržení všech postupů zmíněných v předchozí kapitole je odměněno časovými úsporami ve výši 152,2 hodin ročně, což umožňuje společnosti Plzeňský Prazdroj navýšit výrobní kapacitu o 9 129 900 kusů výrobků ročně.

Navržená zlepšení je možné implementovat ihned, jakmile bude eliminována fluktuace zaměstnanců na pracovišti třídění lahví a pracovník třídění bude řádně proškolen a seznámen s postupem přestavby Plniče. Požadované zlepšení se dostaví po dostatečném tréninku pracovníka třídění nebo při získání zkušeností z přestavování Plniče.

Správné fungování při implementaci nově navrhovaných řešení je silně závislé na schopnosti společnosti zavádět nové procesy do stávající výroby. Především je třeba přesvědčit směnové mistry o důležitosti snižování času nájezdu výroby.

Závěr

Kvůli vysoké konkurenci a dostatečně nasycenému trhu jsou výrobní společnosti nuceny snižovat náklady, aby si udržely konkurenceschopnost. Společnosti, které dokážou lépe reagovat a adaptovat se na situaci, mají na trhu převahu. Jedna z možností, jak zlepšit procesy přestaveb a tím tedy snížit náklady, uspořít čas a zvýšit kapacitu, je aplikování metody SMED.

Cílem diplomové práce bylo zlepšit přestavbu výrobní linky ve společnosti Plzeňský Prazdroj, a. s. a standardizovat postup přestaveb. Zlepšením přestavby výrobní linky bude získán volný časový fond a navýší se výrobní kapacita, což společně pomůže ke zlepšení konkurenceschopnosti společnosti.

V úvodní části práce byly získány a popsány teoretické poznatky potřebné k řešení problematiky přestaveb. Byla zde popsána především metoda SMED a další potřebné metody a principy, které později přispěly k návrhu zlepšení.

Po získání teoretických znalostí byl představen zadavatel projektu, společnost Plzeňský Prazdroj, včetně popisu všech pracovišť a výrobního procesu.

Na začátku praktické části byla provedena podrobná analýza přestaveb všech pracovišť. Jelikož bylo pracoviště Plniče označeno jako úzké místo, měření zde proběhlo třikrát. Zde bylo zjištěno, že zkušený operátor pracuje dostatečně efektivně a zlepšování přestavby za přítomnosti jednoho jediného operátora by nepřineslo významné časové úspory. Naopak při druhém měření byl u přestavby přítomen nezkušený operátor a ztráty byly téměř 40 minut. Řešení ztrát bylo vzápětí náležitě popsáno a vyřešeno. Jedinou možností zlepšení a zrychlení přestavby Plniče bylo paralelizovat činnosti, a tak byl zapojen do přestavby pracovník z pracoviště třídění. Doba přestavby Plniče se tak zkrátila o 17 minut a 50 sekund. Dále byla vypracována analýza organizace přestavby výrobní linky jako celku, tedy včetně návazností pracovišť a náběhu výroby. Zde byly nalezeny ztráty, kdy se muselo čekat na dokončení přestaveb jiných pracovišť, aby mohl proběhnout nájezd výroby. Opět bylo navrženo řešení problému a zajištěna redukce čekacích časů díky přeorganizaci přestaveb. Kompletní navržené řešení zredukovalo dobu nájezdu linky o 30 minut a 26 sekund. Při analýze, identifikaci plýtvání a návrhů na zlepšení bylo postupováno dle principů metody SMED.

V další části práce byl vytvořen standardizovaný postup pro operátora Plniče, pro pracovníka třídění a také postup organizace nájezdu výroby pro směnového mistra. V této části práce bylo jasně vymezeno, kdy se musí začít přestavovat každé pracoviště a jak dlouho má přestavba trvat.

