

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

Diplomová práce

Zkrácení seřizovacích časů a standardizace postupu

Autor: **Bc. David ŠPAČEK**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David ŠPAČEK**
Osobní číslo: **S14N0039P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu: **Zkrácení seřizovacích časů a standardizace postupu**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

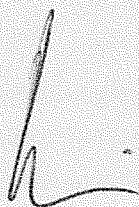
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Teoretický popis použitých metod
2. Charakteristika firmy
3. Analýza současného stavu
4. Implementace metody SMED a ECRS
5. Návrhy na zlepšení
6. Ekonomické vyhodnocení projektu

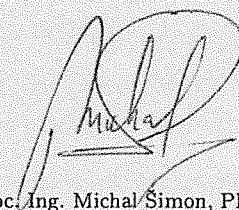
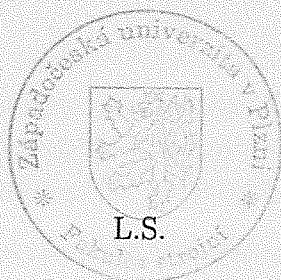
Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

1. LIKER, Jeffrey K [překlad Irena Grusová]. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-7261-173-7
2. IMAI, Masaaki [překlad Vladimír Paulíny]. *Gemba Kaizen - Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Vyd. 1. Brno: Computer press, 2005. ISBN 80-251-0850-3
3. MACINNES, Richard L. *Štíhlý podnik Memory Jogger: vytvářejte hodnotu a eliminujte ztráty v celém vašem podniku*. Vyd. 1. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-020-1849-4
4. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, ISBN 80-868-5138-9

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: Ing. Pavel Kábele
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Datum zadání diplomové práce: 21. září 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 20. května 2016



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 jsou součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a odborné vedení při zpracování diplomové práce. Dále děkuji konzultantovi ze společnosti Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. Ing. Bohuslavu Pletichovi za poskytnuté informace, ochotu a věnovaný čas.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Špaček	Jméno David	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 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	Zkrácení seřizovacích časů a standardizace postupu		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	117	TEXTOVÁ ČÁST	74	GRAFICKÁ ČÁST	43
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

<p>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce pojednává o zkracování seřizovacích časů a standardizaci postupu v průmyslovém podniku, který se zabývá výrobou pístů především do automobilového průmyslu. Formou audiovizuálních záznamů byla analyzována seřízení strojů na zvolené obráběcí lince. Na základě výsledků byla identifikována a vyčíslena jednotlivá plýtvání. Z hlediska zefektivnění byly zpracovány návrhy na zlepšení, které vedou ke zkrácení seřízení a usnadnění práce.</p>
<p>KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>SMED, 5S, seřízení, jízdní řád, procesní analýza, plýtvání, čekání, píst, obráběcí linka, kontrola</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Špaček	Name David	
FIELD OF STUDY	2301T007 Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Reduce set-up times and standartization process		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	117	TEXT PART	74	GRAPHICAL PART	43
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The thesis is focused on reducing set-up times and process standardization in an industrial establishment. There has been analyzed set-up times of machines by audiovisual records at a selected machining line. Based on measurements results there were identified and quantified wasting. There were created proposals for improvement which lead to reducing set-up times and work simplification.
KEY WORDS	SMED, 5S, changeover, timetable, process analysis, wastes, waiting, piston, machining line, control

Obsah

Seznam obrázků.....	- 7 -
Seznam grafů	- 8 -
Seznam tabulek.....	- 8 -
Glosář.....	- 10 -
Přehled použitých zkratek.....	- 11 -
Úvod	- 12 -
1 Metoda SMED.....	- 13 -
1.1. Štíhlá výroba – vyrábět ve správném čase a správné kvalitě.....	13 -
1.2. Úvod do metody SMED.....	14 -
1.3. Princip metody SMED	15 -
1.4. Postup metody SMED	16 -
1.5. Metoda Zero changeover.....	19 -
1.6. Metoda One Touch Exchange of Dies.....	19 -
1.7. Případová studie.....	20 -
2 Standardizace práce.....	- 22 -
2.1. Standardy.....	22 -
2.2. Účel standardizace	22 -
2.3. Jednobodové lekce	23 -
3 Plánování a řízení výroby ve vztahu k seřizovacím časům	- 24 -
3.1. Výrobní dávka.....	24 -
3.1.1. Minimální výrobní dávka.....	24 -
3.1.2. Optimální výrobní dávka	24 -
3.2. Časy výroby	25 -
3.2.1. Celkový čas výroby.....	25 -
3.2.2. Čas taktu	26 -
3.2.3. Čas cyklu.....	26 -
3.3. Celková efektivnost zařízení.....	27 -
3.3.1. Vztah OEE a taktu výroby.....	28 -
3.3.2. Příklad výpočtu OEE	29 -
4 Klasifikace a způsoby eliminace plýtvání	- 30 -
4.1. Klasifikace plýtvání	30 -
4.1.1. 3MU model.....	30 -

4.1.2.	4M model	- 31 -
4.1.3.	Model 8 druhů plýtvání	- 32 -
4.2.	Nástroje pro kvantifikaci a eliminaci plýtvání	- 37 -
4.2.1.	Procesní analýza	- 37 -
4.2.2.	Analýza ECRS a 5W1H	- 38 -
4.2.3.	5S	- 39 -
4.2.4.	Přínosy metody 5S	- 42 -
5	Představení společnosti KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s.	- 43 -
5.1.	Základní atributy společnosti	- 43 -
5.2.	Charakteristika	- 43 -
5.3.	Historie	- 44 -
5.4.	Výrobní program	- 44 -
5.5.	Zákaznické spektrum	- 45 -
5.6.	Proces výroby pístu	- 46 -
5.7.	Popis funkčních ploch pístu	- 47 -
5.8.	Charakteristika stroje FBM	- 47 -
5.9.	Popis pracovního prostoru stroje	- 48 -
5.10.	Analýza taktu linky L409	- 49 -
5.11.	Layout linky L409	- 50 -
6	Analýza současného stavu seřízení	- 52 -
6.1.	Analýza současného stavu linky L409	- 52 -
6.2.	Analýza současného stavu seřízení stroje FBM	- 53 -
6.3.	Vyhodnocení a sumarizace hodnot současného stavu stroje FBM	- 54 -
6.4.	Výrobní ztráty způsobené neproduktivními časy	- 58 -
7	Návrhy na zlepšení	- 59 -
7.1.	Potenciální a částečně realizovaná zlepšení	- 59 -
7.2.	Realizovaná zlepšení	- 62 -
7.3.	Standardizovaný jízdní řád stroje FBM	- 66 -
8	Ekonomické zhodnocení	- 70 -
8.1.	Náklady projektu	- 70 -
8.2.	Úspory projektu	- 70 -
Závěr	- 71 -
Seznam literatury	- 73 -
Seznam příloh	- 75 -

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Zvyšování produktivity a flexibility	- 14 -
Obrázek 1-2: Princip metody SMED	- 15 -
Obrázek 1-3: Celkový čas seřízení	- 16 -
Obrázek 1-4: Obecný postup metody SMED	- 19 -
Obrázek 1-5: Původní stav skladu 1a zlepšený stav [15]	- 20 -
Obrázek 1-6: Původní stav skladu 2 a zlepšený stav) [15]	- 21 -
Obrázek 3-7: OEE - dostupnost, výkon a kvalita [1]	- 27 -
Obrázek 4-8: Koncept modelu 3M	- 31 -
Obrázek 4-9: Ishikawův diagram modelu plýtvání 4M	- 31 -
Obrázek 4-10: 8 druhů plýtvání.....	- 32 -
Obrázek 4-11: Rozmístění strojů do tvaru U.....	- 34 -
Obrázek 4-12: Odkrytí problémů snížením zásob	- 35 -
Obrázek 4-13: Kombinace ECRS a 5W1H analýzy [13]	- 39 -
Obrázek 4-14: Koncept 5S.....	- 40 -
Obrázek 5-15: Společnost KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s.	- 43 -
Obrázek 5-16: Proces výroby pístu.....	- 46 -
Obrázek 5-17: Obrobený tvar pístu a předlitý tvar pístu.....	- 47 -
Obrázek 5-18: Stroj FBM 1	- 48 -
Obrázek 5-19: Pracovní prostor stroje FBM 1.....	- 49 -
Obrázek 5-20: Layout obráběcí linky L409.....	- 51 -
Obrázek 6-21: Část layoutu obráběcí linky L409.....	- 54 -
Obrázek 7-22: Struktura formuláře	- 59 -
Obrázek 7-23: Původní provedení kopírovacího mechanismu	- 60 -
Obrázek 7-24: Původní a nový stav demontáže aretačního šroubu	- 61 -
Obrázek 7-25: Původní a budoucí stav přístupu do prostoru kopírování	- 62 -
Obrázek 7-26: Původní a nový aretační šroub	- 64 -
Obrázek 7-27: Buffer seřizovacích pístů	- 65 -
Obrázek 7-28: Původní a nový stav nářadové skříně	- 66 -

Seznam grafů

Graf 2-1: Závislost mezi cykly SDCA a PDCA [8]	- 22 -
Graf 3-2: Optimální výrobní dávka [11]	- 25 -
Graf 4-3: Náklady na kvalitu produktu	- 36 -
Graf 5-4: Prodej pístů jednotlivým zákazníkům	- 45 -
Graf 5-5: Takt linky L409 pro typ pístu 84 228	- 50 -
Graf 5-6: Takt linky L409 pro typ pístu 92 215	- 50 -
Graf 6-7: Četnost činností procesní analýzy	- 55 -
Graf 6-8: Poměr činností procesní analýzy	- 56 -
Graf 6-9: Poměr činností jízdního řádu.....	- 56 -
Graf 6-10: Poměr činností jízdního řádu bez čekání na písty	- 57 -
Graf 6-11: Poměr činností jízdního řádu mechanické části seřízení	- 57 -
Graf 6-12: Poměr ostatních činností jízdního řádu mechanické části seřízení	- 58 -
Graf 7-13: Poměr interních a externích činností zlepšeného stavu	- 64 -
Graf 7-14: Rozbor činností standardizovaného jízdního řádu stroje FBM.....	- 69 -

Seznam tabulek

Tabulka 3-1: Hodnoty pro výpočet času taktu [5]	- 26 -
Tabulka 3-2: Vstupní hodnoty pro výpočet OEE [6]	- 29 -
Tabulka 4-3: Symboly využívané v procesní analýze [11].....	- 38 -
Tabulka 5-4: Základní atributy společnosti [11]	- 43 -
Tabulka 5-5: Milníky společnosti KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s.....	- 44 -
Tabulka 5-6: Výrobní program společnosti KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s.....	- 44 -
Tabulka 5-7: Typové řady pístů na stroji FBM 1 - linka L409	- 45 -
Tabulka 5-8: Popis funkčních ploch pístu řady 92 215	- 47 -
Tabulka 5-9: Seznam strojů a operací na lince L409	- 49 -
Tabulka 6-10: Vyhodnocení náměrů všech strojů na lince L409	- 52 -
Tabulka 6-11: Popis layoutu.....	- 55 -
Tabulka 6-12: Výrobní ztráty způsobené plýtváním při seřizování	- 58 -
Tabulka 7-13: Popis funkcí formuláře.....	- 60 -
Tabulka 7-14: Eliminace pohybů při demontáži rozpěrné tyče	- 61 -
Tabulka 7-15: Eliminace pohybů při demontáži rozpěrné tyče	- 62 -

Tabulka 7-16: Realizované změny při seřízení stroje FBM	- 63 -
Tabulka 7-17: Postup seřízení linky	- 65 -
Tabulka 7-18: Standardizovaný jízdní řád stroje FBM	- 69 -
Tabulka 7-19: Náklady projektu	- 70 -
Tabulka 7-20: Úspory projektu.....	- 70 -

Glosář

Slovo	Význam
Andon	Světelné tabule ukazující vizuálně současný stav výroby, které následně upozorňují na vzniklé problémy.
Buffer	Dočasná zásoba výrobků, materiálů a polotovarů před jejich dalším zpracováním.
Jidoka	Koncept autonomnosti pracoviště, při kterém se převádějí kontrolní činnosti z člověka na stroj.
Kanban	Metoda štíhlé výroby udržující stálou úroveň množství zásob pomocí kanbanových kartiček.
Layout	Prostorové uspořádání.
Poka Yoke	Metoda štíhlé výroby, která chrání výrobu před vytvořením vadného kusu a umožní vykonávat danou činnost jedním správným postupem.
Proces	Soubor činností, do kterého vstupuje jeden nebo více vstupů, tyto vstupy jsou transformovány a je vytvořen výstup v podobě přidané hodnoty pro zákazníka.

Přehled použitých zkratk

Zkratka	Význam
3M	Muda, Mura, Muri (formy plýtvání popsané v konceptu modelu 3M)
4M	Man, Machine, Material, Method of Work (formy plýtvání popsané v konceptu modelu 4M)
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (metoda organizovaného, čistého a přehledného pracovního prostředí)
5W1H	What, When, Where, Who, Why, How (metoda řešení problému pomocí základních otázek)
COQP	Cost of Poor Quality (náklady na výrobek nepřinášející přidanou hodnotu)
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control (cyklus postupného zlepšování)
ECRS	Eliminate, Combination, Redistribution, Simplify (metoda pro eliminaci, kombinaci, přerozdělení a zjednodušení činností)
FMEA	Failure Mode Effects Analysis (metoda identifikující možnost vzniku vady)
FTA	Fault Tree Analysis (metoda vyhodnocující pravděpodobnost selhání systémů)
JIT	Just In Time (metoda řízení logistiky)
MRP	Material Requirements Planning (plánování materiálových potřeb)
MZO	Mezioperační kontrola (pracoviště ve společnosti KS KolbenSchmidt)
NVA	Non-value Added (činnost nepřidávající hodnotu)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivnost zařízení)
PDCA	Plan, Do, Check, Act (Demingův cyklus postupného zlepšování)
SDCA	Standard, Do, Check, Act (upravený Demingův cyklus)
SMED	Single Minute Exchange of Die (výměna nástroje během jedné minuty)
SVA	Semi-Value Added (činnosti částečně přidávající hodnotu)
TPM	Total Productive Mainstance (údržba prováděná výrobou)
TPS	Toyota Production System (výrobní systém společnosti Toyota)
VA	Value Added (činnost přidávající hodnotu)

Úvod

Uspokojení potřeb zákazníka patří k velice důležitým zásadám politiky podniku v 21. století. Nutností je ovšem plnění požadavků efektivně. Poskytované produkty a služby směrem od podniku k zákazníkovi jsou potřebné realizovat v co možná nejkratším čase, s minimálními náklady a bez ztráty kvality. Pro dosažení těchto cílů je zapotřebí stanovit určitou filozofii výroby. Tento pojem je v dnešní době čím dál častěji používán v souvislosti s filozofií štíhlé výroby.

Tato filozofie proniká do každé oblasti podniku za účelem postupného zlepšování jednotlivých procesů a činností ve výrobě. Důvodem jejího nasazování je zamezit plýtvání, které každému podniku přináší pouze problémy ve formě vyšších nákladů či vyšších výrobních časů.

A právě čas je faktor, který hraje důležitou roli ve schopnosti podniku dodat zákazníkovi jeho produkt či službu v požadovaném termínu. Každý si musí být vědom toho, že čas jsou peníze a v dnešním velice dynamickém a rychle se měnícím trhu toto platí dvojnásob. Dynamický trh přináší podniku nejen příležitosti, ale také hrozby. Hrozby jsou zde chápány jako nepředvídatelné události, na které musí podnik co nejrychleji reagovat. Rychlé a správné reakce poté ovlivňují postavení podniku na trhu mezi jeho konkurencí. Jinak řečeno, pokud podnik dobře ovládá čas, kvalitu a celkový výkon výroby, stává se konkurenceschopným a kladně odlišným od ostatních podniků.

Hlavní činnosti, které charakterizují štíhlé myšlení podniku, jsou kontrolování správnosti procesů a činností a jejich neustálé zlepšování. Změny procesů a činností nejsou charakterizovány změnami občasnými a radikálními, ale inkrementálními a kontinuálními. Právě tyto malé a časté změny charakterizují směr, jakým se tato filozofie ubírá a je nutné, aby je podnik pravidelně vykonával. Avšak nevýhodou dnešních podniků je jejich slepota v identifikaci již zmíněného plýtvání. Aby bylo možné změny aplikovat a tím zefektivňovat výrobní proces, je nutné tyto nedostatky ve výrobním systému najít, a především správně identifikovat a popsat. Základní myšlenkou podporující toto tvrzení je ta, že důkladné popsání problému vede k jeho řešení. Důležitou podmínkou pro řešení problémů v podniku je chápat výrobu jako ucelený provázaný systém, kde jednotlivé prvky na sebe navazují a vzájemně se ovlivňují.

Jak již bylo řečeno, čas hraje podstatnou roli napomáhající ke zvýšení konkurenceschopnosti a vytvoření si pevného místa na dnešním trhu. Jelikož se podnik snaží plnit požadavky svých zákazníků, je nutné rychle reagovat na případné změny ze strany zákazníka či trhu. Nastavení výroby pro produkci odlišných typů výrobků v co nejkratším čase a požadované kvalitě musí být dnes již samozřejmostí. Na tuto problematiku se zaměřuje metoda štíhlé výroby nazývaná se SMED.

Tato práce řeší problematiku rychlého seřízení stroje pro produkci jiných typů pístů v podniku KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. na poloautomatické obráběcí lince. Společnost vyrábí písty pro zážehové a dieselové motory a kompresory. Jejími zákazníky jsou například Audi, Volkswagen, Škoda auto, Fiat, Jaguar, Mercedes Benz, Daimler Chrysler a další. KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s. je součástí společnosti Kolbenschmidt Pierburg AG, spadající do koncernu Rheinmetall AG, který zaměstnává pracovníky téměř po celém světě.

Cílem této práce je zmapovat, zanalyzovat a zefektivnit časy seřízení na vybrané lince s využitím potřebných nástrojů štíhlé výroby. Uplatněním vybraných metod se docílí zkrácení časů seřízení při zachování potřebné kvality výrobků. Vybranou linkou, vyplývající z požadavků vedení společnosti, je obráběcí linka L409 se zaměřením se podrobněji na stroj FBM, který je úzkým místem při seřizování, a na kterém se proces seřízení standardizuje.

1 Metoda SMED

V této kapitole je popsán ve zkratce samotný princip štíhlé výroby, která je základním předpokladem řízení výroby v moderních podnicích. Dále je zde uveden princip a rozdělení metody SMED spolu s ukázkou její aplikace na případové studii.

1.1. Štíhlá výroba – vyrábět ve správném čase a správné kvalitě

Štíhlá výroba (angl. Lean Production) vznikla v 50. až 60. letech 20. století v Japonsku ve firmě Toyota. Tato filozofie je souhrnně označována jako Toyota Production System (dále jen „TPS“). Vznik tohoto uceleného systému má na starosti firemní manažer Taiichi Ohno. Právě on vypracoval toto nové pojetí celého výrobního procesu a jeho okolí za účelem realizace flexibilní výroby při minimálních nákladech v tak těžké době, jaká byla v době poválečného Japonska. Hlavní zásady podle zdroje [3] štíhlé výroby jsou shrnuty do těchto klíčových aspektů:

- Snižovat čas mezi objednávkou zákazníka a dodáním produktu či služby.
- Dodávat zákazníkovi přesně to, co si přál.
- Eliminovat činnosti nepřidávající hodnotu.
- Poskytovat produkty či služby ve vysoké kvalitě s minimálními výrobními náklady.
- Zdokonalovat podnikové procesy.
- Vytvořit prostředí podporující neustálé zlepšování.

Pro naplnění těchto zásad je podstatná změna myšlení, jak k samotné výrobě přicházet. Jedná se o revoluci v myšlení, která je základem celého konceptu štíhlé výroby. Dříve se společnosti řídily zásadou, při které zvyšování nákladů a zachování velikosti zisku kompenzovaly zvyšováním ceny výrobku. Zákazník tedy musel platit za chyby podniku. Dle zdroje [1] je tento přístup vyjádřen následující rovnicí:

$$Cena = Náklady + Zisk \quad (1.1)$$

Po změně myšlení společnosti dosahují zvyšování zisku snižováním nákladů. Zdroj [1] definuje tento nový princip rovnicí:

$$Zisk = Cena - Náklady \quad (1.2)$$

Způsobem, jak podle principu rovnice (viz Rovnice 1.2) snižovat náklady, je redukce a eliminace plýtvání. Společnost Toyota definovala a rozdělila plýtvání do sedmi druhů, které jsou podrobněji popsány v kapitole (viz Kapitola 4.1.3). Odstraňováním ztrát, které výrobku nepřidávají hodnotu, se docílí poskytnutí výrobků či služeb zákazníkovi včas a v požadované kvalitě. Aby toho podnik mohl dosáhnout, musí usilovat o komplexní implementaci metod a chápat je jako provázaný systém, pomocí kterého se dosáhne maximální efektivity. Podle zdroje [2] vyjádřil Taiichi Ohno tento princip následovně:

“Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, v němž inkasujeme hotovost. A tento čas zkracujeme, když odstraňujeme ztráty, které nepřidávají hodnotu.” (Ohno, 1988) [2]

Ztrátové činnosti se nacházejí v každé fázi výroby, které na sebe vzájemně navazují. Jednotlivé fáze společně tvoří ucelený proces, který Taiichi Ohno popsal jako dobu od přijetí objednávky po dodání hotového produktu. Takto definovaný čas se nazývá celkový čas výroby, který je podrobněji popsán v kapitole (viz Kapitola 3.2.1). [2]

1.2. Úvod do metody SMED

Výměna nástroje během jedné minuty (angl. Single Minute Exchange of Die, dále jen „SMED“) je metoda štíhlé výroby sloužící ke zkracování doby seřízení stroje při přestupu na výrobu jiného druhu produktu. V minulých letech ve firmě Toyota pomohla metoda k velice rychlým výměnám karosářských dílů. V dnešní době je pro podniky prioritní krátké seřizovací časy z hlediska včasného uspokojení požadavků trhu a zákazníků. Pro splnění požadavků z vnějšího okolí se podnik snaží na jedné straně vyrábět velké portfolio výrobků a na straně druhé chce zkracovat průběžnou dobu výroby. Tyto požadavky mohou být vyřešeny hlavními přínosy metody SMED, které jsou podle zdroje [1] následující:

- Jednodušší proces výměny.
- Vyšší přehlednost pracoviště pomocí 5S (viz Kapitola 4.2.3).
- Produktivita a flexibilita.
- Ekonomické přínosy.
- Zvýšení efektivity využití zařízení – OEE.

Jednodušší proces výměny

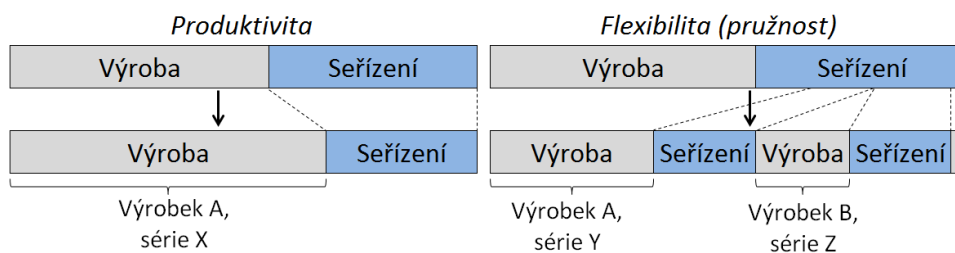
Pokud se pomocí metody SMED eliminuje plýtvání úplným odstraněním některých činností, proces výměny se zjednoduší a zvýší se bezpečnost na pracovišti. Vyšší bezpečnost je výsledkem organizovaného a standardizovaného procesu seřízení, kde každý pracovník přesně ví, co a jakým způsobem má dělat. [1]

Vyšší přehlednost pracoviště

Spolu s nasazením metody uspořádání pracoviště 5S se potřebná nářadí, přípravky a další materiál nachází na přesně daných pozicích na pracovišti. Tím se zvýší jednak přehlednost na pracovišti a zároveň se eliminuje plýtvání z hledání a dlouhých příprav výše uvedených pomůcek. [1]

Produktivita a flexibilita

Dalším přínosem je vyšší flexibilita výroby, tzn. pružně reagovat na změny požadavků trhu a zákazníka. Jejím principem jsou menší výrobní dávky více druhů výrobků, jak je zobrazeno na obrázku (viz Obrázek 1-1). Flexibilita podniku pomáhá rychle se přizpůsobit změnám v poptávce z vnějšího okolí. Z hlediska kratších seřizovacích časů vzroste také produktivita výroby. [1]



Obrázek 1-1: Zvyšování produktivity a flexibility [vlastní zpracování]

Ekonomické přínosy

Ekonomické přínosy se mohou měřit na úkor zvýšení produktivity nebo flexibility. U produktivity se jedná o zvýšení prodeje počtu kusů výrobků. Zvýšení flexibility z hlediska ekonomického přínosu je obtížnější měřit. Může se vyjádřit pomocí snížením stavu zásob nebo uspokojení zákazníka při splnění požadovaných termínů dodání produktů. Pro vyčíslení ekonomického přínosu je potřeba veškeré plýtvání vyjádřit v čase. Tím se kvantifikace plýtvání v časových jednotkách stane důležitým ekonomickým ukazatelem. [1]

Zvýšení celkové efektivity zařízení OEE

Zvýšení OEE se projeví vyšší dostupností a výkonem stroje. Podrobněji je závislost ukazatele OEE na zkracování seřizovacích časů popsána v kapitole (viz Kapitola 3.3).

1.3. Princip metody SMED

Principem metody je rychlá výměna a seřízení stroje pro produkci jiného typu výrobku. Aby seřízení bylo efektivní a nezpůsobovalo velké ekonomické ztráty z nečinnosti stroje, je nutné veškeré činnosti, které se při seřizování vykonávají, správně identifikovat a rozdělit do dvou základních skupin - interní a externí.

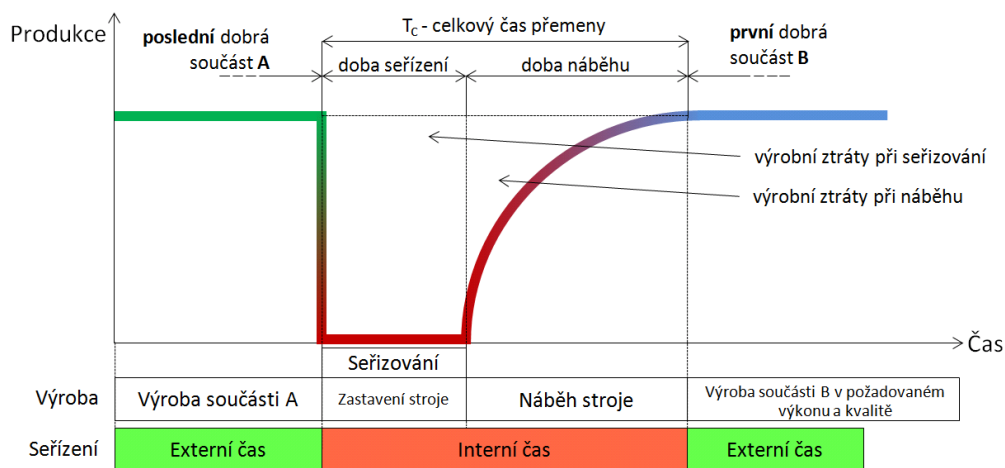
Interní činnosti

Interní činnosti jsou činnosti, které pracovníci mohou provádět pouze tehdy, kdy je stroj vypnut. Pracovníci zde fyzicky pracují na stroji. Jedná se například o vkládání nových potřebných nástrojů a přípravků do stroje. Čas těchto činností je potřeba minimalizovat, jinak bude podniku vznikat ztráta ze seřizování. Velkým problémem je neuvědomění pracovníků, že některé činnosti lze provádět, když je stroj v chodu. Proto je snaha interní činnosti převádět na externí činnosti. [12]

Externí činnosti

Externí činnosti je naopak možno provádět při běhu stroje. Mezi ně se řadí příprava potřebných nástrojů a přípravků na určená místa, příprava pracoviště na seřizování stroje, kontrola demontovaných komponentů, apod. Externí činnosti šetří potřebný výrobní čas, protože neomezují chod stroje. Při vykonávání externích činností se stroj nachází v produktivním strojním čase. [12]

Proces seřízení probíhá v několika mezních bodech, ve kterých se stroj nachází, buď v produktivním, nebo neproduktivním strojním čase. Mezními body jsou ukončení výroby produktu A, mechanické seřízení stroje, náběh stroje a zahájení výroby produktu B. Tyto mezní body jsou schematicky zobrazeny na obrázku (viz Obrázek 1-2).



Obrázek 1-2: Princip metody SMED [vlastní zpracování]

Ukončení výroby produktu A

Prvním mezním bodem je ukončení výroby součásti A. Tento moment se také nazývá jako ukončení výroby posledního dobrého kusu součásti A. Do této chvíle se první výrobek vyráběl v požadované kvalitě a výkonu. Požadovaný výkon znamená výrobu produktu v předem stanoveném taktu. V případě standardizovaného procesu seřízení se před ukončením výroby součásti A provádějí externí činnosti jako úklid a příprava nářadí. [1]

Mechanické seřízení stroje

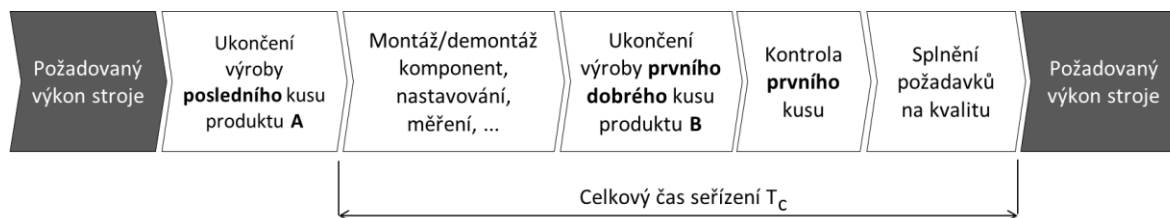
Z hlediska času je seřizování nejdůležitějším bodem z důvodu časových ztrát. Délka prostoje stroje je přímo závislá na čase mechanického seřízení stroje a náběhu stroje. Na samotném seřizování je patrná vazba mezi externími a interními činnostmi. Pokud si pracovníci dobře připravili pracoviště, potřebné nástroje a materiál během externích činností, proces seřízení bude snazší s menším počtem činností a docílí se zkrácení času. Obecně lze tento krok definovat jako mechanické seřízení stroje, při kterém pracovníci demontují a montují komponenty, přípravky a nastavují funkční parametry. [1]

Náběh stroje

Při náběhu stroj najíždí na požadovaný výkon výroby součásti B pomocí donastavování a doseřizování komponent, úpravou korekcí apod. Během tohoto úseku vznikají ztráty při náběhu. Tyto ztráty jsou závislé na několika faktorech. Mezi ně patří zkušenosti pracovníků, jejich kvalifikace, znalosti a míra standardizace pracovních postupů. Při náběhu stroje se již vyrábí součást B, ale nesplňuje kvalitu požadovanou zákazníkem, a proto seřízení nemůže být považováno za ukončené. [1]

Zahájení výroby produktu B

V tomto okamžiku stroj produkuje výrobky v požadované kvalitě a v nastaveném taktu. Zároveň pracovníci mohou provádět externí činnosti při běhu stroje jako například uklízení nářadí, pomůcek a pracoviště. Zahájení výroby nastává na konci celkového času seřízení. Tento čas se značí T_c . Ten je roven součtu doby seřizování a doby náběhu. Samotná přestavba nekončí nastavením parametrů stroje, dorazů, montáží přípravků apod., ale výrobou prvního dobrého kusu nového produktu v požadované kvalitě. Pokud se kus vyrobí a úspěšně projde kontrolou kvality, stroj může vyrábět v předem stanoveném výkonu při výrobě produktu B. Znázornění doby trvání celého přestavby stroje je ukázáno na obrázku (viz Obrázek 1-3). [1]



Obrázek 1-3: Celkový čas seřízení [vlastní zpracování]

1.4. Postup metody SMED

Implementace metody znamená postupovat podle stanovených kroků, kterých se dosáhne výstupu ve formě standardizovaného jízdniho řádu seřízení. Jednotlivé kroky prochází postupně fází analýzy, měření, zlepšení a standardizací. Obecný postup metody SMED je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 1.4). Podrobněji je popsán následujícím postupem:

- Analýza současného stavu – výběr stroje.
- Záznam seřízení – jízdni řád.
- Identifikace plýtvání.
- Odstranění plýtvání.
- Rozdělení externích činností a interních činností.
- Převedení interních činností na externí
- Zkrácení interních činností a externích činností
- Standardizace seřízení – nový jízdni řád.

Analýza současného stavu

Analýzovat současný stav je potřeba přímo na místě, na konkrétních strojích, kde bude výměna nástroje probíhat. Pro důkladné seznámení se s problematikou výměny je potřeba získat zpětnou vazbu od seřizovačů a definovat problémy z jejich strany. Do analýzy spadá několik důležitých parametrů, které je potřeba zjistit. Dle zdroje [1] se jedná o tyto parametry:

- Počet pracovníků realizující výměnu.
- Série produktů.
- Uspořádání pracovišť – rozmístění nástrojů, přípravků a potřebného materiálu.
- Samotný seznam používaného nářadí.
- Zmapování layoutu části pracoviště, kde je výměna realizována.

Důkladné popsání současného stavu je důležitým podkladem pro realizaci zlepšení.

Záznam seřízení

Záznam seřízení je stěžejním bodem celého procesu metody SMED. Ten spočívá v popisu všech činností, a poté naměření potřebných časových hodnot, které se při seřízení provádí. Není nutné vypracovávat podrobnou chronometráž činností pracovníků, tzn., že není třeba měřit každé elementární pracovní pohyby. Je ovšem důležité si uvědomit, že při přesnější analýze činností se odkryje veškerý potenciál pro identifikaci a eliminaci plýtvání. Pozorovatel provádí analýzu pomocí přímé metody měření nebo nepřímé metody. U přímé metody pozorovatel měří časovou náročnost činností pomocí stopek a potřebné dílčí časy zapisuje. Tímto způsobem měření ovšem nevznikne podrobná analýza a při časově náročnějších seřizení je tato metoda nevhodná. [1]

Vhodnější metodou je metoda nepřímá. Zde je vytvořen audiovizuální záznam celého seřízení stroje, který je posléze analyzován. Měření časové náročnosti výměny je vhodné provést ve více směnách. V každé směně mohou mít pracovníci odlišné postupy a metody, jak výměnu provádějí. To poté znamená, že podnik nemá vypracovaný standardní postup, neboli jednotný, přesně popsaný výchozí stav. Proto analyzovaná data z více směn jsou vhodným vstupem pro nalezení optimálního postupu, který se zavede do standardizace postupu seřízení. Výstupem z tohoto kroku je jízdní řád, ve kterém jsou chronologicky zapsány všechny činnosti prováděné seřizovačem při seřízení, kterým jsou přiděleny dílčí a kumulované časy. [1]

Identifikace plýtvání

V této fázi je potřeba se zaměřit na činnosti, které při výměně způsobují problémy. Zde již důležitou roli hrají interní a externí činnosti, jejich druh a důvod vzniku. Je potřeba si pokládat otázku, proč byly činnosti prováděny při zastaveném stroji a naopak. [1]

Odstranění plýtvání

Jak již bylo řečeno, při podrobné analýze a správné implementaci metody SMED podnik zjistí plýtvání, které mu bylo skryté nebo bylo pracovníky přehlíženo. Je proto nutné takovéto plýtvání redukovat a zda je to možné, tak zcela odstranit. Nejčastěji vyskytovaná plýtvání jsou ve formě zbytečné chůze pracovníků, přípravy a hledání potřebných nástrojů a dokumentace. Při podrobné analýze seřízení mohou být dále optimalizovány činnosti, kde se vyskytují plýtvání z nadbytečných pohybů pracovníků při způsobu montáží a demontáží přípravků a komponent stroje. [1]

Rozdělení externích činností a interních činností

Pomocí identifikace všech činností, které se v průběhu výměny realizují, se zjistí původní čas seřízení. Zde se identifikují interní a externí činnosti. V době seřízení by měli seřizovači vykonávat pouze činnosti interní. Realita je ale taková, že některé činnosti se zbytečně

provádějí při zastaveném stroji, i když by tomu mohlo být naopak. Proto je nutné tyto činnosti od sebe oddělit. Jak uvádí zdroj [1], ve špatně organizovaném a v nestandardizovaném seřízení se mohou vyskytovat následující špatné návyky, pohyby a činnosti:

- Materiál je přesunut do skladu, když je stroj v nečinnosti.
- Nástroje a nářadí jsou přinášeny pozdě nebo v nesprávných typech, a v době seřízení.
- Šrouby a další součásti nebyly shromážděny včas.
- Některé spoje jsou příliš utažené a pracovníkovi trvá, než je uvolní.
- Uklízení probíhá v čase seřizování.

Převedení interních činností na externí

Činnosti prováděné v době interního času seřízení klasifikované jako plýtvání jsou například úklid pracoviště, hledání a příprava nářadí. Ty lze provádět v čase, kdy stroj běží na svůj požadovaný výkon po seřízení. Jako příklad z praxe zde může být uveden způsob předehřívání forem před vložením do lisu. Samotné předehřívání může být prováděno v průběhu chodu stroje. Při seřízení stroje se takto předehřívají formy již vkládají do lisu, a tím se docílí zkrácení seřizovacích časů. [1]

Zkrácení interních a externích činností

Posledním krokem je redukce činností z hlediska jejich četnosti a časů. Zkrácení externích činností lze dosáhnout například využitím metody pro čisté, přehledné a organizované pracoviště – 5S. Zkrácení interních činností lze provést podle zdroje [1] těmito způsoby:

- Paralelními operacemi.
- Použitím přípravků.
- Rychlou montáží, demontáží a nastavením.
- Využitím ERCS analýzy (viz Kapitola 4.2.2).

1. Paralelní operace

Vykonáváním paralelních operací se sníží čas seřízení pomocí současně prováděných činností více pracovníky. Proto, aby to bylo možné, je nutné nasazení vyššího počtu pracovníků, kteří se na seřízení podílí. Nevýhodou tohoto způsobu jsou vyšší náklady na pracovní sílu. To je možné vyřešit změnou organizace práce při seřizování. Omezujícím faktorem je ale kvalifikace pracovníků, která je popsána kvalifikační maticí pracovníků. Ta popisuje veškerou dosaženou kvalifikaci a znalosti pracovníků, kteří seřizování stroje provádí. [1]

2. Použití přípravků

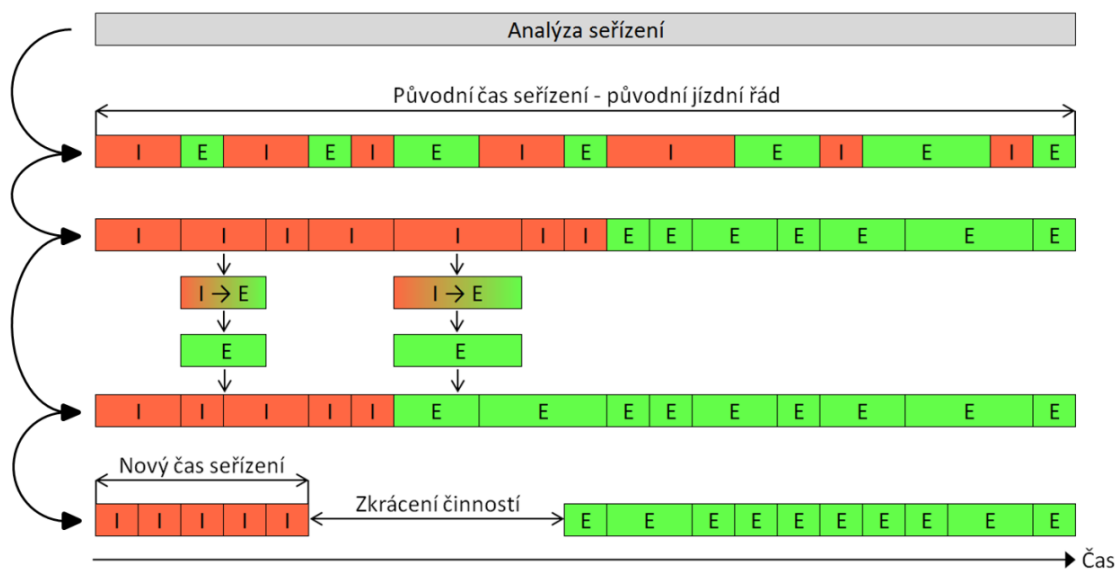
Přípravky jsou důležité pomocné nástroje pro redukci seřizovacích časů. Usnadňují manipulaci, montáže a demontáže na stroji. Pro větší zefektivnění je možné vložit potřebné nástroje již do přípravků a tento celek dále využívat. [1]

3. Rychlá montáž, demontáž a nastavení

Rychlé nastavení na stroji je možné realizovat pomocí svorek, rychloupínačů či unifikací nářadí. Jsou to velice efektivní nástroje oproti použití šroubů. Šrouby jsou v této metodě charakterizovány jako plýtvání z hlediska zbytečných pohybů. Problémem je samotná standardizace stroje. Na stroji se nachází velké množství šroubů různých druhů. Proto pracovník musí nejdříve najít správný druh a poté správný počet šroubů. Jejich montáž je velice neefektivní. Každá otáčka šroubu je plýtváním časem. Místo nich je vhodnější použití například magnetických systémů nebo již zmíněných upínek, které se montují jedním jednoduchým a rychlým pohybem. Pokud je to možné, je dobré také využít pevných

konečných poloh ve formě dorazů. Dorazy umožňují menším počtem pohybů pracovníka nastavit přesnou polohu členu. [1]

Popsaná metoda SMED je obecně definována pro seřízení trvající deset minut a výše. Při razantnějším zkracování časů seřízení na pouhé minuty a sekundy se využívají odvozené její odvozené metody. Jedná se o metodu Zero Changeover a One Touch Exchange of Dies, které jsou stručně popsány v následujících dvou kapitolách.



Obrázek 1-4: Obecný postup metody SMED [vlastní zpracování]

1.5. Metoda Zero changeover

Tato metoda je zdokonalení původní metody SMED. Jedná se o maximální redukci časů seřízení. Samotné seřízení díky této metodě trvá řádově minuty. V nejlepších případech se jedná pouze o sekundy. Jejím principem je vysoká automatizace procesu seřízení, ve kterém je co nejvíce potlačen lidský zásah do procesu. Tím se redukuje možný vznik chyb a rozptyl časů seřízení. Nevýhodou tohoto způsobu seřízení jsou vysoké investice. Příkladem vysokých investic je seřizování lisovacích forem. Jednotlivé formy lisu vyjíždí po automatických dopravnících jako celek a ve stejný moment přijíždí formy nové. Lidský zásah je pouze v nastavení potřebných pracovních parametrů pomocí ovládacích zařízení a manipulace s formami pomocí vysokozdvizných vozíků. Takto se sice dosáhne redukce lidského zásahu, ale náklady na realizaci tohoto způsobu seřízení jsou vysoké. [1]

1.6. Metoda One Touch Exchange of Dies

Stejně jako v předešlé metodě, tak i v této se délka seřízení stroje počítá v sekundách. Překlad této metody je výměna nástroje jedním dotekem, známá pod zkratkou OTED. Toho je možné dosáhnout tehdy, pokud seřízení celého stroje (popřípadě linky) probíhá pouze jedním jednoduchým úkonem. Pro docílení tohoto způsobu je nutná automatizace procesu seřízení. Aby bylo možné jedním pohybem (stisknutím tlačítka, uvolnění pojistky, nastavení jednoho potřebného parametru, apod.) stroj seřídít, je důležité se zabývat samotnou konstrukcí komponent, které podléhají seřizování. Příkladem může být výměna a seřízení obráběcích nástrojů. Pokud by nástroje měly společné prvky, jako jsou tvar, materiál a řezné podmínky, mohly by se využít pro více druhů výrobků. Ideálním výstupem by bylo nulové seřizování. [4]

1.7. Případová studie

Implementace metody SMED, a s ní související další podpůrné nástroje, může být realizována v nejrůznějších odvětvích výrobních a nevýrobních podniků. V rámci štíhlého zdravotnictví (angl. Lean Healthcare) se jedná o optimalizaci toků vyskytujících se ve zdravotnictví, které jsou podle zdroje [15] následující:

- Tok pacientů.
- Tok zaměstnanců.
- Tok léků a medikamentů.
- Tok dodávek.
- Tok informací.
- Tok zařízení a vybavení.
- Tok procesů.

Následná případová studie použitím metody SMED pro rychlou a efektivní přípravu operačních sálů. Jedná se o racionalizace dlouhých příprav operačních sálů v nemocnici Tomáše Bati ve Zlíně. V ní se nachází celkem 250 lůžek se 4 operačními sály. Problémy, které se zde vyskytovaly, se týkaly zbytečně dlouhých časů pro nalezení potřebných položek a vybavení v neuspořádaných a chaotických skladech. [15]

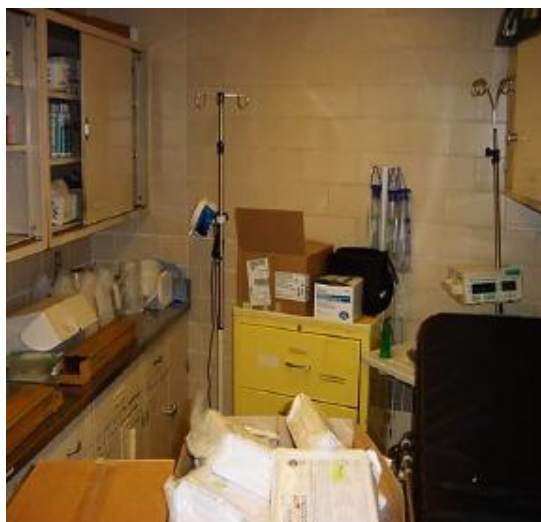
Při podrobné analýze jednotlivých procesů vykonávaných v rámci příprav operačních sálů se využilo procesních map, snímků pracovního dne a špagetových diagramů. Následně se identifikovaly interní a externí časy, které se posléze pomocí 5S a standardizace práce zefektivnily a podle zdroje [15] dosáhly následujících přínosů:

- 46% redukce času přípravy operace.
- 60% zvýšení produktivity na oddělení.
- Snížení manipulace s pacientem.
- Efektivní nakládání s pomocným materiálem.
- Eliminace čekání na informaci, materiál, personál a zařízení.

Na obrázku (viz Obrázek 1-5) je ukázka zefektivnění skladových prostor potřebného vybavení se zobrazením původního a zlepšeného stavu. Stejně tak ve druhém případě racionalizace skladu na obrázku (viz Obrázek 1-6), kde se například průměrný čas pro nalezení položky ve skladě snížil z průměrných 8 minut na 1 minutu.



Obrázek 1-5: Původní stav skladu 1 (vlevo) a zlepšený stav (vpravo) [15]



Obrázek 1-6: Původní stav skladu 2 (vlevo) a zlepšený stav (vpravo) [15]

2 Standardizace práce

Tato kapitola je zaměřena na popis principu a účelu standardů ve výrobním podniku. Dále je uveden jeden z příkladů základního druhu standardu.

2.1. Standardy

Všechny činnosti (procesy, procedury) vykonávané pracovníky v podniku se provádí podle přesně stanovených plánů a postupů. Pokud jsou zdokumentovány v příslušné formě, nazývají se standardy. [8]

Standardy se podle zdroje [8] rozdělují do dvou typů – manažerské a provozní. Manažerské standardy slouží pro řízení pracovníků a v oblasti administrativy. Jsou v nich popsány a zavedeny směrnice, administrativní předpisy, postupy při vyúčtování výdajů, apod. Naopak provozní standardy se zabývají převážně postupy, jak mají pracovníci vykonávat svoji práci, a tím dosahovat požadované kvality a uspokojení zákazníků.

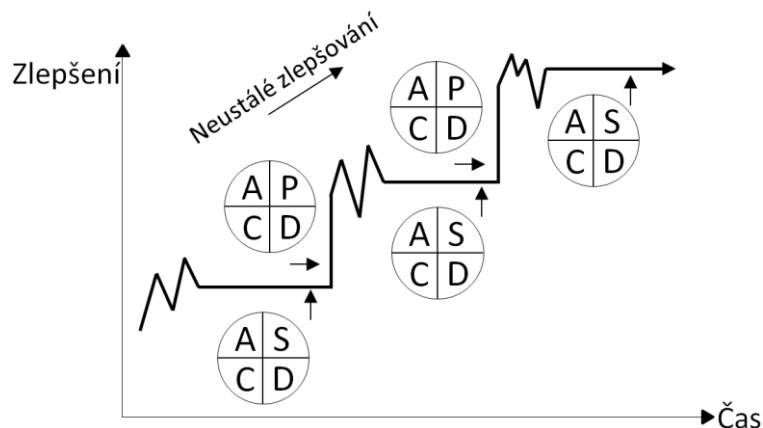
2.2. Účel standardizace

Účelem standardů je činnosti zjednodušit, zefektivnit a sjednotit. Tím se vytvoří přesný a jednotný postup práce, který všichni pracovníci provádí stejným způsobem. Pokud každý pracovník vykonává práci odlišně, je obtížné najít kořenovou příčinu případných problémů.