V závěrečné kapitole technicko – ekonomické hodnocení byly vypočteny a vyhodnoceny přínosy navrženého řešení z hlediska úspory času a navýšení výrobní kapacity. Navržené zlepšení přináší zvýšení efektivity přestavby o 24,5 %. Roční výrobní kapacita při implementaci řešení byla navýšena o 9 129 900 kusů výrobků. Roční využitelný časový fond byl navýšen o 152,2 hodin, tedy o 2,1 % v porovnání s výchozím stavem. Při vypracování práce bylo dodrženo zadání a splněn cíl určený zadavatelem projektu.

Osobním doporučením pro zadavatele projektu je pokračovat v implementaci navrženého zlepšení přestavby na ostatních výrobních linkách a využít co nejvíce návrhů na zlepšení pro zefektivnění stávajícího procesu.

Seznam použitých zdrojů

- [1] EDL, M. & KUDRNA, J. *Metody průmyslového inženýrství* [e-book]. 1. vyd. Plzeň: Smart Motion, 2013. ISBN: 978-80-87539-40-8
- [2] IMAI, M. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, 2011. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
- [3] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [4] ROTHER, M. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0435-2.
- [5] TSIGKAS, A. *The Lean Enterprise: From the Mass Economy to the Economy of One*. Heidelberg: Springer, 2013. ISBN 978-3-642-29401-3.
- [6] Indevagroup.cz. *Štíhlá výroba* [online]. © 2017-2018 All rights reserved. [cit. 22.10.2021]. Dostupné z: <https://www.indevagroup.cz/stihla-vyroba/>
- [7] Průmyslové inženýrství.cz. *Muda, Mura, Muri: Tři zla ve výrobě* [online]. © 2020 Průmyslové Inženýrství.cz. [cit. 22.10.2021]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/muda-mura-muri-tri-zla-ve-vyrobe/>
- [8] BENEDIKT, J. *8 druhů plýtvání ve firmách dle Lean managementu* [online]. © 2019 Jiří Benedikt. [cit. 25.10.2021]. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/8-druhu-plytvani/>
- [9] OEE.cz. *Co je OEE* [online]. © 2021 Comes OEE [cit. 27.10.2021]. Dostupné z: <https://www.oee.cz/co-je-oee>
- [10] OEE.com. *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS: What is OEE* [online]. © 2011-2021 Vorne Industries Inc. [cit. 27.10.2021]. Dostupné z: <https://www.oee.com/>
- [11] VOJÁČEK, A. *OEE = celková efektivnost zařízení a výroby* [online]. © 2019 automatizace.hw.cz. [cit. 28.10.2021]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/oee-celkova-efektivnost-zarizeni-a-vyroby.html>
- [12] East-Gate.eu. *Overall Equipment Effectiveness (Celková efektivita zařízení)* [online]. © 2014-2020 East-Gate. [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: <https://www.east-gate.eu/cs/oee/about-oee>
- [13] EduCity.cz. *Racionalizace a normování práce* [online]. © 2021 IVITERA a.s. [cit. 29.10.2021]. Dostupné z: <https://www.educity.cz/kurzy/projektove-rizeni-id-3506/racionalizace-a-normovani-prace-id-3563951>
- [14] Portál.Pohoda.cz. *Normování práce* [online]. © 2012 STORMWARE s.r.o. [cit. 5.11.2021]. Dostupné z: <https://portal.pohoda.cz/pracovni-pravo/zakon-o-mzde/normovani-prace/>
- [15] ZČU v Plzni. *Zkracování představovacích časů*. Prezentace k předmětu MPI. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV. [cit. 5.11.2021]
- [16] ProLean.cz. *Odhalovat plýtvání: Naučit se vidět plýtvání* [online]. © 2021 ProLean. [cit. 5.11.2021]. Dostupné z: <https://prolean.cz/7-1plytvani/>