Tyto abnormality vznikají nedostatečným popsáním současného stavu. Pro jeho popsání se používá cyklus SDCA. Ten je zaměřen na stabilizaci procesu. Jeho zkratka je složena ze čtyř jednotlivých kroků popisující jeho implementaci. Podle zdroje [8] se jedná o kroky:

- Standardizovat (*Standard*).
- Dělat (*Do*).
- Kontrolovat (*Check*).
- Jednat (*Act*).

Pro docílení neustálého zlepšování a dlouhodobého a správného provádění zlepšeného stavu je nutno společně s nástrojem SDCA využívat nástroj PDCA. Jeho principem je pozvednutí současného stavu realizací zlepšení. Oproti předešlému cyklu se cyklus PDCA liší v prvním kroku. Aby podnik mohl zlepšení realizovat, je potřeba nejdříve zlepšující záměr naplánovat (angl. Plan). Společná implementace těchto cyklů je znázorněna na grafu (viz Graf 2-1). Ten ukazuje, jak se ze vzniklých abnormalit dostat na úroveň stabilního procesu a tento proces dále zlepšovat. [8]



Graf 2-1: Závislost mezi cykly SDCA a PDCA [8]

2.3. Jednobodové lekce

Jednobodová lekce (angl. One Point Lesson) je jednoduchý nástroj, který podporuje rozvoj znalostí pracovníků. Jedná se o standard, který pomocí vizuální podpory a jednoduchou slovní formou vysvětluje určitý problematický bod v procesu. Takto vytvořený dokument je vhodným materiálem pro zaškolování nových pracovníků a zvyšování kvalifikace stávajících pracovníků. V závislosti na druhu standardů se jednobodové lekce uplatňují nejen ve výrobě, ale také v administrativě a servisních procesech. Jako příklady využití je podle zdroje [14] možno uvést:

- Obsluha strojního zařízení.
- Postupy čištění, údržby a mazání.
- Postup práce při možném výskytu abnormalit.
- Kontrolní postupy.
- Pracovní a montážní návody.

Podle zdroje [14] se jednobodové lekce rozdělují do tří základních skupin:

- Jednobodové lekce zaměřené na znalosti pracovníků – standard poskytuje potřebné informace k provádění pracovní činnosti.
- Jednobodové lekce k řešení problémů – pomocí vizuální podpory lze definovat postupy, jak identifikovat a řešit vzniklé abnormality procesu.
- Jednobodové lekce zaměřené na zlepšování – tento druh slouží pro inspiraci pracovníků v podobě informování o výsledcích zavedených zlepšení.

3 Plánování a řízení výroby ve vztahu k seřizovacím časům

V této kapitole je definována výrobní dávka v závislosti na zkracování seřizovacích časů. Dále jsou zde uvedeny základní časové parametry a ukazatele, které jsou při zkracování seřizovacích časů ovlivňovány.

3.1. Výrobní dávka

Výrobní dávka udává množství součástí a dílů, které jsou buď zadávány do výroby, nebo naopak odváděny. Součásti a díly jsou v dávce opracovávány najednou nebo v těsném časovém sledu v závislosti na daných operacích. Velikost dávky určuje pružnost výroby. Snahou je velikost dávky snižovat pro zachování vysoké flexibility výroby. Pokud je ale velikost dávky snižována, musí být zároveň snižován také čas na seřízení. V případě, že by čas na seřízení dosahoval řádově několika hodin a při malých dávkách by se výroba musela seřizovat mnohem častěji, čas průběžné doby výroby by se prodlužoval. Tento fakt tedy vyjadřuje závislost mezi velikostí výrobních dávek a seřizovacími časy. Mezi výhody podle zdroje [10] malých dávek je kromě již zmíněné pružnosti výroby dále:

- Menší vázanost výrobních a manipulačních ploch.
- Menší náklady na skladování součástí a dílů.
- Zvyšování odolnosti výroby proti poruchám.

3.1.1. Minimální výrobní dávka

Výpočet minimální dávky se provádí podle kapacitního přístupu. Ten vychází z předpokladu, jehož cílem je dosažení přijatelného poměru mezi sumou potřebných časů na přípravy a zakončení operace a sumou potřebných časů na vlastní provádění operací. Podle zdroje [10] se minimální dávka vypočítá následovně:

$$a = \frac{t_{pz}}{d_v * t_k} \rightarrow d_v = \frac{t_{pz}}{a * t_k} \quad (3.1)$$

kde d_v velikost minimální dávky [ks]
 a empiricky daný koeficient v rozmezí 0,02 až 0,12 [-]
 t_{pz} čas na přípravu a zakončení [Nmin]
 t_k čas kusový – operační [Nmin]

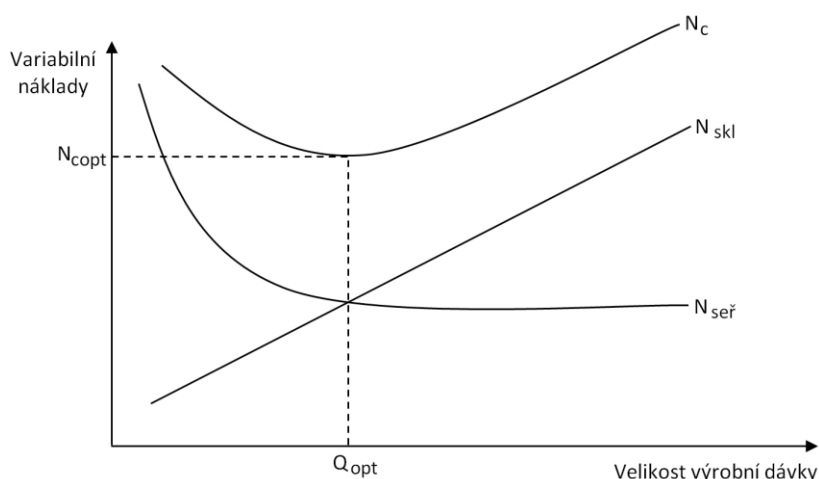
3.1.2. Optimální výrobní dávka

Pro stanovení optimální velikosti dávek je nutno vycházet s nákladového přístupu. V něm je potřeba uvažovat o délce trvání vlastních operací, délce příprav a seřízení jako v předešlém případě, ovšem při minimálních celkových nákladech. Celkové náklady jsou spojeny s přípravou a zakončením výroby a skladováním výrobní dávky. Podle zdroje [10] se optimální výrobní dávka stanoví jako:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 * N_{seř} * s}{N_{skl}}} \quad (3.2)$$

kde $N_{seř}$ náklady na přípravu a zakončení výroby (seřizování)
 N_{skl} náklady na udržování jednotky zásob za jednotku času, které jsou dány přímými variabilními náklady na výrobu součástí (materiál, energie, mzdy atd.) a skladovacími náklady
 s roční náklady na skladování [ks/čas]

Pro grafické znázornění momentu, kde velikost dávky v závislosti na náklady na seřizování a skladování je pro podnik nejpříznivější, je znázorněna na následujícím grafu (viz Graf 3-2).



3.2. Časy výroby

Tato kapitola popisuje důležité časové údaje, pomocí kterých lze popsat dobu výroby a dobu jednotlivých operací.

3.2.1. Celkový čas výroby

Celkový čas výroby (angl. Production Lead time, dále jen „PLT“) je doba, kterou potřebuje polotovar k transformaci na požadovaný výrobek v požadované kvalitě. Snahou je tento čas co nejvíce zkracovat například zkracováním seřizovacích časů. Problematikou zkracování PLT jsou omezující faktory. Mezi ně se řadí kapacita procesů a úzká místa ve výrobě. Proto je potřeba v první fázi snižování PLT nalézt tato omezení a zefektivnit je. [4]

V závislosti na vybraném úseku procesu výroby se čas PLT dělí na:

- Lead time zpracování – jedná se o čas od vložení materiálu na linku po dokončení na poslední operaci (není zde započítán čas surovin a hotových výrobků).
- Lead time linky – čas od vložení materiálu na linku po dokončení hotového výrobku.
- Lead time továrny – čas od zpracování materiálu na linkách výroby polotovarů a dílů po dokončení hotového výrobku na montážních linkách.
- Lead time dílů – čas od objednání dílů od dodavatelů po dodání těchto dílů do továrny.
- Lead time výroby – součet Lead time továrny + Lead time dílů.

Výpočet PLT je dán poměrem celkových zásob materiálu a průměrného denního prodeje. Pro stanovení těchto parametrů je potřeba získat informace o veškerém materiálu, který se nachází na pracovištích, linkách, v regálech, apod. Dále se zjistí rozpracovanost výroby a počet hotových výrobků, které čekají na expedici. Nakonec se stanoví pomocí kusovníků počet kusů, které lze zjistit z množství materiálu. Vzorec pro výpočet PLT je podle zdroje [4] následující:

$$PLT = \frac{Z}{P} * H \quad (3.3)$$

kde Z zásoba materiálu [ks]
P průměrný denní prodej [ks]
H ... počet pracovních hodin za den [hod/den]

3.2.2. Čas taktu

Čas taktu (angl. Tact time) je definován jako propustnost výroby. To znamená, že je to čas, v jakém tempu (rytmu) výroba plní požadavky stanovené zákazníkem. Takt je stanoven na základě výpočtu, který je definován v níže uvedeném vzorci. Obecně lze podle zdroje [1] definovat čas taktu jako vyrobený kus za časovou jednotku:

$$TT = \frac{H}{P} * 3600 \quad (3.4)$$

kde TT ... čas taktu [s/ks]
H počet pracovních hodin za den [hod/den]
P denní požadavek zákazníka [ks]

Příklad výpočtu taktu a stanovení, v jakém tempu má výroba plnit požadavky zákazníka, je znázorněn níže. [5] Výchozí hodnoty pro výpočet jsou uvedené v tabulce (viz Tabulka 3-1).

Roční požadavek zákazníka [ks/rok]	500 000
Počet výrobních dní za rok [dny/rok]	252

Tabulka 3-1: Hodnoty pro výpočet času taktu [5]

Z následujících výpočtů se stanoví požadovaný takt.

- Počet pracovních hodin za den.....18,33 hod
- Počet pracovních hodin za týden.....18,33 * 5 = 91,67 hod
- Počet pracovních minut za týden.....91,67 * 60 = 5500,2 min
- Požadavek zákazníka za týden.....500 000 ks / 52 týdnů = 9615 ks
- Požadovaný čas taktu.....(5500,2 * 60) / 9615 ks = **34,3 s / ks**

Pokud má výroba uspokojit roční požadavek zákazníka 500 000 kusů, je potřeba každých 34,3 sekund vyrobit jeden kus v požadované kvalitě. Čas taktu je ovšem pouze teoretická hodnota, jelikož nejsou v něm započítány zpoždění, prostoje a další plýtvání vznikající v průběhu výroby. Takto vypočtený čas by bylo možné realizovat v ideální výrobě. Pro stanovení skutečného času taktu výroby se využívá tzv. Čas cyklu, který je popsán v následující kapitole. [5]

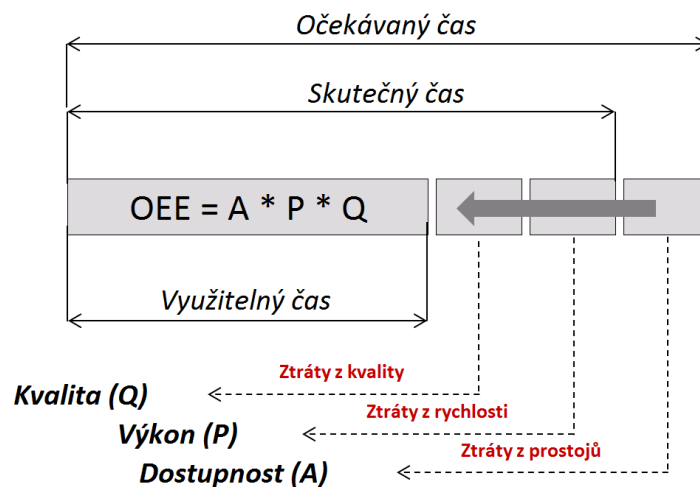
3.2.3. Čas cyklu

Čas cyklu (angl. Cycle time) je definován jako skutečný čas operace, kterou pracovník nebo stroj potřebují na dokončení pracovních úkonů. Tento je zmenšen o neefektivnosti či jiné abnormality v procesu. Pro čas cyklu tedy platí, že je menší, nebo roven času taktu. V případě, že čas cyklu bude vyšší, než čas taktu, výroba nebude schopna z kapacitních důvodů vyrábět. Jelikož rovnost mezi časem cyklu a časem taktu je obtížně dosažitelná, snahou podniků je co nejvíce se času taktu alespoň přibližovat. Jestliže na výrobních linkách dochází k velkým výkyvům časů cyklů operací, je důležité zajistit jejich rovnoměrné rozložení. Tomuto procesu se říká balancování linky. Pokud je linka dobře vybalancovaná, tok materiálu je plynulejší a plýtvání ve formě čekání a vysokých mezioperačních zásob je minimální nebo v ideálním případě žádné. [6]

3.3. Celková efektivnost zařízení

Celková efektivnost zařízení (angl. Overall Equipment Efficiency, dále jen „OEE“) je důležitým ukazatelem ve štíhlé výrobě. Ukazatel se skládá ze součinu tří složek, kterými stroje a zařízení ve výrobě disponují. Tyto složky ovlivňují celkovou výslednou efektivitu zařízení, jak je zobrazeno na obrázku (viz Obrázek 3-7). Vyhodnocují se buď jako celkový ukazatel efektivnosti, nebo jako samostatné složky. Důvodem výpočtu efektivnosti zařízení je zvýšení produktivity výroby, identifikace a kvantifikace plýtvání. [6] Vyhodnocované složky ukazatele OEE jsou:

- Kvalita (*Quality*).
- Výkon (*Performance*).
- Dostupnost (*Availability*).



Obrázek 3-7: OEE - dostupnost, výkon a kvalita [1]

Kvalita

Kvalita je definována podílem vyrobených kusů v požadované kvalitě a celkovým počtem vyrobených kusů. Tento ukazatel je tedy ovlivněn defekty, čili jedním z druhů plýtvání ve výrobě. Obecně kvalita sleduje výstupy z výroby ve formě vyrobených výrobků. [6] Příklad výpočtu je znázorněn na následující rovnici:

$$Qv = \frac{Q_c - Z}{Q_c} * 100 \quad (3.5)$$

kde Q_v ... parametr kvality [%]
 Q_c celkový počet vyrobených kusů [ks]
 Z počet zmetků [ks]

Výkon

Výkon zařízení vypovídá o tom, jak probíhá výroba vůči nastavenému plánu. To znamená, že do poměru spadá skutečnost a stanovený plán. Skutečnost je skutečný počet vyrobených kusů, zatímco stanovený plán je normované množství vyrobených kusů. [6] Výpočet vypadá následovně:

$$P = \frac{t_c * Q}{t_p} * 100 \quad (3.6)$$

kde P ... parametr výkonu [%]
Q ... počet vyrobených kusů [ks]
t_c ideální doba cyklu [min/ks]
t_p provozní doba [min]

Dostupnost

Dostupnost závisí na prostojích, které vzniknou na zařízení. Může se jednat nejen o neočekávané poruchy a údržbu stroje, ale také o délku seřizovacích časů. Při zkrácení doby seřízení se zvýší skutečný čas chodu stroje. [6] Princip výpočtu dostupnosti je následující:

$$A = \frac{t_o - t_{ps}}{t_o} * 100 \quad (3.7)$$

kde A ... parametr dostupnosti [%]
t_o očekávaný čas výroby [min]
t_{ps} ... čas prostojů a seřízení [min]

Z výše popsaných parametrů ukazatele OEE je možné odvodit ztráty, které tento ukazatel ovlivňují a snižují jeho hodnotu. Proto je známo šest druhů ztrát, které na výrobních zařízeních mohou vzniknout. Podle zdroje [6] se jedná o ztráty:

- a) Ztráty z důvodu prostojů (ovlivňují dostupnost zařízení).
 - Náhlá porucha.
 - Seřizování, nastavování.
- b) Ztráty rychlosti (ovlivňují výkon stroje).
 - Zmenšení rychlosti.
 - Drobná přerušení.
- c) Ztráty kvality (ovlivňují kvalitu výrobků).
 - Defekty v rámci procesu.
 - Výrobky, které jsou zamítnuty nebo poslány na přepracování.

3.3.1. Vztah OEE a taktu výroby

Vztah mezi OEE a časem taktu spočívá v jejich vzájemném ovlivnění. Při snížení OEE se zkrátí čas taktu a výroba se musí tomuto zkrácenému času taktu přizpůsobit. Příkladem z praxe může být následující. Stanovený takt stroje je 34s a snížené OEE na 80% z důvodů prostojů. Čas taktu klesne na 27s (0,8*34). Takt se snížil z důvodů snížení dostupnosti zařízení. Pokud výrobní kapacity nebudou schopny se zkrácenému času taktu přizpůsobit, vzniknou problémy v nedodržení plánovaného počtu kusů a nenaplnění požadavků zákazníka. Jelikož je takt, jak bylo zmíněno v předešlé kapitole (viz Kapitola 3.2.2), vypočten v závislosti na dostupném výrobním čase, snížená dostupnost stroje bude mít za následek menší vyrobené množství výrobků, pokud nedojde k přizpůsobení se a možnosti vyrábět ve sníženém taktu. [6]

3.3.2. Příklad výpočtu OEE

Cílem tohoto příkladu výpočtu je spočítat celkový ukazatel OEE a zjistit, na jaký jeho parametr je potřeba se zaměřit a zlepšit. V následující tabulce (viz Tabulka 3-2) jsou uvedeny vstupní hodnoty pro výpočet. [6]

Očekávaný čas výroby	20,5 hodin (třisměnný provoz)
Neplánované prostoje a seřízení	1,5 hodiny
Čas cyklu	30s/1ks
Celkový počet vyrobených kusů	2020ks
Počet zmetků	50ks

Tabulka 3-2: Vstupní hodnoty pro výpočet OEE [6]

Ze zadaných hodnot se vypočítají jednotlivé složky OEE.

$$A = \frac{t_o - t_{ps}}{t_o} = \frac{(20,5 - 1,5)}{20,5} = 0,927 = 92,7\%$$

$$P = \frac{t_c * Q}{t_p} = \frac{2020}{[(20,5 - 1,5) * (3600/30)]} = 0,886 = 88,6\%$$

$$Q = \frac{Q_c - Z}{Q_c} = \frac{2020 - 50}{2020} = 0,975 = 97,5\%$$

Nyní je možné vypočítat celkovou efektivnost zařízení vynásobením všech dílčích složek.

$$OEE = A * P * Q = 0,927 * 0,886 * 0,975 = 0,801 = \mathbf{80,1\%}$$

Celková efektivnost zařízení je 80,1%. Vysokých hodnot dosahuje kvalita zařízení. Její hodnota je 97,5%. Ta je dána z důvodu malého počtu zmetků v závislosti na celkovém počtu vyrobeným kusů. Naopak nejmenší hodnoty dosahuje výkon zařízení, u kterého je nejvyšší potenciál na zlepšení. Ztráty z výkonu dosahují 11,4%. Jedním z důvodů sníženého výkonu stroje jsou neplánované prostoje, které dosahují hodnoty 1,5 hodin. Tímto jednoduchým výpočtem je možné identifikovat a kvantifikovat výši ztrát. [6]

4 Klasifikace a způsoby eliminace plýtvání

Tato kapitole se zaměřuje na popis, jak je možné veškeré plýtvání charakterizovat a klasifikovat. Následně jsou zde uvedeny nástroje, pomocí kterých lze plýtvání redukovat či zcela eliminovat.

4.1. Klasifikace plýtvání

Plýtvání je charakterizováno mnoha způsoby a je jen na konkrétním podniku, jak k němu bude přistupovat. Obecně se jedná o veškeré činnosti vykonávané v podniku, které podnik stojí peníze a nepřidávají žádnou hodnotu na výrobcích a službách. V TPS je plýtvání možno definovat pomocí modelů 3MU, 4M a 8 druhů plýtvání, které jsou v následujících kapitolách podrobně popsány.

4.1.1. 3MU model

Štíhlá výroba se snaží získat rovnováhu mezi pracovní zátěží a kapacitou. Proto je potřeba stanovit optimální množství a kapacity ve složkách podporující a realizující výrobu. Jedná se o správné množství produktů podle jednotlivých požadavků zákazníka, počet strojů, počet pracovníků a optimální množství materiálu. To vše je potřeba, aby došlo k naplnění požadavků zákazníka. Pro tyto parametry Japonci zavedli pojem 3MU, který je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 4-8). Tento model zahrnuje podle zdroje [4] následující pojmy:

- *Muda* – kapacita je větší než pracovní zátěž (plýtvání).
- *Muri* – pracovní zátěž je větší než kapacita (přetížení strojů a pracovníků).
- *Mura* – nerovnoměrná kapacita (nerovnoměrnost).

Muda

Muda vyjadřuje osm typů ztrát, které jsou popsány v následující kapitole (viz Kapitola 4.1.3). Jedná se o stav, kdy není vytvořena přidaná hodnota. Jde tedy o činnosti, které prodlužují průběh celé výroby. [2] Aby bylo možné tyto činnosti identifikovat, je potřeba je rozdělit na tři skupiny:

- Činnosti přidávající hodnotu (Value Added – VA).
- Činnosti nepřidávající hodnotu (Non Value Added – NVA).
- Činnosti částečně přidávající hodnotu (Semi Value Added – SVA).

V návaznosti na rozdělení činností se vyskytující plýtvání dělí na skryté a zjevné. Zjevné plýtvání je zcela nepotřebné pro finální produkt z hlediska přidané hodnoty. Jedná se o plýtvání, které se nepodílí na jejím vzniku. Ve výrobním procesu je tento druh plýtvání snazší identifikovat a je potřeba jej následně ihned eliminovat. [2]

Skryté plýtvání jsou činnosti, které produktu přidanou hodnotu nepřinášejí, ale jsou nezbytné pro realizaci činností, které naopak hodnotu na produktu vytvářejí. Snahou je tyto činnosti minimalizovat, neboť není možné je zcela odstranit z důvodu jejich vazby na činnosti přidávající hodnotu. Mezi skryté plýtvání patří například výměna nástrojů pro produkci odlišných výrobků nebo čištění pracovního prostoru stroje. [2]

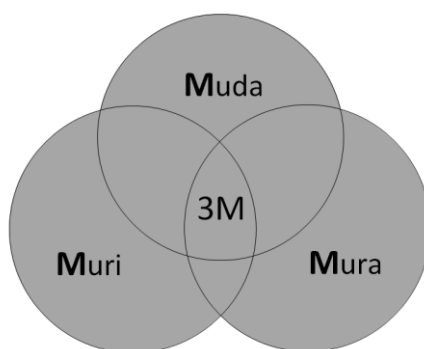
Muri

Nadměrné přetěžování lidí a strojů popisuje pojem muri. Přetěžování výrobních zdrojů má negativní dopad na bezpečnost a kvalitu. Výsledkem přetěžování je z hlediska strojů vznik poruch a zmetků, z hlediska lidí se jedná o fyzicky náročnou práci a neergonomické pracovní polohy. [2]

Mura

Posledním pojmem je mura neboli nevyrovnanost výroby. Nevyrovnanost nastává při vzniku špiček v poptávkách zákazníků a trhu. To znamená, že objem výroby je větší, než pracovní síla nebo stroje dokáží zvládnout, a naopak, kdy objem výroby je příliš malý a zdroje výroby jsou nevyužity. Problémy při nevyrovnané výrobě jsou například absence andonů, kontrolních panelů, kolísání zařízení a nesledování tempa výroby. Odstranění nevyváženosti má podstatný význam, pomocí kterého je možné vyloučit mudu a muri. Identifikace a odstranění ztrát je nejběžnější způsob při implementaci metod štíhlé výroby. K docílení vyváženého toku výroby je potřeba se zaměřit na nevyváženost a řešit ji pomocí koncepce heijunka, která na základě poptávky zákazníků nastaví harmonogram výroby pro vyrovnané využití pracovní zátěže. [2] Pomáhá řešit nadměrné a naopak nedostatečné využívání zdrojů, které vede k nedosažení:

- Jakosti na produktu či službě.
- Standardizaci práce
- Produktivity a neustálého zlepšování

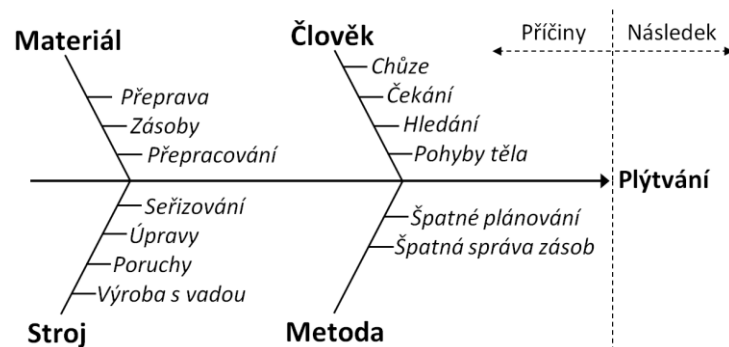


Obrázek 4-8: Koncept modelu 3M [vlastní zpracování]

4.1.2. 4M model

Klasifikace plýtvání z hlediska modelu 4M je určení příčin a následků plýtvání ve výrobě pomocí Ishikawova diagramu (angl. Fishbone), který je znázorněn na obrázku (viz Obrázek 4-9). V něm jsou jednotlivá plýtvání vztažena a rozdělena podle původu vzniku. Základní původy vzniku plýtvání jsou dle zdroje [4]:

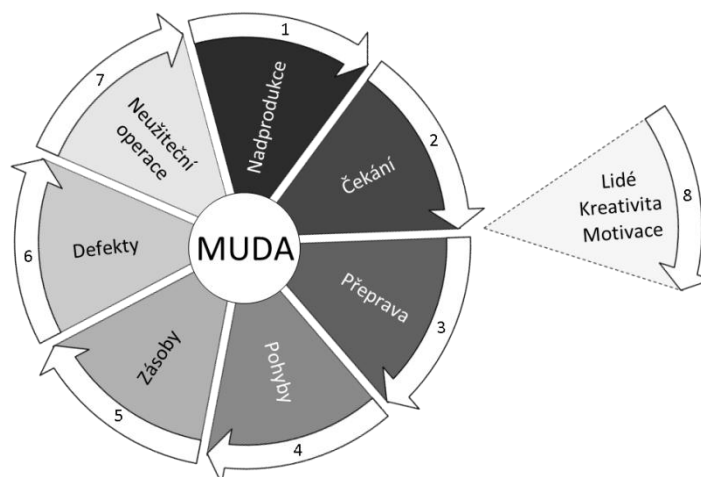
- Člověk (*Man*).
- Stroj (*Machine*).
- Materiál (*Material*).
- Metoda vykonávané práce (*Method of work*).