- [17] KAŠPÁREK, J. *Studie efektivnosti využití linky ve vybraném provozu* [online]. Brno ©2018 [cit. 7.11.2021]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=173286. Diplomová práce. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce: prof. Ing. Marie JUROVÁ, CSc.
- [18] PlantWatcher.cz. *OEE – celková efektivita zařízení* [online]. © 2016-2021 Plantwatcher.cz. [cit. 7.11.2021]. Dostupné z: <https://www.plantwatcher.cz/oeo-p141.htm>
- [19] Stihlavyroba.eu. *Metody štíhlé výroby* [online]. © 2021 Enprag. [cit. 7.11.2021]. Dostupné z: <https://stihlavyroba.eu/metody-stihle-vyroby/s-30/>
- [20] ZČU v Plzni. *Lean Lexikon*. Dokument k předmětu MPI. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV. [cit. 8.11.2021]
- [21] ONDRA, P. *SMED (5): Tříkroková realizace metody a její přínosy* [online]. © 2020 Průmyslové Inženýrství.cz. [cit. 8.11.2021]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-5-trikrokovka-realizace-metody-jeji-prinosy/>
- [22] SvětProduktivity.cz. *SMED* [online]. © 2012 CPI Web servis s.r.o. [cit. 8.11.2021]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
- [23] ONDRA, P. *SMED (3): Single-Minute Exchange of Die* [online]. © 2020 Průmyslové Inženýrství.cz. [cit. 8.11.2021]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-3-single-minute-exchange-of-die/>
- [24] Lean-fabrika.cz. *5S metoda* [online]. © 2012 - ROI Management Consulting a.s. [cit. 10.11.2021]. Dostupné z: <https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/5s-metoda#.YZbPXU6ZNPY>
- [25] VÍTEK, V. *5S: Metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti* [online]. © 2012 CPI Web servis s.r.o. [cit. 10.11.2021]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/slovník-5S.htm>
- [26] Lean6sigma.cz. *5S* [online]. © 2021 Lean Six Sigma [cit. 10.11.2021]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/5s/>
- [27] Interní materiály společnosti Plzeňský Prazdroj, a.s.
- [28] Animod.cz. *Moderní hotel v Plzni a prohlídka pivovaru Pilsner Urquell s degustací* [online]. © 2021 Allegro Vouchers, s.r.o. [cit. 25.11.2021]. Dostupné z: <https://www.animod.cz/p/moderni-hotel-v-plzni-a-prohlidka-pivovaru-pilsner-urquell-s-degustaci>
- [29] ŠIMON, M. *Štíhlá výroba*. Dokument k předmětu PI. Západočeská univerzita v Plzni, FST, Katedra KPV. [cit. 26.11.2021]
- [30] DLABAČ, J. *Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem* [online]. © 2005-2021 API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit. 26.11.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>
- [31] DLABAČ, J. *Analýza a měření práce* [online]. © 2005-2021 API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit. 29.11.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- [32] SvětProduktivity.cz. *Kaizen* [online]. © 2012 CPI Web servis s.r.o. [cit. 2.12.2021]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>

Seznam příloh

Přílohy jsou uloženy a dodány na datovém nosiči CD ROM.

- Příloha č. 1 – Analýzy přestaveb a standardizace
- Příloha č. 2 – Analýza 1. měření přestavby Plniče
- Příloha č. 3 – Analýza 1. měření přestavby Plniče bez abnormalit
- Příloha č. 4 – Analýza 1. měření práce operátora při přestavbě Plniče bez abnormalit
- Příloha č. 5 – Analýza 2. měření přestavby Plniče
- Příloha č. 6 – Analýza 2. měření přestavby Plniče bez abnormalit
- Příloha č. 7 – Analýza 2. měření práce operátora při přestavbě Plniče bez abnormalit
- Příloha č. 8 – Analýza 3. měření přestavby Plniče
- Příloha č. 9 – Analýza 3. měření přestavby Plniče bez abnormalit
- Příloha č. 10 – Analýza 3. měření práce operátora při přestavbě Plniče bez abnormalit
- Příloha č. 11 – Průběh nájezdu výrobní linky a vyhodnocení zlepšení