Obrázek 4-9: Ishikawův diagram modelu plýtvání 4M [vlastní zpracování]

4.1.3. Model 8 druhů plýtvání

Plýtvání způsobuje ve výrobě negativní dopady v mnoha oblastech. Jedná se o prodlužování průběžné doby výroby, zvyšování nákladů na výrobu, zbytečné činnosti způsobující pracovní zátěže. V základním pojetí typů plýtvání je popsáno 7 druhů. Tento koncept je dále rozšířen o další typ plýtvání. Tím vzniká 8 druhů plýtvání, která jsou zobrazeny na obrázku (viz Obrázek 4-10). [4]



Obrázek 4-10: 8 druhů plýtvání [vlastní zpracování]

Nadprodukce

Nadprodukce je nejhorším typem plýtvání. V něm se produkuje takového množství výrobků, které příliš brzy či příliš rychle převyšují objednávku. Je nutné dodržovat zásadu, že zákazník dostane pouze to, co přesně požadoval. Jednoduše řečeno, nadprodukce znamená výrobu produktů, které si zákazník neobjednal. Podnik poté tyto nadbytečné výrobky musí uskladňovat. To přináší zvyšování nákladů na skladování a zabrání skladových ploch. Mylná představa je, že se všechny naskladněné výrobky prodají. Toto tvrzení vzniká například na základě analýz typu MRP (plánování materiálových potřeb výroby) stanovené při plánování. Podnik ale nemá jistotu, jestli bude dostatečný odbyt pro nadbytečné výrobky. Mezitím došlo k vynaložení výše zmíněných nákladů a možnosti poškození výrobků. [4] Z těchto důvodů vede nadprodukce k těmto negativním důsledkům:

- Zvýšení zásob (sekundární odpad).
- Zpomalení výrobního procesu.
- Snížení plánované flexibility výroby.
- Zvýšení nepřímých nákladů – doprava, inspekce.
- Zbytečné využití pracovníků v pracovním procesu.

Pro vyřešení nadprodukce je nutné znát příčiny vzniku, které jsou:

- Vysoké kapacity zařízení.
- Velkosériová výroba.
- Nákup materiálu a potřebných dílů v časovém předstihu.
- Ve výrobě není určené standardní množství.

Možná eliminace nadprodukce může být provedena pomocí těchto metod:

- Rychlá výměna nástroje – SMED (viz Kapitola 8).

- Vyvážení výroby – Heijunka.
- Pohybu součástí mezi operacemi pomocí toku jednoho kusu – One piece flow.

Čekání

Jedná se o nejpomalejší druh plýtvání. Čekání se netýká pouze pracovníků, ale i strojů. Celkové ztrátové časy mohou být způsobovány prostoji ve výrobě či špatně stanovenou technologií. Nejhorší příčina těchto ztrát je například čekání na dokumenty potřebné pro danou technologickou operaci či zbytečné hledání nástrojů. Pokud je ale čekání nevyhnutelné, je třeba maximálně využít nečinnosti strojů nebo pracovníků paralelními činnostmi. Například pracovník, který je nucen čekat na dokončení operace na stroji, může využít čas pro přípravu nástrojů, náradí či dokumentů tak, aby tyto činnosti nemusel provádět v době, kdy je to nepřijatelné. [4] Plýtvání z čekání může být způsobeno těmito příčinami:

- Špatná preventivní údržba.
- Nedostatek dokumentace ve formě návodů a postupů pro technologické operace (žádná nebo minimální standardizace).
- Nepořádek na pracovišti (viz Kapitola 10).

Pro redukci těchto ztrátových časů existují v průmyslovém inženýrství nástroje a metody, které slouží k jejich redukci. Pomocí nich je možné odstranit zbytečné hledání potřebných nástrojů a dokumentů nebo ošetření chyb z nepozornosti pracovníků, které vedou k prodlužování pracovních úkonů. [4] Mezi metody k redukci čekání lze zařadit:

- SMED.
- Preventivní a prediktivní údržby zařízení a strojů (TPM).
- 5S.
- Zmenšení neúmyslných chyb způsobené pracovníky (Poka Yoke).

Čekání je úzce spojeno s časem taktu výroby. Podle měnicího se taktu výroby je možné zjistit, jakých hodnot dosahuje plýtvání z čekání. Tento čas je ale bohužel vedoucími pracovníky často přehlížen, a tím se původ čekání neřeší ihned po jeho vzniku. [4]

Přeprava

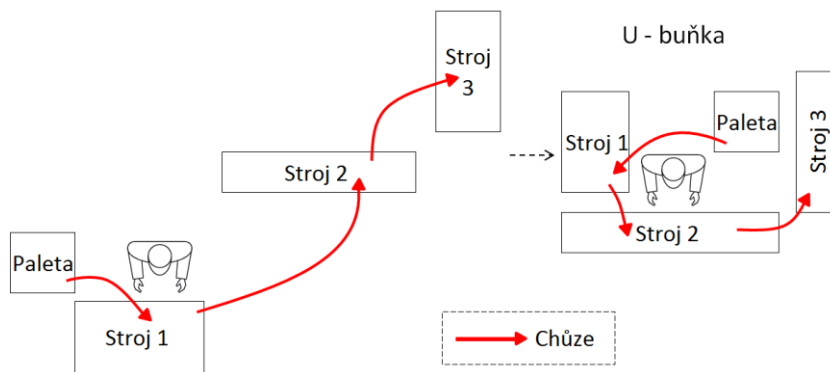
Přeprava představuje nejdelší druh plýtvání. Jedná se o přepravu materiálu, polotovárů, hotových či rozpracovaných výrobků, která neprobíhá pouze přímo ve výrobě, ale i v jejím blízkém okolí mezi jednotlivými výrobními halami a předběžnými a konečnými sklady. Tento druh plýtvání je v úzké vazbě s nadprodukcí. Při velkých zásobách výrobků je nutno více využívat dopravních prostředků k jejich přemístování. Z hlediska přepravy je nutné s touto nevyhnutelnou činností počítat už ve fázi projektování. Je nutné vytvořit optimální dispoziční řešení výrobních a skladových prostor tak, aby se dopravní cesty zbytečně nekřížily a nezpůsobovaly zasekávání na dopravních cestách. Dle zdroje [4] jsou příčiny tvorby plýtvání z přepravy:

- Špatně navržený layout výrobní haly nebo pracoviště.
- Velké zásoby.
- Utkvělá myšlenka, že přeprava je vždy nevyhnutelná.

Přepravu lze zredukovat či do jisté míry odstranit několika nástroji, jako jsou:

- Uspořádání tvaru výrobní buňky do U – buňky.
- Analýza a nastavení materiálového toku metodou VSM (Value Stream Mapping).
- Vizualizace pohybů pracovníka v pracovním procesu pomocí špagetového diagramu.

V případě realizace U-buněk, jejichž schéma je zobrazeno na obrázku (viz Obrázek 4-11), vzniká menší manipulační a pracovní prostor pro pracovníka. To má za následek zmenšení přepravovacích délek a zabránění zbytečné chůze a pracovních pohybů. Je nutné dbát na dostatečný prostor pro manipulační vozíky, polohu palet vůči manipulačním a logistickým cestám. Dále je potřeba zajistit dostatečně velký dostupný prostor v okolí strojů v případě jejich údržby a opravy. [4]



Obrázek 4-11: Rozmístění strojů do tvaru U [vlastní zpracování]

Pohyby

Nejčastější plýtvání ve výrobě jsou zbytečné pohyby pracovníků. Ty jsou typickým představitelem činností nepřidávající produktu hodnotu. Jedná se například o chůzi pro potřebné nástroje a pomůcky, či zbytečné přechody mezi jednotlivými výrobními odděleními. Chůze pracovníků je v úzké spojitosti s dispozičním rozložením výrobní haly a celého podniku. [4] Příčiny způsobující zbytečné pohyby jsou:

- Nedostatečná či špatná kvalifikace pracovníků a chybějící trénink.
- Špatný layout.
- Nedostatek pracovních standardů a norem.

Nástroje eliminující nadbytečné pohyby pracovníků jsou:

- Pohybovat se co nejvíce ve směru toku materiálu.
- U – buňky.
- 5S.
- Trénink a školení pracovníků.
- Přezkoumat stávající standardy, postupy a návody.

Zásoby

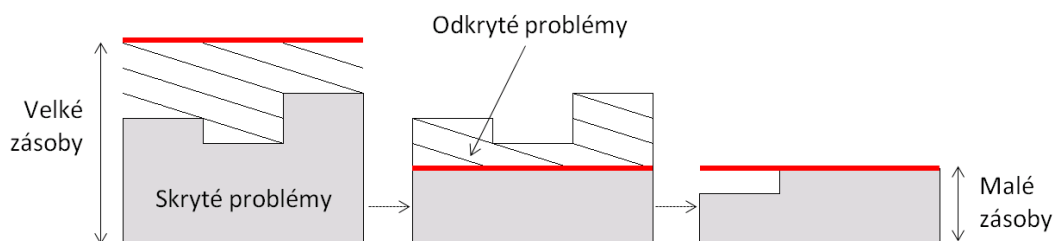
Zásoby jsou největším plýtváním v podniku, jelikož v zásobách mohou mít podniky až 50% celkového jmění. Existence velkých zásob vede ke zvyšování nákladů pro skladování a zabránění skladových prostor. Z hlediska nákladů na skladování se jedná o náklady na manipulaci se zásobami, skladníky, provoz skladu apod. Hlavní příčinou tvorby zásob je obava podniku, že při nedostatku zásob nedokáže obstarat výrobní procesy potřebným materiálem, surovinami a polotovary. Tato příčina se stává rizikem při zavádění flexibilní výroby, která má za úkol rychle se přizpůsobovat měnícím se požadavkům trhu a zákazníků. [4]

Dalšími příčinami jsou:

- Procesy na začátku výrobního procesu jsou rychlejší, než procesy blížící se ke konci.
- Velkosériová výroba.

Eliminaci zásob je možné řešit metodou Just In Time. Tato metoda pouští potřebný materiál, polotovary a suroviny do výroby právě včas, kdy je to potřeba. Nevýhodou je možné zpoždění dodávky potřebného vstupního materiálu, a tím prodloužení výrobních časů. Výhodou při nasazení této metody je nalezení skrytých problémů ve výrobě v podobě špatně nastavených kapacit, nevyvážené výroby, nepravidelného dodávání materiálu a odkrytí příčin vzniku zmetků. Tyto problémy podnik nevnímá, protože příliš velké zásoby je překrývají, a tím jsou pro podnik neviditelné. Pokud je ale plýtvání ze zásob redukováno, je možná eliminace těchto problémů. Princip skrytých problémů je znázorněn na obrázku (viz Obrázek 4-12). Další způsoby redukce zásob jsou podle zdroje [3]:

- U – buňky.
- Využití systému Kanban.
- Vyrovnání činností ve výrobním procesu (Heijunka).



Obrázek 4-12: Odkrytí problémů snížením zásob [vlastní zpracování]

Defekty

Plýtvání nejnižší úrovně jsou vady způsobené na výrobku. Vady a jejich negativní dopad na podnik charakterizuje pojem COQP (Cost of Poor Quality). Jedná se o náklady, které výrobku nepřinášejí přidanou hodnotu. To znamená, že zákazník za ně nezaplatí. Tyto náklady jsou vynaloženy na následné opravy defektů. Defekty mohou vznikat přímo ve výrobě nebo v horším případě u zákazníka. Pokud zákazník vadu objeví, pro podnik to může v krajním případě znamenat ztrátu zákazníka. [4] V závislosti se vznikem vady se náklady na jejich vyřešení rozdělují na interní, externí a preventivní.

Interními náklady se rozumí náklady na opravu a přepracování výrobku před dodáním výrobku zákazníkovi. Jinak řečeno, defekt je odhalen v průběhu výroby. Ztráty tvoří vynaložené finanční prostředky na opravu a prodloužení průběžné doby výroby. Podnik tím ohrožuje dodání produktu zákazníkovi v předem stanoveném termínu. [4]

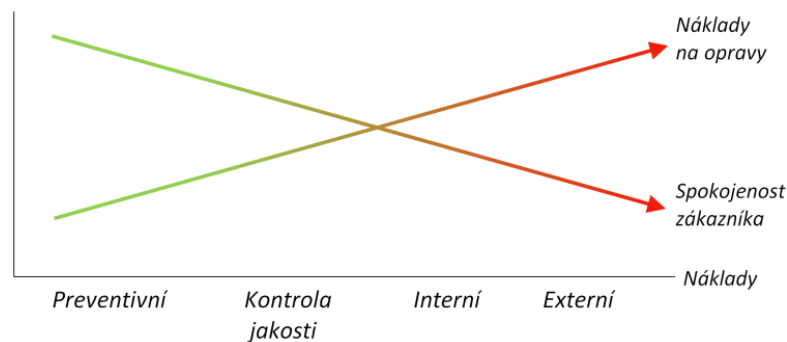
Externí náklady jsou nejzávažnějším případem. Vada je objevena zákazníkem po dodání výrobku. Tím začíná nákladný a časově náročný proces na opravu výrobku. Tyto náklady tvoří:

- Ztráta příjmů zákazníka.
- Opravy a přepracování výrobku.
- Peněžní postihy za vzniklé vady.
- Právní činnosti.

Preventivní náklady se realizují ve výrobě před dodáním výrobku. Vynaložené náklady slouží k zabránění možného vzniku defektu na výrobku. Příčiny možnosti vzniku tohoto druhu plýtvání jsou špatné pracovní postupy a zavedené standardy, nedostatečná kvalifikace pracovníků a špatný stav strojů a zařízení. K eliminaci vad lze dle zdroje [4] využít následujících nástrojů a metod:

- Snížení neúmyslných chyb způsobené pracovníky (Poka Yoke).
- Detekce vady strojem při zajištěné autonomnosti pracoviště (Jidoka).
- Identifikace možného vzniku vady pomocí analytické metody FMEA a stromu poruch FTA.
- Aplikace PDCA (DMAIC) cyklu.
- Plán kontrol.

Podniku musí být známo, že náklady je třeba vynakládat na preventivní školení zaměstnanců, a následně vytvořit ucelený systém výroby, který bude produkovat optimálně nulové vady. Musí usilovat o spokojenost svých zákazníků, a tím zmenšení zbytečných nákladů na řešení škod vzniklé odhalením vad. V případě vynakládání preventivních nákladů je spokojenost zákazníka maximální a náklady na pozdější opravy minimální. U externích nákladů je tomu naopak. Princip tohoto přístupu je znázorněn na grafu (viz Graf 4-3). [4]



Graf 4-3: Náklady na kvalitu produktu [vlastní zpracování]

Neužitečné operace

Plýtvání v podobě neužitečných operací je pro podnik velký problém. Tyto operace vznikají nedostatečným popsáním výrobních procesů. Správná identifikace a standardizace činností, jsou hlavním faktorem ke snížení neužitečných operací. Jedná se o činnosti, které z části přidávají hodnotu na finálním produktu, ale výroba se může obejít i bez nich. Hlavním negativním dopadem tohoto plýtvání je nadměrné opracování výrobku. Zákazník dostane výrobek, který svojí kvalitou převyšuje jeho předem stanovené požadavky. Za takto nadměrně zvýšenou kvalitu nemusí být ochoten výrobek zaplatit. Podnik tak nesplnil požadavky stanovené zákazníkem a z výrobku se stává zmetek. Aby se podnik těmto problémům vyhnul, tak všechny potřebné činnosti ve výrobním procesu musí být důkladně analyzovány, popsány a standardizovány. [4] Pokud v podniku neužitečné operace a nadměrné opracování vzniká, je možno jej odstranit:

- Zvýšenou automatizací činností.
- Normalizovanými pokyny a postupy činností.
- Průběžnými kontrolami.

Lidé, kreativita, motivace

Posledním druhem plýtvání je nevyužití potenciálu a kreativity pracovníků. Dnešní přístup řízení výroby nevyžaduje pouze systematické plnění úkolů od podřízených pracovníků. Vedoucí pracovníci musí motivovat podřízené k vykonávání dalších aktivit a využívat jejich potenciál, který může napomoci k neustálému zlepšování. [4]

4.2. Nástroje pro kvantifikaci a eliminaci plýtvání

V této kapitole jsou popsány základní metody a analýzy, pomocí kterých lze plýtvání identifikovat, odstranit, a tím docílit zkracování seřizovacích časů.

4.2.1. Procesní analýza

Pro názornější zobrazení procesu se využívá procesní analýzy. Jejím výstupem je procesní diagram. Ten graficky popíše veškeré činnosti v procesu a definuje jejich vzájemné vztahy, duplicity, a také naopak chybějící činnosti. Jednotlivé činnosti jsou seřazeny v chronologickém sledu podle postupu daného procesu a následně rozděleny na tři skupiny činností – přidávající, částečně přidávající a nepřidávající hodnotu. Toto členění je závislé na druhu činností, které jsou podle zdroje [4] operace, transport, kontrola, čekání, skladování a manipulace.

Operace

Do této kategorie spadají veškeré činnosti, které vytváří přidanou hodnotu na výrobku. Jedná se o činnosti, při kterých se především mění tvar či vzhled výrobku. Příkladem může být obrábění, barvení, apod.

Transport

Při transportu se výrobek přesouvá za určitý čas o určitou vzdálenost. V procesním diagramu se při výskytu tohoto druhu činnosti zapisuje také vzdálenost, kterou výrobek vykonal.

Kontrola

Do kontrolních činností se řadí činnosti, při kterých se například kontrolují pracovní parametry strojů v době jejich činnosti, kontrola technologických postupů a výrobek, jestli neobsahuje defekty. Kontrola může být vizuální nebo pomocí měřidel.

Zpoždění (čekání)

Čekání se vyskytuje u činností, kde pracovník například čeká na výdej potřebného náradí, výrobek čeká na další zpracování nebo dochází k neplánovanému shromažďování materiálu.







Skladování

Skladování se týká uskladnění hotových výrobků, rozpracovaných výrobků, polotovarů, apod. v dočasných nebo trvalých skladech.

Manipulace

Tato kategorie se liší od transportu tím, že zde je výrobek například přebalován, rovnán do stohů nebo přemísťování na vzdálenost menší, než 3 metry.

Cílem procesní analýzy je snížení počet jednotlivých kroků v procesu, počet činností nepřidávající hodnotu a zjednodušení procesu. Pro schematické vyjádření procesního diagramu se podle zdroje [11] používá soubor značek, které jsou rozšířeny v mezinárodním měřítku. Jednotlivé značky zobrazené v tabulce (viz Tabulka 4-3) se v procesním diagramu vizuálně propojí čarou. Toto propojení lépe poukazuje na nepřímou sledu činností a výskyt plýtvání.

Činnost	Symbol	Druh činnosti
Operace		Přidávající hodnotu VA Částečně přidávající hodnotu SVA
Transport		Nepřidávající hodnotu (plýtvání) NVA
Kontrola		
Čekání		
Skladování		
Manipulace		

Tabulka 4-3: Symboly využívané v procesní analýze [11]

4.2.2. Analýza ECRS a 5W1H

Metoda ECRS slouží k optimalizaci a redukci činností. Její použití je možné aplikovat pro všechny oblasti podniku. Cílem metody je činnosti zjednodušit a snížit jejich počet pomocí čtyř hlavních kroků, které jsou podle zdroje [16] následující:

- Eliminace (*Eliminate*) činností nepřidávající hodnotu.
- Kombinace (*Combination*) činností.
- Přerozdělení (*Redistribution*) činností.
- Zjednodušení (*Simplify*) činností.

Eliminace

Eliminací se zcela odstraní takové činnosti, které nepřidávají hodnotu daného procesu a způsobují plýtvání. Cílem tohoto kroku je snížení počtu činností, které jsou v procesu vykonávány. Dle zdroje [16] je nutné se zaměřit na tyto otázky a možnosti řešení:

- Jaká je míra přidané hodnoty u konkrétních pohybů?
- Možnost zlepšení přehlednosti a hledání nástrojů pomocí 5S.
- Možnost dosažení přirozenějších pohybů.
- Jaké překážky je třeba odstranit, aby se zvýšila bezpečnost?

Kombinace

Při kombinaci činností je nutné rozebrat operace či procesy na jednotlivé elementární úseky a ty následně analyzovat. Cílem je nalézt takové činnosti, které lze spojit a vykonávat paralelně. Toho lze dosáhnout podle zdroje [16] následovně:

- Použitím obou rukou.
- Možností použití nohou.
- Využitím dalších operací při zpětných pohybech.

Přerozdělení

Přerozdělením činností se změní jejich pořadí. Původní způsob práce je stále zachován. Možnou změnu sledu činností lze provést podle zdroje [16] tehdy, jestliže:

- Existují další způsoby, jak provést tentýž proces?
- Je možné snížit počet pohybů změnou pracoviště?
- Změna způsobu používání rukou.

Zjednodušení

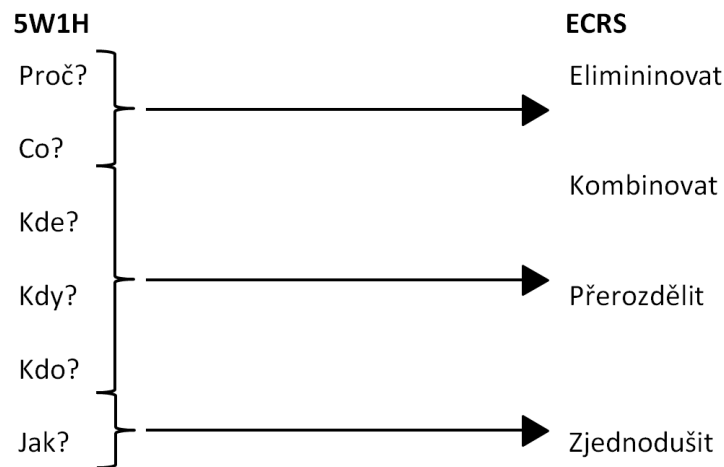
Zjednodušení činností je z části uvedeno v předešlé kapitole. Pomocí přípravků, upínek a dalších nástrojů lze činnosti zjednodušit, zrychlit a zmenšit riziko chyby z postupu a potřebný čas na jejich vykonání. Snížení náročnosti činností lze dle zdroje [16] provést:

- Využitím přírodních sil – gravitace a setrvačné síly.
- Zlepšením pracovní výšky a postoje těla z hlediska ergonomie.
- Pomocí nástrojů pro ulehčení rotačních pohybů.

Společně s analýzou ECRS se k řešení daného problému přistupuje metodou 5W1H. Jedná se o kladení otázek týkající se daného problému. Tyto otázky, které pomáhají definovat jednotlivé složky a důležité aspekty problému, jsou podle zdroje [13] následující:

- Co? (*What*).
- Kdy? (*When*).
- Kde? (*Where*).
- Kdo? (*Who*).
- Proč? (*Why*).
- Jak? (*How*).

Tyto základní otázky se využívají společně s jednotlivými kroky výše uvedené analýzy způsobem, jak podle zdroje [13] uvádí následující obrázek (viz Obrázek 4-13).

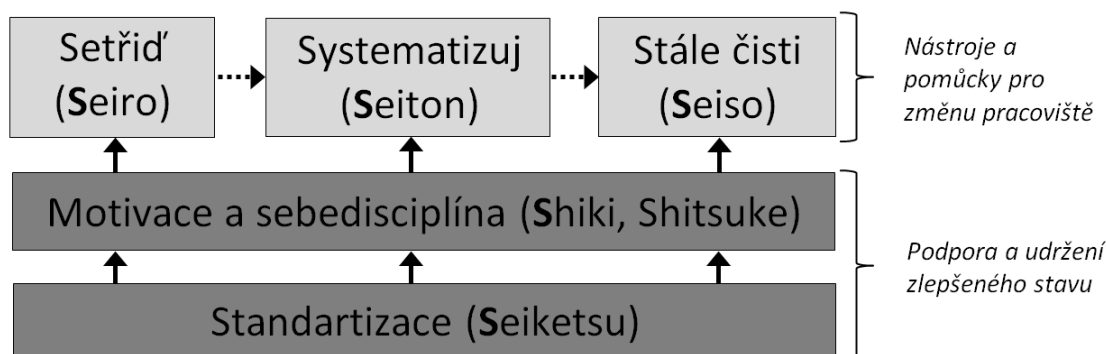


Obrázek 4-13: Kombinace ECRS a 5W1H analýzy [13]

4.2.3. 5S

Pro odstranění plynání je možné pomocí další metody štíhlé výroby, která se zabývá uspořádáním a čistotou na pracovišti – 5S, jejíž koncept je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 4-14). Princip metody je udržovat čistotu a pořádek na pracovišti s minimálním úsilím pracovníků. Výhodou je její jednoduchost a finanční nenáročnost. Základním faktorem úspěchu je motivace pracovníků pro jejich návyk tuto metodu vykonávat pravidelně a dále rozvíjet. Využití této metody se neuplatňuje pouze ve výrobě, ale také v oblasti administrativy. Zkratka 5S se skládá z pěti japonských slov, přičemž některé podniky si mohou stanovit více zásad. Tím se model 5S může rozšířit dále na model 7S. Podle zdroje [8] se uspořádání a čistota na pracovišti skládá z následujících kroků:

- Setříd' (*Seiro*).
- Systematizuj (*Seiton*).
- Stále čisti (*Seiso*).
- Standardizace (*Seiketsu*).
- Sebedisciplína (*Shitsuke*).
- Motivace (*Shiki*).
- + Bezpečnost.



Obrázek 4-14: Koncept 5S [vlastní zpracování]

Setříd'

Prvním krokem je setřídění veškerého materiálu, nástrojů, přípravků a dalších předmětů na zbytečné a nezbytné. Zbytečné předměty nacházející se na pracovišti pracovníci nepoužívají k jejich výkonu práce. Tím zbytečně zabírají výrobní plochu a neefektivně využívají prostor. Pro zabránění hromadění zbytečných předmětů na výrobní ploše se využívá principu červených štítků. Těmi pracovníci označí věci, které pokládají za zbytečné je mít přímo na pracovišti. Takto označené předměty jsou přemístěny do skladových prostor nebo středisek (či pracovišť), které jsou za tyto předměty zodpovědné. Červenými štítky se tedy uvolní potřebná místa a zvýší se pružnost využívání prostor. [8]

Nezbytné předměty musejí mít pracovníci ihned při ruce. Jejich uspořádání a jednoduchá dostupnost je definována konkrétním procesem ve výrobě. V praxi se například využívají jednoduchá závěsná zařízení, kde potřebné pneumatické šroubováky apod. jsou zavěšeny na pracovišti, a pracovník je má po celou dobu ihned při ruce a nemusí je zbytečně neustále odkládat. Dostupnost a uložení nezbytných předmětů je popsán v následujícím kroku. [8]

Systematizuj

Jestliže se na pracovišti vyskytuje pouze minimální potřebný počet věcí, je třeba snížit potřebný čas při hledání předmětů a usnadnění manipulace s těmito předměty. Podstatná část plýtvání spočívá právě ve hledání potřebných nástrojů, které jsou navíc neuspořádaně uloženy na vzdálených místech. Proto je nutné navrhnout přesná úložná místa pro opakovaně používané nástroje. Tato umístění se určují z hlediska pořadí jejich používání z pracovních postupů. Pokud se nářadí nachází na nesprávných místech, ohrožují ostatní pracovníky pohybující se na pracovišti. Jestliže se předměty nachází na svých místech, tak jsou označeny popisnými štítky, stejně jako jejich samotná úložná místa. Označená příslušná místa tvoří adresu zmíněných předmětů. Označená místa na podlahách a jednotlivých částech pracoviště jsou adresou pro předměty typu manipulačních vozíků, palet, boxů, forem, přípravků, apod. Podle zdroje [8] jsou hlavní výstupy z tohoto kroku:

- *Kde* – mají uložené potřebné předměty.
- *Jaký* – nástroj mají použít (štítky, pořadí).
- *Kam* – mají nástroj vrátit.

Stále čisti

Třetí krok udržuje pracoviště v čistotě. Pracovníci se musí na pracovišti zbavit mastnot, pilin, ocelových třísek a olejových skvrn. Jedině čisté pracoviště může plnit funkci bezpečného a přehledného pracovního místa. Ocelové třísky na pracovišti mohou pracovníky pořezat, olejové skvrny zase vytvářejí velice kluzký povrch, na kterém mohou pracovníci uklouznout. Čistota se musí na pracovišti udržovat denně. Principem nejsou velké nárazové úklidy za určité časové období, ale o každodenní udržování čistoty. Při něm je možné včasné odhalit poruchy a vady na strojích. Během čistění se snadno odhalí únik oleje nebo povolených spojovacích komponent. Tento krok tedy může být chápan jako preventivní kontrola. [8]

Standardizovat

Denní rutina udržování pracoviště v čistotě musí být oficiálně zavedena do podnikových norem, směrnic a standardů, aby si pracovníci na tyto postupy zvykli. Tohoto kroku je dosaženo, pokud jsou realizovány předešlé kroky. Pro dodržování standardů pracoviště je vhodné pracovníkům přiřadit odpovědnost. Odpovědnost je přiřazena za předměty nebo čistotu a stálou dostupnost potřebných míst na pracovišti. Z předešlého obrázku (viz Obrázek 4-14) je patrné, že tento krok společně s motivací a sebedisciplinou dlouhodobě udržují aktivní a podporují první tři kroky metody 5S. [8]

Sebedisciplína

Pracovníci musí vědět, k čemu je metoda dobrá a jaké jsou její přínosy. Pro její plnění je nutné provádět ze strany vyššího managementu pravidelné audity. Cílem tohoto kroku je zajistit, aby činnosti v rámci 5S dělali pracovníci sami od sebe bez neustálých připomínek vedoucích pracovníků. Proto musejí být správně motivováni pomocí týmových aktivit, pravidelných ranních porad a sjednoceného týmu. [8]

Motivace

Zadané úkoly je nutno provádět po pečlivém prodiskutování se všemi zainteresovanými osobami, a tím dojít ke společné shodě. Dále je potřeba podporovat týmovou spolupráci, svolávat pravidelné porady a udržovat komunikaci mezi všemi členy řešitelského týmu, které povedou k realizaci efektivních a rychlých zlepšení. [8]

Bezpečnost

Bezpečnost je již míněna v předešlých zásadách metody 5S. Tento krok tedy definuje, že pracovník musí vykonávat pracovní činnosti pomocí bezpečné práce na bezpečném pracovišti. Aby bylo možno zaručit bezpečnost na pracovišti, je nutné, aby pracovníci dodržovali bezpečnostní zásady jako používání ochranných pomůcek, správného nářadí bez jakéhokoliv poškození, a práci provádět na pracovišti vybaveném bezpečnostními předměty. [8]

4.2.4. Přínosy metody 5S

Přínosy získané při uplatňování metody 5S značně přesahují pouze čisté a přehledné pracovní prostředí. V oblasti výroby se pomocí správné implementace metody dle zdroje [1] dosáhne:

- Snížení nákladů na produkt pomocí redukce plýtvání z vyhledávání potřebných nástrojů.
- Identifikaci vázaných peněz v zásobách odhalením zbytečných předmětů a rozpracované výroby červenými štítky.
- Snížení pravděpodobnosti chyb v montáži s daným, seřazeným, správným a dostupným nářadím, nástrojů a pomůcek.
- Zvýšení kvality výrobků a spolehlivosti strojů každodenním čištěním strojů, které vyžadují čistotu pro jejich správný chod.
- Snížení počtu pracovních úrazů pomocí odstranění kluzkých podlah a špíny.
- Vyřešení logistických problémů odstraněním zbytečných předmětů, vyznačením odkládacích míst, přesně definovanými a prázdnými manipulačními cestami, apod.

V oblasti administrativy se jedná o tyto přínosy:

- Snížení poruch zařízení – počítačů, tiskáren, apod., pomocí každodenní údržby.
- Veškeré podklady a dokumenty jsou při ruce a seřazeny v závislosti na projektu.
- Zvýšení volných úložných prostor.

5 Představení společnosti KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s.

Kapitola 5 se zabývá představením společnosti z hlediska atributů, výrobního programu, zákazníků, produktů a analyzované obráběcí linky.

5.1. Základní atributy společnosti

V tabulce (viz Tabulka 5-4) jsou uvedeny základní atributy společnosti. Na obrázku (viz Obrázek 5-15) je samotná společnost.

Obchodní jméno	KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s.
Sídlo	Trmice, Důlní 362/2, PČS 400 04
IČO	46708952
Organizačně právní forma	akciová společnost
Počet zaměstnanců	cca 700
Základní kapitál	248 560 000 Kč
Statutární orgán	Představenstvo
Předseda představenstva	Udo Helmut Helwig
Datum zápisu do obchodního rejstříku	7. 5. 1992

Tabulka 5-4: Základní atributy společnosti [11]



Obrázek 5-15: Společnost KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. [vlastní zpracování]

5.2. Charakteristika

Společnost je významným výrobcem pístů, jak do automobilového průmyslu, tak také do strojů zahradní techniky. Písty jsou vyráběny pro diesellové motory, kompresory a zážehové motory. Výroba pístů je v podniku realizována kompletním výrobním procesem. Do něho spadají procesy od přípravy taveniny, odlití, až po finální obrábění funkčních ploch. Veškerá výroba se uskutečňuje ve třech výrobních halách. V hale 2 probíhá prvotní krok výroby pístů - odlévání. Zde dochází k tavení ingotů ve slévárenských pecích. Ingoty jsou zhotoveny ze slitin hliníku, do kterého jsou přidávány další přísadové prvky, zlepšující mechanické vlastnosti pístů. V této hale rovněž probíhají dílčí operace, jako tepelné zpracování pístů a odstraňování vtokové a výtokové soustavy, která na pístu vznikla z procesu slévání. V halách 1 a 3 se nacházejí obráběcí linky, které z odlitku zhotovují finální produkt, a linky pro potřebné povrchové úpravy. Obráběcí automatické a poloautomatické linky jsou vybaveny vyvrtávacími stroji, jednovřetenovými vertikálními soustruhy a multifunkčními obráběcími centry. Kromě samotných obráběcích linek se ve výrobních prostorách dále nachází stanoviště mezioperační kontroly a pracoviště pro montáž stíracích, těsnících a pístních kroužků. [11]

5.3. Historie

Společnost KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. je dominantní společností v České republice dodávající písty významným automobilovým značkám. Může se pyšnit bohatou historií, která sahá až do roku 1916. V tomto roce založil Walter Dieck kovo zpracující podnik. O 17 let později nastal pro podnik důležitý milník. V roce 1933 byla zahájena výroba pístů pro motory značek ŠKODA a TATRA. Dalším důležitým rokem byl rok 1989. Do toho roku byla firma součástí podniku METAZ Týnec nad Sázavou. Poté se ovšem osamostatnila. Mezi lety 1992 až 2007 nesla název METAL Ústí nad Labem, a.s., už tedy jako akciová společnost. Název KS Kolbenschmidt převzala od své mateřské společnosti Kolbenschmidt Pierburg AG. V roce 1995 došlo k získání majority německým výrobcem pístů firmou Kolbenschmidt GmbH z Neckarsulmu. To mělo pro společnost velice pozitivní dopad ve formě prudkého vzrůstu výroby a rozšíření zákaznického spektra. Jednotlivé důležité milníky společnosti mezi lety 1916 až 2007 jsou znázorněny v následující tabulce (viz Tabulka 5-5). [11]

Rok	Událost
1916	Založen kovo zpracující podnik Walterem Dieckem
1933	První písty pro motory automobilů ŠKODA a TATRA
1966	Podnik vážně poškozen požárem, během roku továrna opravena a zmodernizována
1968	Miliontý automobil ŠKODA spolu s písty z METALU
1989	Osamostatnění firmy, vznik nového podniku s názvem METAL Ústí n. L., a.s.
1995	Získává majoritu německý výrobce pístů Kolbenschmidt AG z Neckarsulmu Prudký vzestup výroby a rozšíření zákaznického spektra
1999	Nejlepší dodavatel ŠkodaAuto (koncern VW) Dodavatel A pro DaimlerChrysler
2001	Certifikace podle ISO/TS 16949:1999
2002	Noví zákazníci: Ford, VOLVO, Audi Certifikace podle ISO 14 001 – environment
2003	Ocenění Q 1 (Ford) Certifikace ISO/TS 16949:2002
2007	Nový název KS Kolbenschmidt

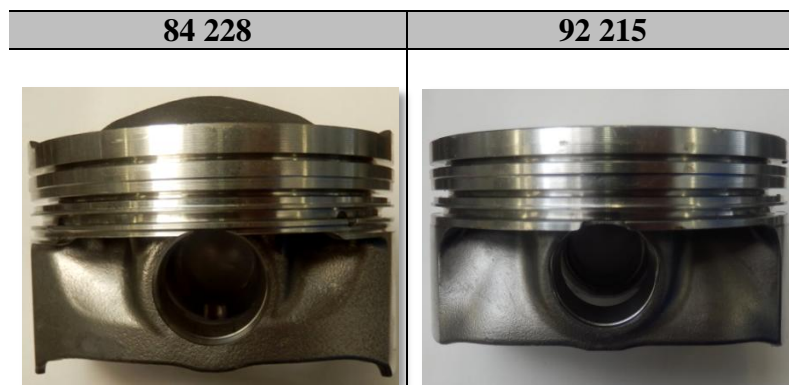
Tabulka 5-5: Milníky společnosti KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. mezi lety 1916 až 2007 [vlastní zpracování]

5.4. Výrobní program

Společnost KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s. produkuje písty o průměru od 20 mm do 150 mm. Písty nejsou určeny jen do motorů, ale jak je znázorněno v tabulce (viz Tabulka 5-6), tak také do kompresorů. Z hlediska benzínových čtyřtákních motorů jsou v tabulce (viz Tabulka 5-7) ukázány dvě typové řady pístů, které se obrábějí na analyzované obráběcí poloautomatické lince L409. Tyto písty jsou předmětem této práce.

Druh motoru/zařízení	Zákazník
Dvoutákní benzínové motory	Stihl, Gilardoni, Husquvarna
Čtyřtákní benzínové motory	VW, Škoda, Audi, Daimler, Volvo, Seat, Jaguar
Diesellové vznětové motory	Ford, Nissan, Fiat, VW, Hatz, Daimler
Kompresory	WABCO, MAN, Daimler

Tabulka 5-6: Výrobní program společnosti KS Kolbenschmidt Czech Republic, a. s. [vlastní zpracování]



Tabulka 5-7: Typové řady pístů na stroji FBM 1 - linka L409 [vlastní zpracování]

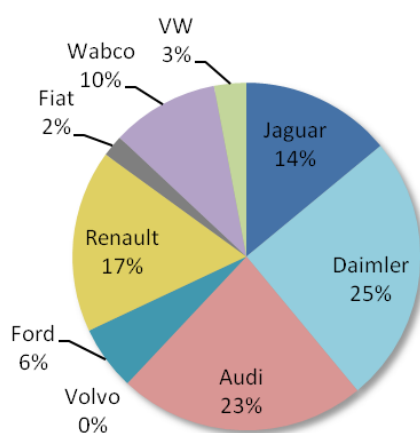
5.5. Zákaznické spektrum

Zákazníci KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. jsou jedni z nejvýznamnějších automobilových závodů v Evropě. Dále jsou světovými výrobci hobby techniky a dodavateli dílů do nákladních a užitkových vozů. Z řad zákazníků automobilového průmyslu sem patří VW, Mercedes Benz, Jaguár, Fiat, Seat, Volvo, Ford, Škoda auto a Nissan. Poté výrobce kompresorů WABCO a výrobci náradí Stihl a Husqvarna.

Jelikož společnost produkuje výrobky především do automobilového průmyslu, musí splňovat stanovené standardy a certifikáty, které jsou v tomto průmyslovém odvětví nezbytné. Jedná se o certifikace QMS, EMS a OHSAS. Jde tedy o systému managementu kvality výrobců dílů pro automobilový průmysl ISO/TS 16949, certifikace systému řízení ISO 9001 a certifikace environmentálního managementu ISO 14001.

Na grafu (viz Graf 5-4) je znázorněn prodej veškerých pístů jednotlivým zákazníkům v 1. polovině roku 2015. V tomto období bylo prodáno 5,3 milionů pístů, kde písty zákazníka Jaguar, které jsou předmětem této práce, jsou čtvrtým nejprodávanějším produktem s podílem 14%.

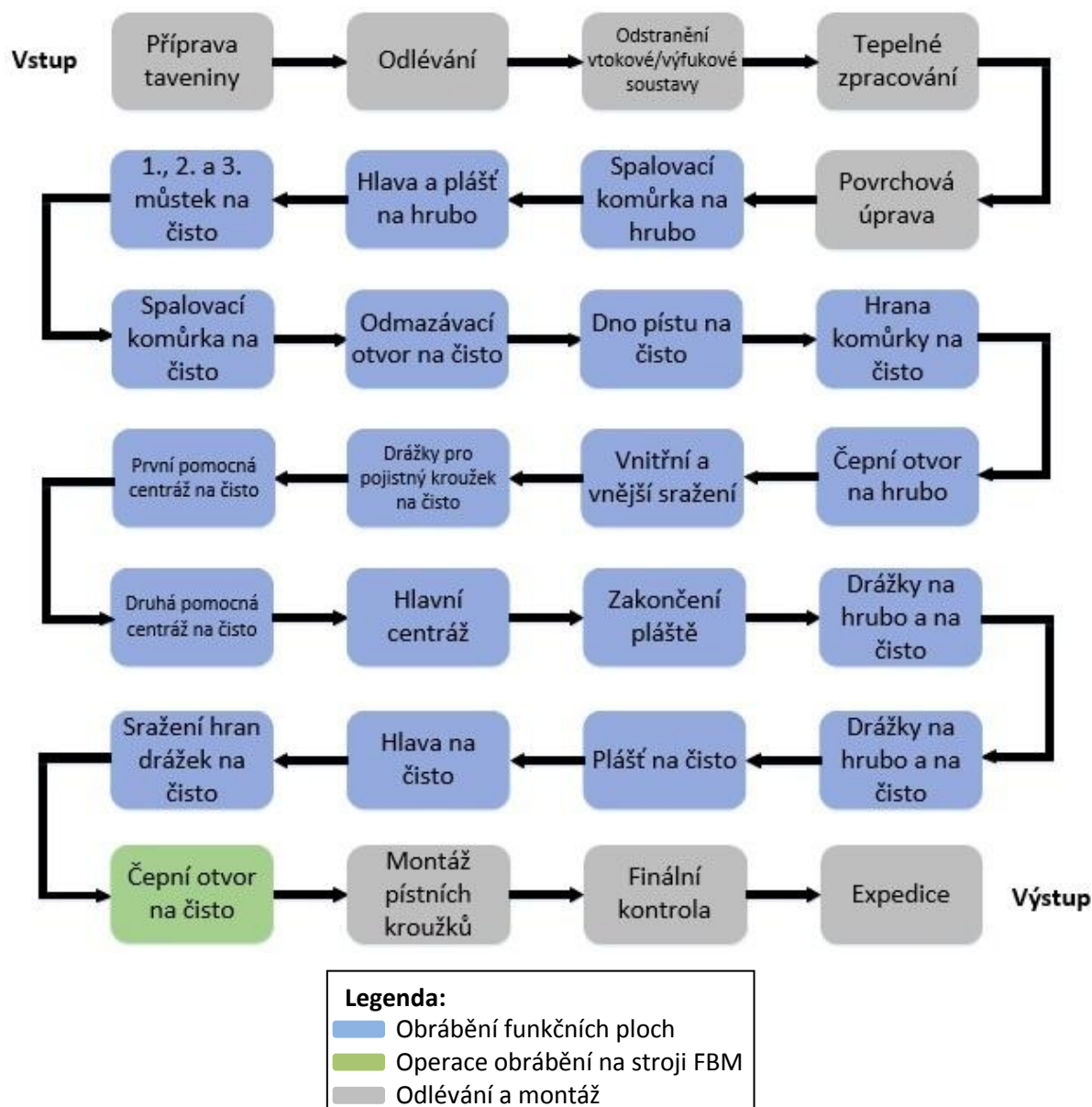
Prodej pístů za 1.pol 2015



Graf 5-4: Prodej pístů jednotlivým zákazníkům [vlastní zpracování]

5.6. Proces výroby pístu

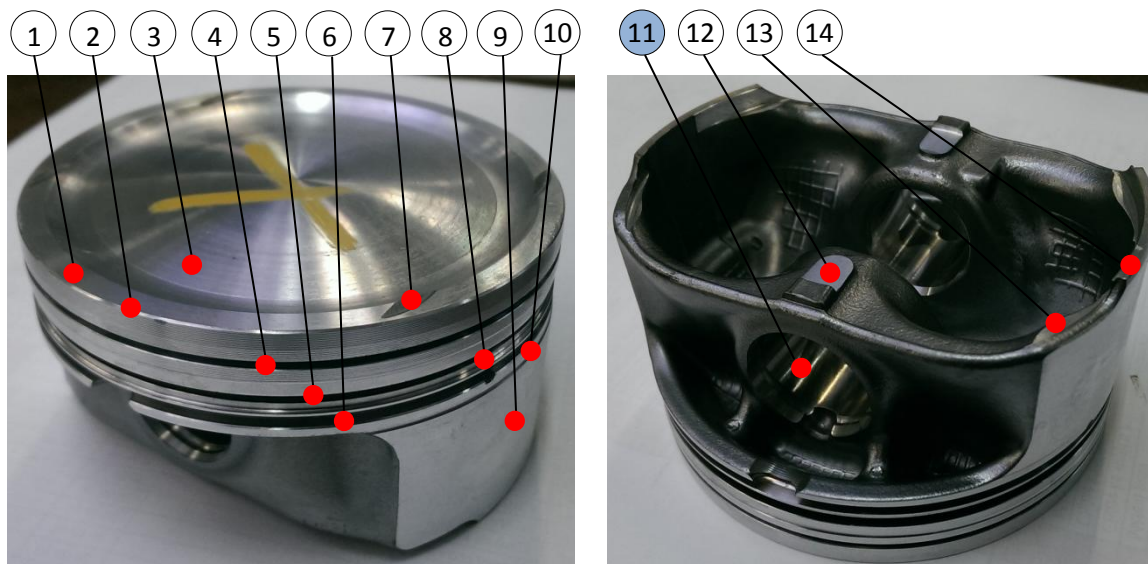
Proces výroby pístu, který je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 5-16), zachycuje jednotlivé kroky od vstupu taveniny po expedici hotového produktu. Celý proces je rozdělen to tři hlavních částí – odlévání taveniny, obrábění funkčních ploch a montáž pístních kroužků.



Obrázek 5-16: Proces výroby pístu [vlastní zpracování]

5.7. Popis funkčních ploch pístu

Na následujícím obrázku (viz Obrázek 5-17) jsou znázorněny funkční plochy pístu řady 92 215, který je určen pro 5 litrový motor zákazníka Jaguar. Jednotlivé části jsou popsány v tabulce (viz Tabulka 5-8). Píst řady 84 228 se liší ve tvaru čepního otvoru a spalovací komůrky.



Obrázek 5-17: Obrobený tvar pístu (vlevo) a předlitý tvar pístu (vpravo) [vlastní zpracování]

Popis funkčních ploch pístu řady 92 215

(1)	Dno
(2)	Hrana hlavy
(3)	Spalovací komůrka
(4)	První drážka pro těsnící kroužek
(5)	Druhá drážka pro těsnící kroužek
(6)	Třetí drážka pro těsnící kroužek
(7)	Ventilové vybrání
(8)	Chladicí zařízení pístů
(9)	Plášť
(10)	Vrchní hrana pláště
(11)	Čepní otvor – operace prováděna na stroji FBM
(12)	Pomocná centráž
(13)	Hlavní centráž
(14)	Zakončení a spodní hrana pláště

Tabulka 5-8: Popis funkčních ploch pístu řady 92 215 [vlastní zpracování]

5.8. Charakteristika stroje FBM

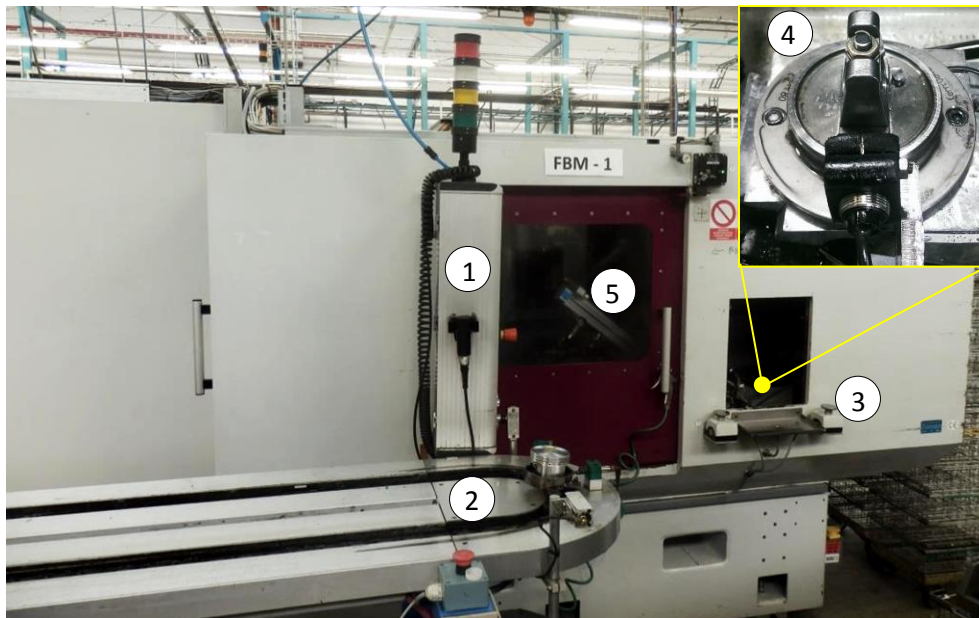
Stroj FBM je vyvrtávací stroj, na kterém se obrábí čepní otvor na čisto. Jedná se o zásadní operaci na konci procesu obrábění pístů. Stroj je zkonstruován přímo firmou KS Kolbenschmidt GmbH, kvůli složitosti tvaru čepního otvoru. Tvar čepního otvoru je podobný rotačnímu hyperboloidu. Při symetrické provedení se tvar otvoru nazývá middle spec, při nesymetrickém otvoru je to high spec. Pro obrábění tohoto tvaru je zapotřebí kopírovacích a vačkových mechanismů. Pro typ pístu řady 84 228 se používají vačky trubkové, pro píst řady 92 215 se používají rovinné. Jedná se o zásadní komponenty během seřizování. Jejich správné

natočení určuje ostatní parametry pístu při obrábění. Dále samotná demontáž trubkové vačky při seřizování je náročná, protože se skládá z několika dílčích úkonů, které seřizovač provádí ve stísněném prostoru stroje.

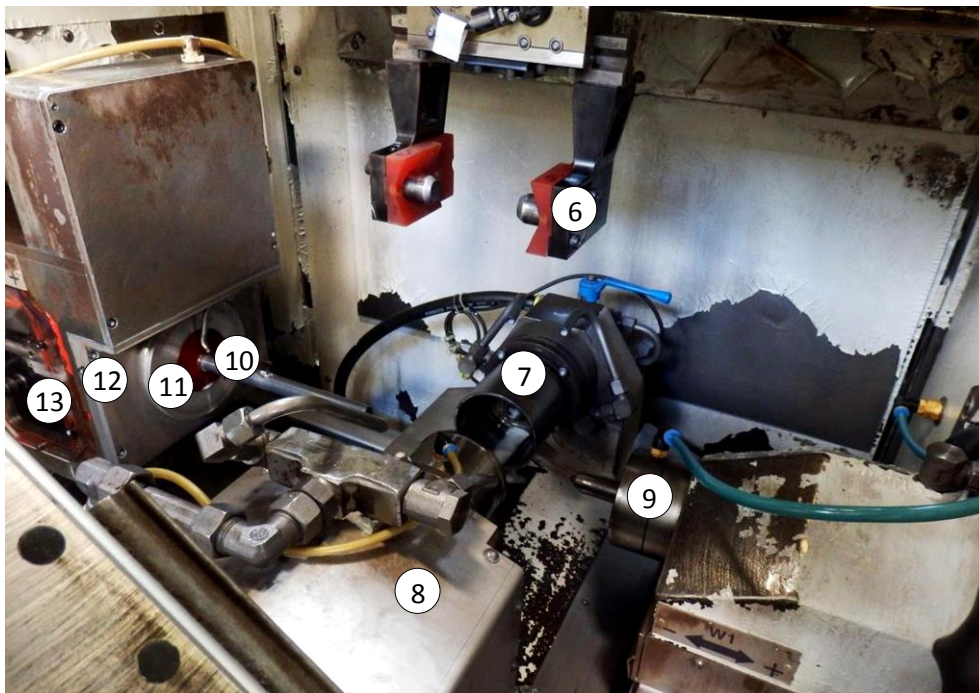
5.9. Popis pracovního prostoru stroje

Stroj FBM na obrázku (viz Obrázek 5-18) je řízen a nastavován pomocí ovládacího panelu (1), který je umístěn na otočném rameni. Písty se dopravují pomocí řetězového dopravníku (2), kde čidla detekují polohu pístů. Pracovník vkládá písty do stroje na odkládacím místě (3). Píst musí vložit na podstavec (4), na kterém se nachází čidlo pro detekci, že je píst přesně usazen na podstavci. Takto umístěný píst se pomocí lineárního vedení (5) přepraví do pracovního prostoru stroje, který je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 5-19). V pracovním prostoru se nachází automatické uchopovací zařízení (6), které prvním párem čelistí přesune neobrobený píst z lineárního vedení mezi zakladače (7), a obrobený píst pomocí druhého páru čelistí přesune zpět na lineární vedení. Neobrobený píst nacházející se mezi zakladači je supportem (8) a výsuvnou pinolou (9) přesunut k vrtné tyči (10). Na vrtné tyči se nachází soustružnické nože. Pro typ pístu 84 228 se na tyči nachází dva nože. První nůž slouží jako hrubovací a druhý obrábí povrch na čisto. Pro typ pístu 92 215 se na vrtné tyči nachází pouze jeden nůž. Vrtná tyč je upnuta v kruhovém krytu (11). Ten je uchycen na hlavním krytu (12). Společně s průhledným bočním krytem (13) uzavírají vnitřní prostor, kde se nachází kopírovací a vačkový mechanismus.

Veškeré komponenty je potřeba nastavovat pomocí ovládacího zařízení a ručního nářadí. Z hlediska nízkého stupně automatizace seřizení se zde nachází velké množství součástí, při jejichž seřizování a výměny zasahuje člověk, a tím nastává vyšší pravděpodobnost chyby v podobě nedotažení či naopak přetažení součástí, špatného nastavení funkčních parametrů a opomenutí některého pracovního úkonu.



Obrázek 5-18: Stroj FBM 1 [vlastní zpracování]



Obrázek 5-19: Pracovní prostor stroje FBM 1 [vlastní zpracování]

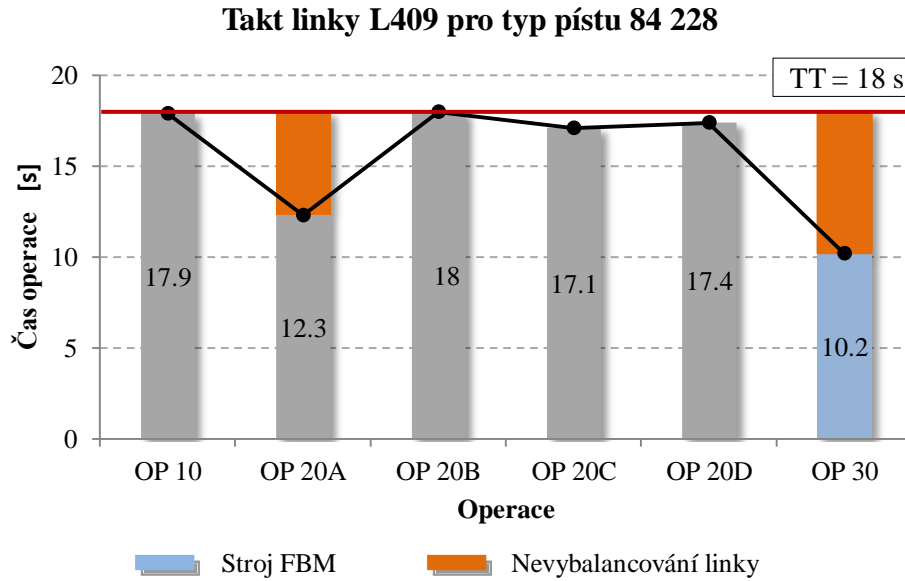
5.10. Analýza taktu linky L409

Důležité hodnoty pro seřízení jsou hodnoty taktů jednotlivých strojů, z čeho lze odvodit takt celé linky. Ta se skládá z 16 strojů, na kterých probíhá 7 rozdílných operací. Pro typ pístu 84 228 je stroj FBM poslední operací. Pro typ pístu 92 215 je operací předposlední. Takt stroje FBM se odvíjí od typové řady pístu. Pro píst typu 84 228 dosahuje takt hodnoty 11,3s a pro typ 92 215 je 10,1s. V následující tabulce (viz Tabulka 5-9) jsou uvedeny jednotlivé operace na lince.

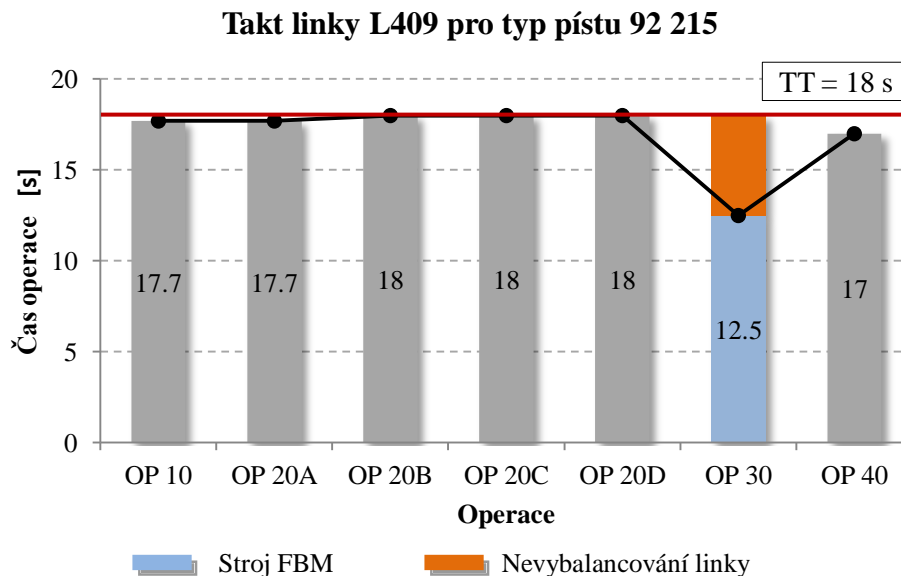
Označení operace	Operace	Stroj	
1.	OP 10	Hrubování povrchu	2x Takisawa TC 200
2.	OP 20A	Hrubování čepních otvorů, centráž	3x EMAG VSC 250
3.	OP 20B	Odmaz. otvor, dno na hrubování	3x EMAG VSC 250
4.	OP 20C	Drážky, dno na čisto	2x EMAG VSC 250
5.	OP 20D	Přetáčení povrchu	2x Takisawa 3100
6.	OP 30	Čepní otvor na čisto	2x FBM
7.	OP 40	Pomocná centráž	Fanuc + Wirbel
8.	M	Měřicí stůl s měřidly	-

Tabulka 5-9: Seznam strojů a operací na lince L409 [vlastní zpracování]

Takt linky při produkci pístů typu 84 228 a 92 215 jsou znázorněny na následujících grafech (viz Graf 5-5 a Graf 5-6). V případě produkce pístu 84 225 je takt stanoven na 18s podle nejdelší operace, která je OP 20B na strojích EMAG VSC 250. Při produkci pístů typu 92 215 je takt také 18s, kde nejdelší operace jsou OP 20B na strojích EMAG VSC 250, OP 20C na stejných strojích a OP 20D na strojích Takisawa 3100. Nevybalancování (nevyvážení) linky je patrné u operací OP 20A a OP 30 při obrábění pístu 84 228 a operace OP30 při obrábění pístu 92 215.



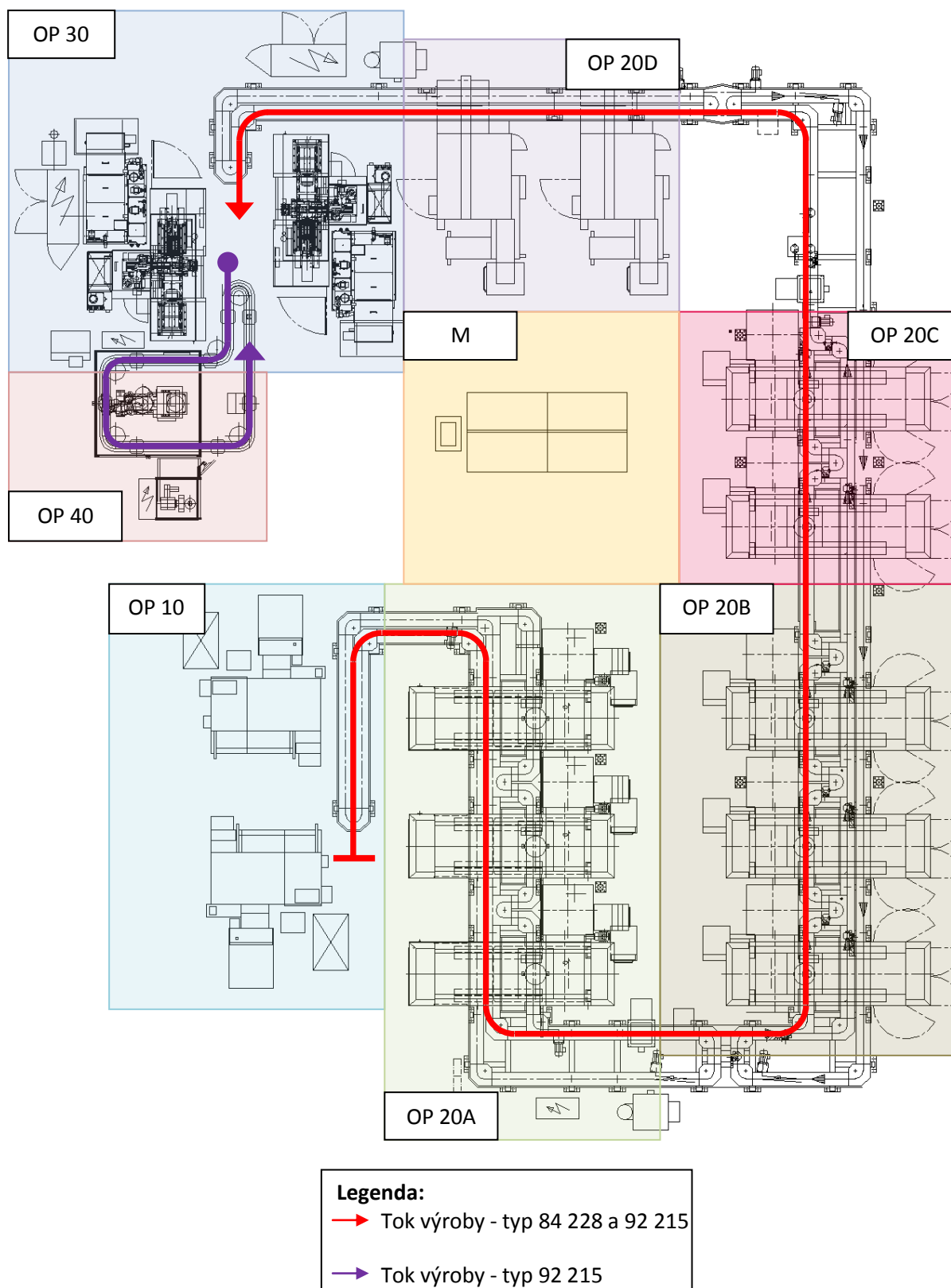
Graf 5-5: Takt linky L409 pro typ pístu 84 228 [vlastní zpracování]



Graf 5-6: Takt linky L409 pro typ pístu 92 215 [vlastní zpracování]

5.11. Layout linky L409

Na obrázku níže (viz Obrázek 5-20) je zobrazen layout obráběcí linky L409 s vyznačenými operacemi z předešlé tabulky (viz Tabulka 5-9). Dále je na layoutu zobrazen výrobní tok pro typové řady pístů, které jsou barevně odlišeny. Jak již bylo uvedeno výše (viz Kapitola 5.9), pro typ pístu 84 228 je poslední operací OP 30, kdežto typ pístu 92 215 prochází ještě operací OP 40.



Obrázek 5-20: Layout obráběcí linky L409 [vlastní zpracování]

6 Analýza současného stavu seřízení

Tato kapitola řeší analýzu současného stavu seřízení všech strojů na lince L409. Dále je analýza podrobněji zaměřena na stroj FBM. Je zde zobrazen postup vyhodnocení naměřených údajů a způsob řešení samotné optimalizace procesu seřízení.

6.1. Analýza současného stavu linky L409

Pomocí audiovizuálních záznamů se provedla analýza seřízení u strojů MAC, EMAG a TPS, pro které se zpracovaly jízdní řády jednotlivých seřízení, které jsou uvedeny v příloze (viz Příloha č. 1). Analýza byla provedena u více směn s více pracovníky, aby byly zjištěny rozdílné postupy při seřizování. Z důvodu přehlednosti jsou uvedeny v tabulce (viz Tabulka 6-10) hodnoty výstupů z analýzy jízdních řádů jednotlivých typů strojů, které se dále podrobněji analyzovaly pro identifikaci plýtvání a byly definovány možnosti zkrácení samotného seřízení. Sumarizace hodnot jízdních řádů jsou uvedeny v příloze (viz Příloha č. 3). Z nich je patrné, že průměrná hodnota externích činností ze všech strojů, které se prováděla v rámci interních činností, je 28,3%.

Stroj FBM je popsán v následujících kapitolách, ve které je zachycena metodika řešení zkrácení seřizovacích časů. Stejný postup řešení byl použit i u výše uvedených strojů, ale z důvodu obsáhlosti a množství dat je podrobný postup uveden pouze u stroje FBM.

Stroj	Poměr činností Int / Ext [%]	Procesní analýza [%]
EMAG 3.1	<p>Int 65,1 Ext 34,9</p>	<p>VA 27,7 SVA 24,2 Čekání 24,4 Transport 4,4 Kontrola 10,6 Manipulace 8,8</p>
EMAG 2.1	<p>Int 77,5 Ext 22,5</p>	<p>VA 36,3 SVA 23,8 Čekání 19,9 Transport 3,9 Kontrola 9,7 Manipulace 6,5</p>
MAC 1	<p>Int 66,9 Ext 33,1</p>	<p>VA 26,1 SVA 13,9 Čekání 28,2 Transport 6,2 Kontrola 19,9 Manipulace 5,7</p>
TPS 2	<p>Int 77,2 Ext 22,8</p>	<p>VA 59,3 SVA 8,5 Čekání 21,3 Transport 3 Kontrola 6,7 Manipulace 1,1</p>

Tabulka 6-10: Vyhodnocení náměrů všech strojů na lince L409 [vlastní zpracování]

EMAG 3.1

Při seřizování stroje EMAG 3.1 vykonával seřizovač veškeré činnosti spadající do přípravy v interním čase. Jednalo se zejména o přípravu boxů s komponenty, řezných nástrojů, náradí a hadrů. Dále chodil pro potřebnou dokumentaci týkající se korekce stroje a pro seřizovací píсты na pracoviště seřizovačů. Toto jsou hlavní důvody, proč při seřizování stroje vznikalo plýtvání dosahující 34,9%. Vzhledem ke krátkému času seřízení, které po odnesení pístu na MZO trvalo pouze 45 minut, je velikost plýtvání značně nevyhovující.

EMAG 2.2

Plýtvání při seřizování stroje EMAG 2.2 bylo velice podobné jako u stroje předešlého. Zde seřizovač neustále chodil mimo pracoviště pro potřebné náradí, které si nepřipravil v externím čase. Při náběhu stroje seřizovač chodil pro seřizovací píсты na pracoviště seřizovačů vždy pro jeden píst. Při jeho následném obrobení a změření si šel opět jen pro jeden kus. To jsou hlavní důvody, proč seřizovač nachodil zbytečně cca 470m při seřizování stroje.

MAC 1

Zde si seřizovač připravil boxy s komponenty až po demontáži jedné z komponentů. Dále se jednalo o podobná plýtvání jako u výše zmíněných strojů. Z hlediska čekání se zde téměř 6 minut čekalo na seřizovací píсты, které na pracovišti seřizovačů chyběly. Seřizovací písty bylo tedy potřeba nejdříve obrobit na předchozím stroje s označením T a až následně na ně seřizovat stroj MAC 1. Dalším problémem byla zbytečná kontrola čidla pístu, která trvala necelé 3 minuty. Tuto kontrolu by měl seřizovač provádět až po seřízení stroje, jelikož se jedná o demontovanou komponentu z předchozího typu pístu.

TPS 2

Stejně jako u stroje EMAG 2.2, tak i u stroje TPS 2 si seřizovač chodil pro seřizovací píсты vždy jen pro jeden kus. Tím neustále ztrácel čas při samotném náběhu stroje. Dále se zdržoval přípravou řezných nástrojů a dokumentů s korekcemi pro stroj v interním čase.

6.2. Analýza současného stavu seřízení stroje FBM

Současný stav seřízení je detailně popsán jízdním řádem stroje FBM z přílohy (viz Příloha č. 2). Jízdní řád byl zpracován až po několik předešlých pozorování, která spočívala v poznání samotného procesu seřízení, analýzy způsobu provádění práce u více směn a více pracovníků.

Pokud se během seřízení vyskytla činnost, která se v předešlých směnách neobjevila, není započítána do výsledné sumarizace a je označena jako nestandardní. Stejně tak přestávky (zákonně povinné) nejsou v sumarizaci započítány. Jízdní řád je vyhodnocen z natočeného audiovizuálního záznamu, pomocí kterého se zachytil pracovní snímek seřizovače. Výstupem tohoto záznamu jsou chronologicky seřazené činnosti během celé doby seřízení. Vyšší detailnost analýzy napomáhá k odhalení vyššího potenciálu pro zlepšení činností, které představují plýtvání. Součástí jízdního řádu je procesní analýza s vyobrazeným procesním diagramem a vzdálenostmi, kterou seřizovač za celou dobu seřízení ušel. Jízdní řád končí bodem, kdy byl obroben píst v takové kvalitě, který prošel stanovištěm mezioperační kontroly.

Mechanické seřízení stroje

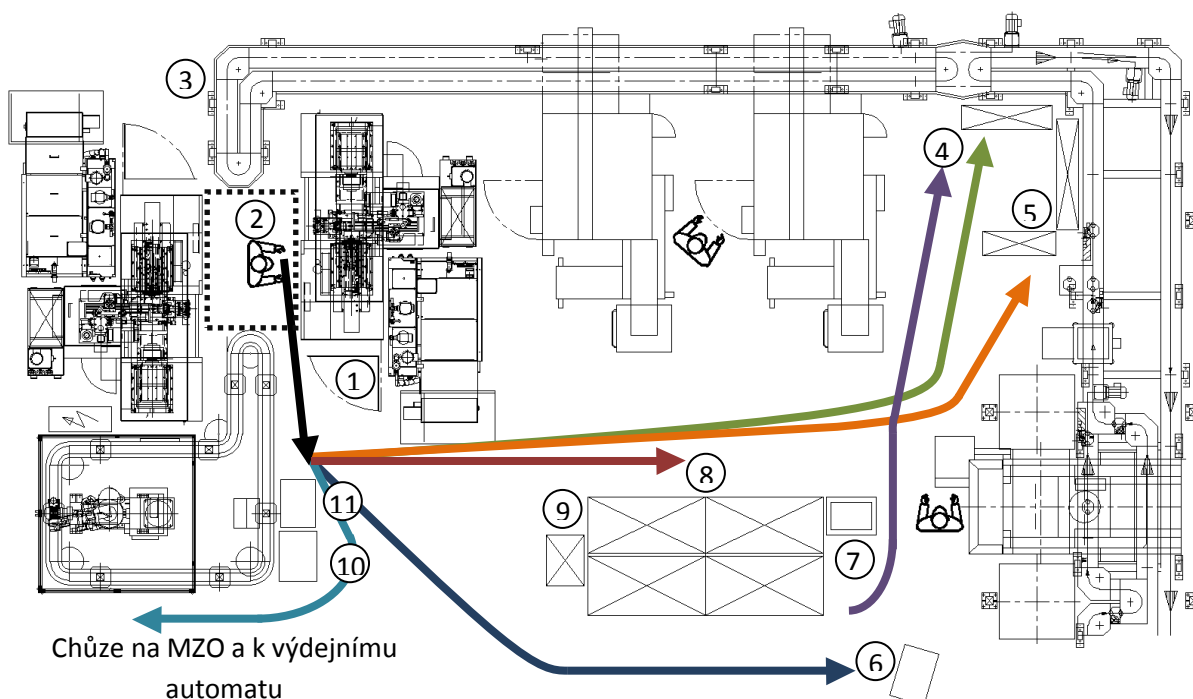
Mechanické seřízení stroje spočívá v montáži a demontáži veškerých měněných komponentů. Konečným bodem mechanického seřízení je montáž soustružnických nožů. Poté již následuje náběh stroje, který je popsán níže.

Náběh stroje

Při náběhu stroje je třeba obrobít píst, který bude splňovat požadavky mezioperační kontroly. Požadavky spočívají v rozměrech funkčních ploch, drsnosti, úbytků a správné ovality čepního otvoru. V tomto čase se zároveň montované komponenty doseřizují, nastavují se jejich přesné parametry tak, aby zhotovený píst mohl být použit jako vzor, který výše uvedené parametry splňuje. Konečným bodem náběhu stroje je obrobení tří po sobě jdoucích pístů, které mezioperační kontrola proměří a následně akceptuje. Časová náročnost náběhu stroje se liší napříč směnami, neboť seřizovači používají seřizovací písty, na které se komponenty doseřizují. Tyto seřizovací písty jsou odepsané kusy, které mají rozdílné parametry, a je nevhodné na tyto kusy stroj seřizovat. Dále se na lince nachází pouze omezené množství těchto kusů a z více měření seřizení bylo zjištěno, že je počet dostupných seřizovacích kusů nedostačující. To má za následek zbytečné čekání na seřizovací písty a na písty z linky. Při tomto čekání dochází k velkému zhoršení celé organizace práce při seřizování. Problematika, která vzniká při používání nevhodných seřizovacích pístů, je řešena v kapitole (viz Kapitola 7.2)

6.3. Vyhodnocení a sumarizace hodnot současného stavu stroje FBM

Při seřizování seřizovači zbytečně chodí pro seřizovací kusy, nářadí a pomůcky v rámci interních činností. Tato chůze z provedených náměrů a pozorování je pro názornější přehled zobrazena na obrázku (viz Obrázek 6-21). V tabulce (viz Tabulka 6-11) je základní popis layoutu linky společně s vyčíslenou chůzí seřizovačů.



Obrázek 6-21: Část layoutu obráběcí linky L409 [vlastní zpracování]

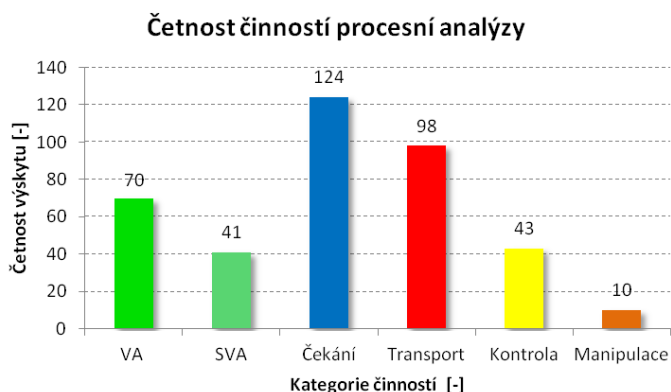
Popis části layout obráběcí linky L409		
(1)	Analyzovaný stroj FBM 1	
(2)	Dostupný pracovní prostor při seřizování	
(3)	Část pásového dopravníku	
(4)	Pult se seřizovacími písty	
(5)	Skříně s komponenty pro seřizování	
(6)	Pojízdná skřín s nářadím	
(7)	Chladicí zařízení pístů	
(8)	Měřicí stoly	
(9)	Stůl s počítačem	
(10)	Pult pro odkládání pomůcek	
(11)	Pojízdný regál pro písty	
Chůze seřizovače		Vzd. [m]
	Chůze pro nářadí	12,4
	Chůze k měřidlům	7,8
	Chůze na pracoviště seřizovačů	14,3
	Chůze pro hadry	11,5
	Chůze s technologickými postupy	7 ÷ 9
	Chůze mimo linku - MZO / Výdej nožů	108 / 30

Tabulka 6-11: Popis layoutu [vlastní zpracování]

Dále seřizovač v interním čase hledal potřebné pomůcky a nářadí. Při odstavené lince také připravoval potřebnou dokumentaci, technologické postupy, boxy s komponenty a samotné pracoviště pro seřizování. Toto zbytečné plýtvání, nestandardizovaný postup a špatná organizace práce bylo jedním z důsledků vysoké časové náročnosti seřizení, které v důsledku toho nebylo provedeno během jedné směny. Tím vznikl prostoj při předávání směny a problémy při předávání rozpracovaného stroje dalším seřizovačům. Proto byly jednotlivé činnosti kvantifikovány a sumarizovány a výsledky byly znázorněny do níže uvedených grafů.

Četnost činností procesní analýzy

Na grafu (viz Graf 6-7) je znázorněna četnost činností procesní analýzy. Zde je patrné, že nejvíce se vyskytuje čekání a transport. Čekání se nachází u 124 činností a transport u 98 činností. Při pohledu na procesní diagram jízdního řádu v příloze (viz Příloha č. 2) je zřejmé, že mezi činnostmi montáže a demontáže komponentů se nachází mnoho zbytečných činností, které je potřeba eliminovat, aby se činnosti VA a SVA prováděly ihned po sobě.

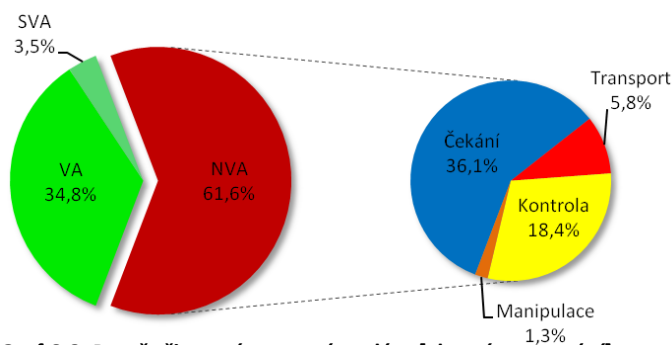


Graf 6-7: Četnost činností procesní analýzy [vlastní zpracování]

Poměr činností procesní analýzy

Na grafu (viz Graf 6-8) jsou zobrazeny jednotlivé poměry činností, které vycházejí z výsledků procesní analýzy. Činnosti nepřidávající hodnotu dosahují 62%, z čehož 36,1% je způsobeno čekáním z důvodu nedostatečného předzásobení linky písty pro seřízení a pokrytí náběhu stroje, 5,8% tvoří transport pístu na měřicí místa, kontrola komponentů a obrobených pístů nabývá 18% a manipulace s pomůckami, písty, boxy a dokumentací dosahuje hodnoty kolem 1%. Mezi činnosti částečně přidávající hodnotu (SVA) spadají ofuk pístů, čištění pracovního prostoru stroje, nastavování kompresní výšky na supportu, kontrola komponentů a nastavení měřidla uvnitř pracovního prostoru stroje.

Poměr činností procesní analýzy

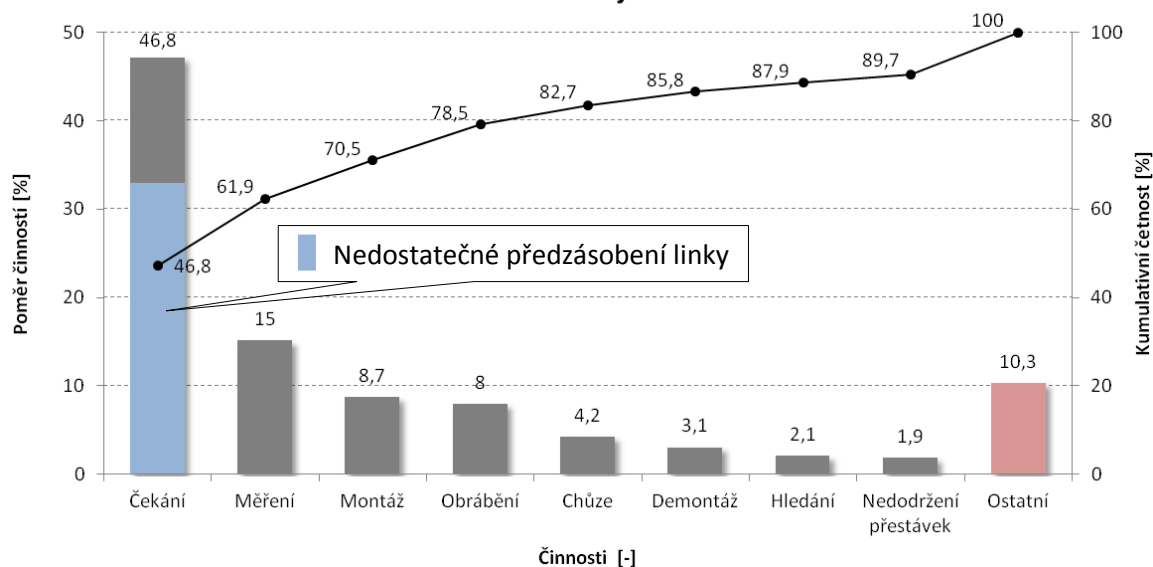


Graf 6-8: Poměr činností procesní analýzy [vlastní zpracování]

Poměr činností jízdního řádu

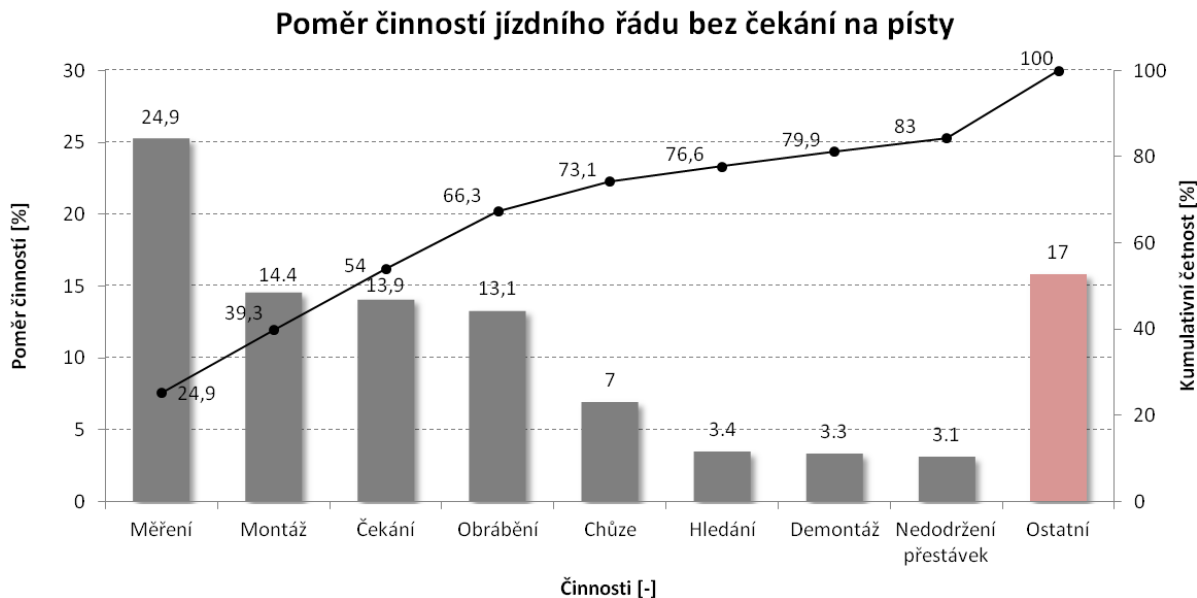
V prvním grafu (viz Graf 6-9) je zobrazen poměr veškerých činností se započítaným čekáním na písty. Z celkového čekání je 32,9% způsobeno nedostatečným předzásobením linky seřizovacími písty a písty z linky. V tuto dobu byl nucen seřizovač pracovat na jiném stroji, čímž vznikl organizační chaos. Odcházel vždy od rozpracované práce na stroji FBM, čímž při návratu vznikaly značné časové ztráty. Zbylých 13,9% čekání bylo způsobeno převážně nedodržením přestávek a pozdním přidělením práce.

Poměr činností jízdního řádu



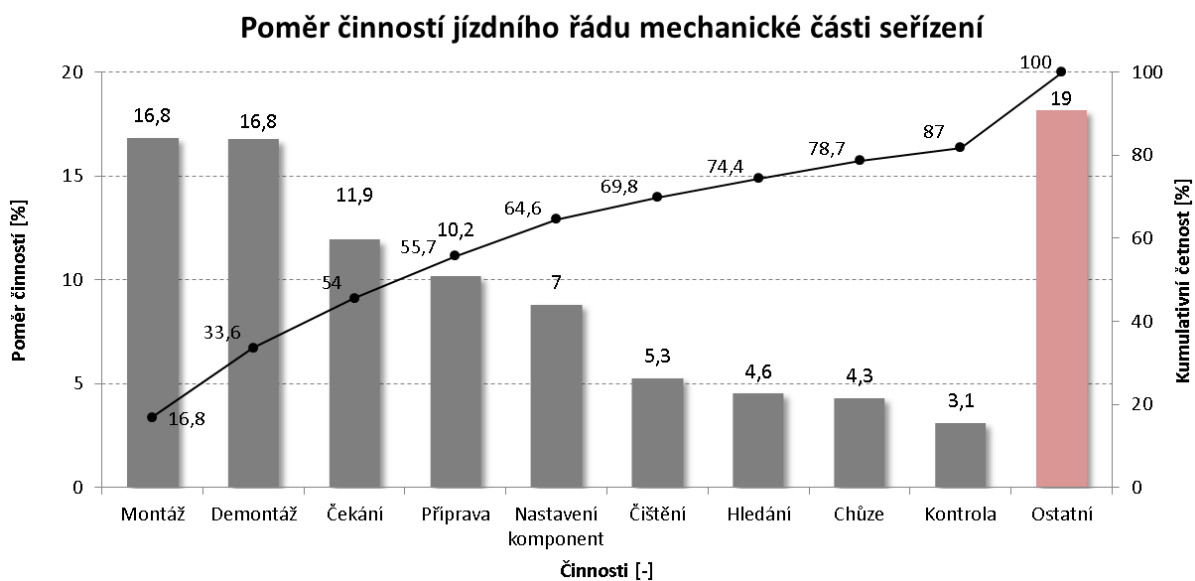
Graf 6-9: Poměr činností jízdního řádu [vlastní zpracování]

Další graf (viz Graf 6-10) znázorňuje, stejně jako předešlý graf, poměr veškerých činností. Zde ovšem není započítáno čekání na seřizovací písty. Čekání na seřizovací písty a písty z linky není sice nestandardní činností, jelikož při více pozorování a měření tento problém nastával pokaždé, ale z hlediska jeho časové délky bylo nutné zjistit poměr činností, kdyby k tomuto čekání nedošlo.



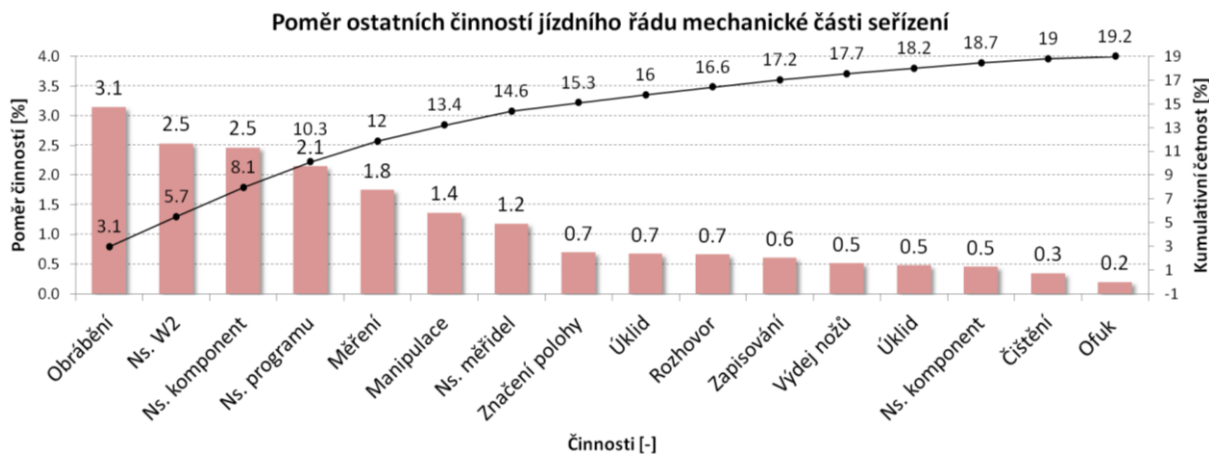
Graf 6-10: Poměr činností jízdního řádu bez čekání na písty [vlastní zpracování]

Graf (viz Graf 6-11) znázorňuje poměr veškerých činností při mechanickém seřízení. Na tomto grafu jsou patrné činnosti, které nepřidávají hodnotu, jako je čekání, příprava, čištění, hledání a chůze. Část náběhu stroje se při každém měření lišila a její délka je závislá na použitých seřizovacích pístech a zkušenostech seřizovačů. Problémy při náběhu stroje jsou řešeny v kapitole (viz Kapitola 7.2). V ní jsou uvedena opatření, která eliminují plýtvání při náběhu stroje.



Graf 6-11: Poměr činností jízdního řádu mechanické části seřízení [vlastní zpracování]

Pro kompletní popis analyzovaného jízdního řádu stroje FBM jsou činnosti z kategorie - ostatní, u výše uvedeného grafu vyjádřeny pro vyšší přehlednost zvláště na grafu (viz Graf 6-12). Na něm je zřejmé, že z celkové délky trvání ostatních činností (28 minut a 9 sekund) dosahují nejvyššího poměru činnosti obrábění (3,1%), nastavení kompresní výšky (2,5%), nastavení komponentů bez použití úchylkoměru (2,5%) a nastavení programu (2,1%).



Graf 6-12: Poměr ostatních činností jízdního řádu mechanické části seřízení [vlastní zpracování]

6.4. Výrobní ztráty způsobené neproduktivními časy

V tabulce (viz Tabulka 6-12) jsou uvedeny výrobní ztráty, které nebyly nevyrobena z důvodu neproduktivních časů. Časy jsou výsledkem analýzy jízdních řádů u jednotlivých strojů na lince. Neproduktivními časy je veškeré plýtvání, které seřizovači při seřizování způsobovali. Výrobní ztráty jsou přepočítány z taktu linky, který je dle grafu (viz Graf 5-5 a Graf 5-6) 18s. Z tabulky je patrné, že největší výrobní ztráty se vyskytují u strojů FBM, kde dosahují průměrně 405ks. To je dáno složitostí mechanického seřízení stroje a náběhu.

Stroj	Čas plýtvání	Výrobní ztráta [ks]
EMAG 2.1	19m25s	cca 64
EMAG 2.2	20m25s	cca 68
EMAG 2.3	25m10s	cca 84
EMAG 3.1	10m45s	cca 36
EMAG 3.2	15m12s	cca 51
MAC 1	37m52s	cca 126
MAC 2	25m15s	cca 84
MAC 3	20m37s	cca 69
FBM 1	2h14m12s	cca 447
FBM 2	1h50m10s	cca 367
TPS 1	17m10s	cca 57
TPS 2	19m29s	cca 65
Ztráty celkem		cca 1518

Tabulka 6-12: Výrobní ztráty způsobené plýtváním při seřizování [vlastní zpracování]

7 Návrhy na zlepšení

Kapitola 7 se zabývá popisem veškerých návrhů na zlepšení v rámci celé linky. Nejdříve jsou rozepsány navrhovaná potenciální zlepšení s detailním popisem jejich možného způsobu realizace. Mezi nimi jsou také uvedeny návrhy, které budou aplikovány v blízké budoucnosti. Nakonec jsou popsána realizovaná zlepšení společně se standardizovaným jízdním řádem stroje FBM.

7.1. Potenciální a částečně realizovaná zlepšení

Níže jsou podrobně rozepsána potenciální a částečně realizovaná zlepšení týkající se všech strojů na lince. Částečně realizovaná zlepšení jsou taková, která se již nestihla realizovat v době tohoto projektu.

Seřízení stroje FBM při sníženém výkonu linky

Tímto návrhem by se stroj FBM 1 či 2 začal seřizovat v době, kdy linka vyrábí na cca 70% výkonu. Návrh vyplývá z analýzy taktů jednotlivých strojů, které jsou uvedeny v kapitole (viz Kapitola 5.9). Předchozí stroj na operaci OP20D má takt 17,4s při produkci pístů typu 84 228. Takt stroje FBM má o 42% menší takt, čili 10,2s. Postup by byl takový, že před samotným vyjetím linky by bylo možné výrobu propouštět přes stroj FBM 1, zatímco FBM 2 by se již mechanicky seřizovalo. Pomocí realizovaných změn v tabulce (viz Tabulka 7-16) je možné stroj FBM seřídít do cca 50 minut, tudíž by linka vyráběla ve sníženém výkonu přijatelný čas.

Formulář pro komunikaci mezi seřizovači a vedením

Slabou stránkou linky L409 je vzájemná komunikace mezi vedením a seřizovači. Pro zlepšení komunikace mezi směnovým mistrem, vedením a seřizovači na lince byl navržen formulář v programu Microsoft Excel za použití částečně naprogramovaných maker ve VBA. Formulář je možno využívat jednak pro plánování seřízení na jednotlivé měsíce se zobrazením potřebného náradí pro konkrétně zvolené stroje, ale také pro hlášení možných problémů v případě vyskytnutí se na lince s vizuální podporou. Vizuální podoba navrženého formuláře je zobrazena na obrázku (viz Obrázek 7-22). Popis jednotlivých jeho částí je uveden v tabulce (viz Tabulka 7-13).

Obrázek 7-22: Struktura formuláře [vlastní zpracování]

Popis funkcí formuláře	
(1)	Kalendář s vizuálním zobrazením důležitých dat
(2)	Výběr měsíce, kterému se kalendář (1) přizpůsobí
(3)	Automaticky měnící se vepsané období seřizení pro vyšší přehlednost
(4)	Netisknutelná textová pole s naprogramovanými makry
(5)	Textová pole pro poznámky a výběr směny z comboboxů
(6)	Zpětná vazba v případě nezadání důležité informace
(7)	Barevně odlišená důležitá data pro kalendář (1)
(8)	Seznam potřebného náradí pro seřizování
(9)	Informace o předešlém typu a nadcházejícím typu produktu
(10)	Komentář s libovolným textem a vizuální podporou
(11)	Automatické generování emailu s možností zasláním formuláře jako přílohu
(12)	Vyskakovací kalendář pro výběr dat seřizení

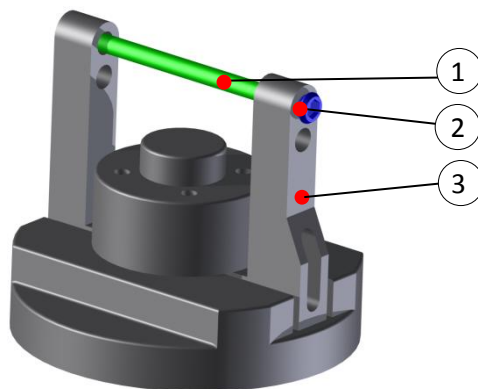
Tabulka 7-13: Popis funkcí formuláře [vlastní zpracování]

Univerzálnost komponentů

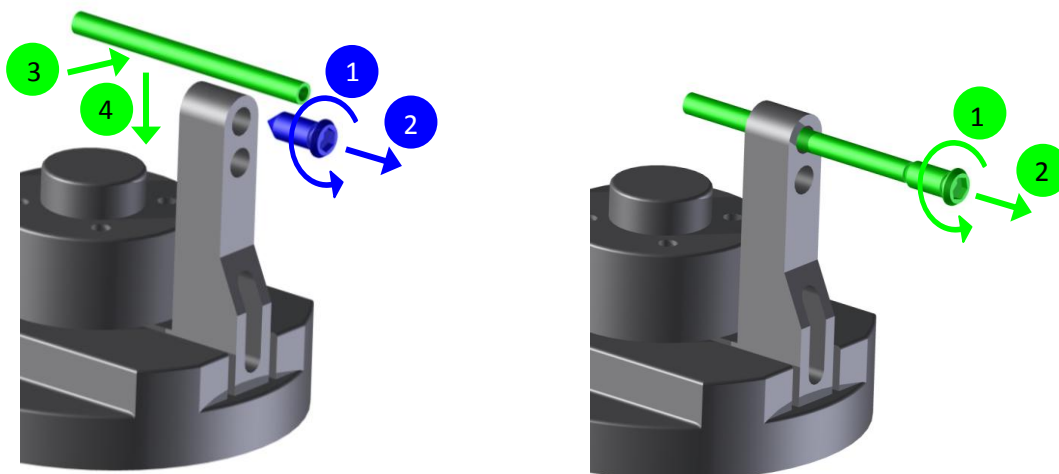
Pro docílení ideálního stavu při seřizování je zajistit univerzálnost komponent pro jednotlivé typy produktů. Proto se tento návrh týká změny čidla pístů na lineárním vedení, které je zobrazeno na obrázku (viz Obrázek 5-15) na pozici (4). Ten se přizpůsobí pomocí pružinového mechanismu oběma typů pístů - 84 228 a 92 215. Ve finále se tedy tato komponenta nebude muset být seřizovači demontována/montována při seřizování. Tento návrh bude realizován v budoucnu, jelikož jeho výroba bude dokončena až po termínu tohoto projektu.

Demontáž rozpěrné tyče

Pro ulehčení montáže a demontáže komponentu kopírovacího mechanismu na stroji FBM byla navržena změna konstrukčního řešení. Pomocí ní se docílí značné redukce zbytečných montážních pohybů seřizovače a zkrácení potřebného času pro jejich provedení. Návrh se týká kopírovacího mechanismu (1), aretačního šroubu (2) a rozpěrné tyče (3), které jsou zobrazeny na obrázku (viz Obrázek 7-23). V původním stavu seřizovač nejdříve povolil aretační šroub a odložil ho na určené místo. Dále bylo potřeba rozpěrnou tyč vyjmout z uzavřeného prostoru, kam po povolení aretačního šroubu odpadla. Vyjímání rozpěrné tyče z uzavřeného prostoru bylo nevyhovující. Čas potřebný pro kompletní demontáž kopírovacího mechanismu v původním stavu trval průměrně 1 minutu a 42 sekund. Proto navržená konstrukční změna, při které tvoří rozpěrná tyč a aretační šroub jeden celek, řeší jednoduché povolení, a vyjmutí rozpěrné tyčky pouze ve dvou pohybech. Tato změna je pro názornost zobrazena jako 3D model na obrázku vpravo (viz Obrázek 7-24). Popis jednotlivých pohybů pro demontáž je zobrazen v tabulce (viz Tabulka 7-14).



Obrázek 7-23: Původní provedení kopírovacího mechanismu [vlastní zpracování]



Obrázek 7-24: Původní stav (vlevo) a nový stav (vpravo) demontáže aretačního šroubu [vlastní zpracování]

Původní stav		Čas
(1)	Povolení šroubu	Průměrně 1m42s
(2)	Vyjmutí a uložení šroubu stranou	
(3)	Vypadnutí rozpěrné tyče do uzavřeného prostoru	
(4)	Vyjmutí rozpěrné tyče z uzavřeného prostoru	
Navrhovaný stav		Čas
(1)	Povolení šroubu	cca 35s
(2)	Snadné vyjmutí šroubu společně s rozpěrnou tyčí	

Tabulka 7-14: Eliminace pohybů při demontáži rozpěrné tyče [vlastní zpracování]

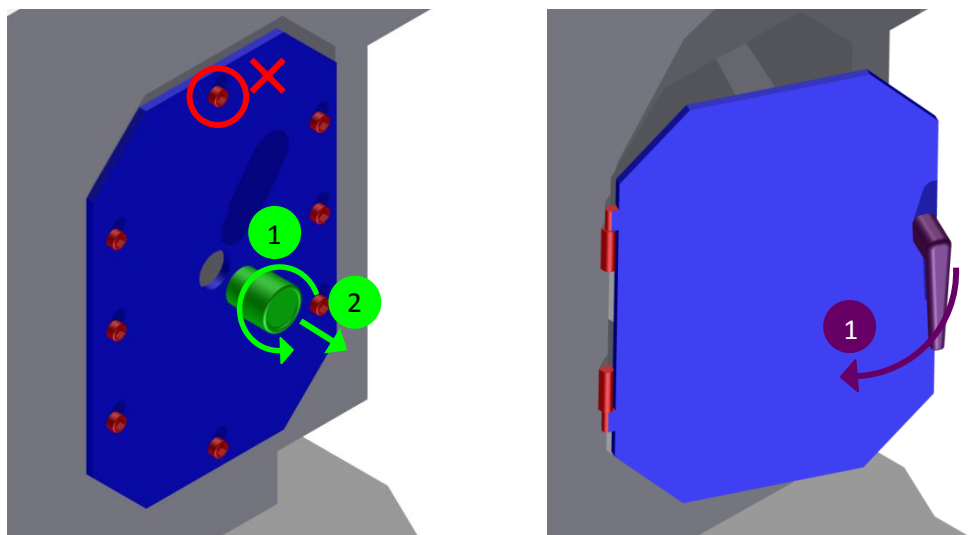
Způsob otevírání krytu pro přístup do prostoru kopírování

Stejně jako výše zmíněný návrh (viz Univerzálnost komponentů) i tento bude realizován až po dokončení tohoto projektu. Návrh se týká změny způsobu manipulace s průhledným krytem na stroji FBM, který je zobrazen na obrázku (viz Obrázek 5-16) na pozici (13). V současném stavu jej seřizovači demontovali dvěma způsoby.

V prvním případě seřizovači povolovali všechny imbusové šrouby nacházející se na obvodu krytu. To si vyžadovalo jednak velkou časovou náročnost pro jeho demontáž a také možnost vniknutí chladicí kapaliny do prostoru kopírování. Vnik kapaliny do prostoru byl zapříčiněn nedbalostí seřizovačů, kteří kryt opětovně neutěsnili.

Ve druhém seřizovači povolovali centrální šroub, kde se pomocí díry v krytu dostali do prostoru kopírování. Tento způsob je ve v současném stavu standardizován, jelikož má výrazně menší časovou náročnost při seřizování.

V budoucím stavu bude kryt umístěn na pantech a bude se otevírat jednoduchým pohybem v podobě posunutí malé páčky. Tento návrh bude nejen časově nenáročný, ale seřizovači budou mít mnohem lepší výhled do prostoru kopírování, než je tomu při povolování centrálního šroubu. Pro ilustraci je princip tohoto návrhu zobrazen jako 3D model na obrázku (viz Obrázek 7-25). Popis jednotlivých pohybů pro způsob otevírání krytu je zobrazen v tabulce (viz Tabulka 7-15).



Obrázek 7-25: Původní stav (vlevo) a budoucí stav (vpravo) přístupu do prostoru kopírování [vlastní zpracování]

Původní stav	
(1)	Vyšroubování centrálního šroubu z krytu
(2)	Vyjmutí centrálního šroubu
X	Šrouby po obvodu krytu nepovolovat
Přístup přes malý středový otvor do prostoru kopírování	
Budoucí stav	
(1)	Otevření krytu pomocí páčky
Přístup přes zcela otevřený kryt do prostoru kopírování	

Tabulka 7-15: Eliminace pohybů při demontáži rozpěrné tyče [vlastní zpracování]

Unifikace šroubů na komponentech

Z hlediska zefektivnění seřízení a ulehčení práce seřizovačům by bylo možné zhotovit komponenty stroje FBM se stejnými velikostmi šroubů. Tento návrh se týká také ostatních strojů nacházejících se na lince L409, ovšem u nich se nejedná o takový počet komponentů, které se během seřízení vyměňují v závislosti na typové řadě pístů. V současném stavu se na stroji FBM při seřizování používají velikosti imbusových šroubů 2,5, 3, 4, 5, 6 a 10. Pro usnadnění práce při demontáži/montáži komponentů a redukce používaných velikostí imbusových klíčů by bylo potřeba změnit konstrukční řešení jednotlivých komponentů pracovního prostoru stroje na jeden typ díry. Tím by seřizovači odpadlo neustálé vyměňování potřebných nástrojů a práce by byla plynulejší.

7.2. Realizovaná zlepšení

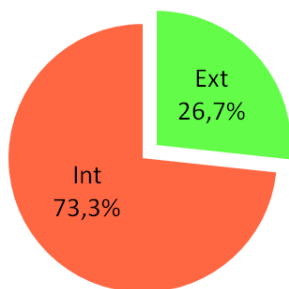
Veškeré činnosti, které byly zefektivněny v rámci stroje FBM, jsou uvedeny v tabulce (viz Tabulka 7-16). Tyto činnosti vycházejí z jízdního řádu, který je zobrazen v příloze (viz Příloha č. 2). Společně s jednotlivými opatřeními je v tabulce uvedena ECRS analýza, která znázorňuje způsoby, jakých se dosáhlo potřebných zlepšení. Dále jsou klíčová realizovaná zlepšení podrobněji rozepsána níže.

ID Pořadí	Činnost Činnosti vyskytující se v jízdním řádu seřízení stroje FBM 1	Čas Σ Součet dílkých časů činností	ECRS analýza				Poznámky Převedení činností z interních na externí I→E / opatření
			Eliminace ⊘	Kombinace ◆	Přerozdělení ➤	Zjednodušení ⊙	
1	Chůze ke stroji	0:06:28					I→E
2	Chůze pro nářadí	0:01:48					I→E
3	Chůze k výdej.automatu	0:01:05					I→E
4	Chůze pro seř. písty	0:01:51					I→E
5	Chůze pro hadry	0:00:17					I→E
6	Chůze k měřidlům	0:00:25					I→E
7	Čistění komponent	0:08:32					I→E
8	Hledání nářadí	0:03:33				⊙	I→E / 5S
9	Hledání seř. pístů	0:08:44	⊘				I→E / Buffer pístů
10	Hledání hadrů	0:00:45					I→E
11	Hledání šroubů	0:00:27				⊙	I→E / 5S
12	Hledání dokumentace	0:00:38					I→E
13	Hledání úchylkoměru	0:00:10				⊙	I→E / 5S
14	Čekání na práci	0:11:00	⊘				Organizace práce
15	Čekání na písty	5:22:43	⊘				Postupné uvolňování výroby / Buffer
16	Čekání na předání směny	0:30:36	⊘				Organizace práce
17	Čekání - špatný seř. píst	0:05:34	⊘				Standard
18	Úklid vzorků	0:02:00					I→E
19	Úklid nářadí	0:01:16					I→E
20	Úklid dokumentace	0:00:42					I→E
21	Příprava nářadí	0:00:34				⊙	I→E / Formulář
22	Příprava dokumentace	0:01:45		◆			I→E
23	Příprava tech. postupů	0:06:02					I→E
24	Příprava měřidel	0:03:37					I→E
25	Příprava odkl. míst	0:02:15				⊙	I→E / 5S
26	Příprava boxů	0:01:05		◆			I→E
27	Montáž rozpěrné tyče	0:00:27	⊘				I→E
28	Výdej nožů - opakovaný	0:03:23	⊘				I→E / Standard
29	Kontrola komponentů	0:03:54					I→E
30	Nedodržení časů přes.	0:15:42	⊘				Organizace práce
31	Rozhovor zbytečný	0:07:43	⊘				Organizace práce
32	Zápis parametru W2	0:00:53					I→E
33	Montáž krytu vrtné tyče	-			➤		Změna pořadí činností
34	Montáž zakladačů 1 a 2	-			➤		Změna pořadí činností
35	Montáž vrtné tyče	-			➤		Změna pořadí činností
36	Dem. průhledného krytu	0:01:20				⊙	Standard
37	Dem. rozpěrné tyče	0:01:24				⊙	Unifikace šroubů
39	Značení polohy kop.	0:01:01	⊘				Vyjiskření rysky
40	MZO - ovalita pístu	-				⊙	Natočení prstence
Sumarizace hodnot Σ							
Celková délka eliminovaných činností bez započítaného čekání na písty:						2h14m12s	

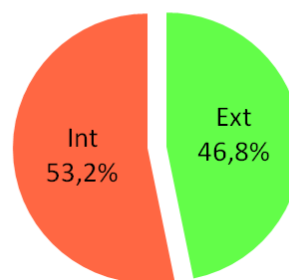
Tabulka 7-16: Realizované změny při seřízení stroje FBM [vlastní zpracování]

Z výše uvedené tabulky je patrné, že činnosti, které byly eliminovány, nabývají celkového času 2h14m12s. Změny se netýkaly pouze přesunutí činností do externích časů, ale také například změny pořadí pracovních úkonů, které byly v původním stavu prováděny nevhodně a v nelogickém sledu. Z hlediska procentuálním vyjádření, bez započítání čekání na píсты, se pomocí výše provedených změn ušetřilo přes 26% z celkového času seřízení. Tento poměr, kde došlo k oddělení a zkrácení interních a externích činností, je zobrazen vlevo na grafu (viz Graf 7-13). Při vyjádření mechanické část seřízení stroje se změnami ušetřilo téměř 47% času. Tento poměr je zobrazen vpravo na témže grafu.

Celkový poměr interních a externích činností



Poměr interních a externích činností mechanického seřízení stroje



Graf 7-13: Poměr interních a externích činností zlepšeného stavu [vlastní zpracování]

Unifikace šroubů na kopírovacím mechanismu

Demontáž kopírovacího mechanismu je úzkým místem všech demontovaných komponentů na stroji. Pomocí podrobné analýzy pracovních činností během seřízení se zjistilo, že v prvním případě, který je uveden na obrázku vlevo (viz Obrázek 7-26), byl pracovník nucen používat plochého šroubováku, který byl pro demontáž aretačního šroubu na rozpěrné tyčce nevhodný. S jeho pomocí při demontáži se často stávalo, že aretační šroub propadl do stísněného místa, ze kterého bylo obtížné jej dostat zpět, a tak narůstal zbytečný čas. Tento nevhodný šroub se nacházel na stroji FBM 2.

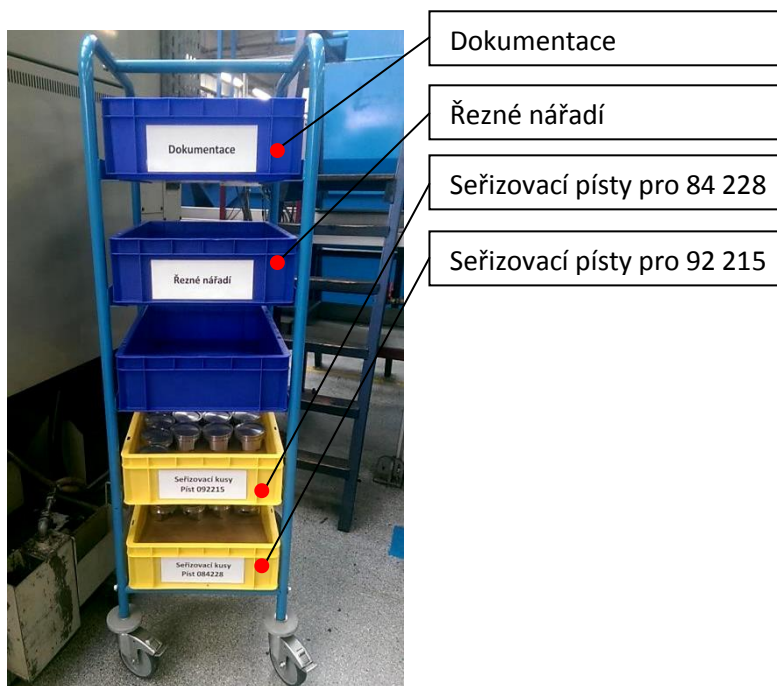
Ve druhém případě, týkající se stroje FBM 1, pracovník využívá imbusového klíče, který usnadňuje demontáž šroubu ze špatně přístupného prostoru. Touto změnou se tedy eliminoval jeden druh potřebného nářadí pro demontáž komponenty a celková demontáž šroubu se seřizovačům usnadnila. Nový aretační šroub je zobrazen na stejném obrázku vpravo.



Obrázek 7-26: Původní (vlevo) a nový (vpravo) aretační šroub [vlastní zpracování]

Buffer seřizovacích pístů

Opakovaným a časově nepřijatelným plýtváním bylo čekání na seřizovací píсты a na písty z linky. Toto čekání bylo způsobeno nedostatečnými a nekvalitními seřizovacími písty, které se na lince nachází a slouží pro účely seřizování. Proto se využil pojízdný stojan a vytvořil se buffer pístů potřebných pro seřizování stroje, které se odeberou z předchozí výrobní série. Tím se zajistí fakt, že písty splňují požadavky na kvalitu a většina komponentů stroje FBM nejsou opětovně seřizovány, jelikož se rozměry starých a nevhodných seřizovacích pístů od pístů z linky neliší. Dále se stojan využije místo pro potřebnou dokumentaci a řezné nářadí určené pro všechny stroje na lince. Vytvořený buffer je ukázán na obrázku (viz Obrázek 7-27).



Obrázek 7-27: Buffer seřizovacích pístů [vlastní zpracování]

Postupné uvolňování výroby

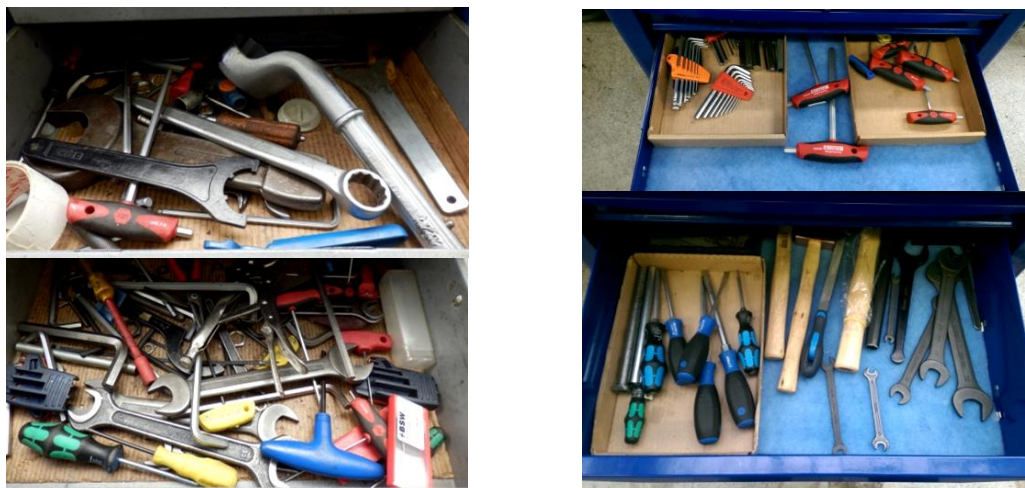
Aby se linka postupně spouštěla přes již seřizené stroje a mohla v průběhu seřizování vyrábět písty, seřizovači budou seřizovat linku postupně tak, jak probíhá proces obrábění pístů. Přičemž přednostně se seřídí nejdříve stroje, které umožní obrobení veškerých funkčních ploch pístu. V tabulce (viz Tabulka 7-17) je uveden jeden z možných postupů, v jakém sledu je stroje potřeba seřídít, aby linka mohla vyrábět při sníženém výkonu. Linka poté může být spuštěna na těch strojích, na kterých jsou vytvořeny vzory pístů. Operace OP20D a OP30, které provádějí stroje TPS a FBM, mohou být zaměnitelné. To znamená, že technologický postup výroby pístu umožňuje obrobení pístu nejdříve na stroji FBM, a pak zpětně na TPS.

Jednotlivé operace na lince					
OP10	OP20A	OP20B	OP20C	OP20D	OP30
T1	MAC 1	EMAG 2.1	EMAG 3.1	TPS 1	FBM 1 →
T2	MAC 2	EMAG 2.2	EMAG 3.2	TPS 2	FBM 2
	MAC 3	EMAG 2.3			← - - - - - →

Tabulka 7-17: Postup seřizení linky [vlastní zpracování]

Hledání nářadí

Seřizovači měli problém při hledání nářadí ve skříni na nářadí. Proto se na bázi metody 5S tento prostor zlepšil v jeho přehlednosti a rozdělení jednotlivých druhů nástrojů do šuplíků. Dále bylo nářadí v konkrétních skupinách přehledně uloženo do papírových boxů. Nový stav nářadové skříně je zobrazen na obrázku vpravo (viz Obrázek 7-28).





Obrázek 7-28: Původní (vlevo) a nový (vpravo) stav nářadové skříně [vlastní zpracování]

7.3. Standardizovaný jízdní řád stroje FBM

Standardizovaný jízdní řád stroje FBM, uvedený v tabulce (viz Tabulka 7-18) byl vypracován na základě naměřených dat a realizovaných zlepšení. Časové hodnoty dílčích činností uvedených v jízdním řádu jsou stanoveny jako průměry z naměřených hodnot odvozených z audiovizuálních záznamů.

Jízdní řád je rozdělen do čtyř částí - externí činnosti vykonávané před a po interních činnostech a interní činnosti. Interní činnosti jsou dále rozděleny na mechanické seřízení stroje a náběh stroje. Náběh stroje nelze přesně časově stanovit, jelikož zde záleží na zkušenostech a zručnosti seřizovačů.

Z typu 84 228 na typ 92 215			
Č.	Činnost	Čas	Popis činnosti
-	Druh činnosti	Dílčí čas	Popis činností s obrázkovou podporou
1	Příprava linky	0:08:00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Úklid vzorků 2. Příprava technologických postupů 3. Příprava dokumentace 
2	Příprava pomůcek a komponent	0:04:00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Příprava nářadí 2. Příprava hadrů 3. Příprava KLT boxů s komponenty 4. Kontrola a čištění komponentů 

Externí - PŘED

3	Příprava pracoviště	0:01:55	Příprava pracoviště (viz Standard pracoviště při seřizování)	
4	Demontáž čidla pístu	0:01:30	Demontáž čidla pístu - typ 84 228	
5	Montáž čidla pístu	0:02:10	Montáž čidla pístu - typ 92 215	
6	Demontáž vrtné tyče	0:00:49	Demontáž vrtné tyče - typ 84 228	
7	Demontáž krytu	0:01:13	Demontáž krytu za vrtnou tyčí	
8	Demontáž rozpěrné tyče	0:02:55	1. Otevření krytu (viz Standard pro demontáž/montáž komponentů) 2. Demontáž rozpěrné tyče	
9	Demontáž kopírování	0:01:15	Demontáž kopírování - typ 84 228	
10	Demontáž šablony	0:01:27	Demontáž šablony - typ 84 228 (vnitřní a vnější prstenec)	
11	Montáž šablony	0:03:05	Montáž šablony - typ 92 215	
12	Montáž kopírování	0:01:35	Montáž kopírování - typ 92 215	
13	Montáž krytu	0:01:05	Montáž krytu za vrtnou tyčí	

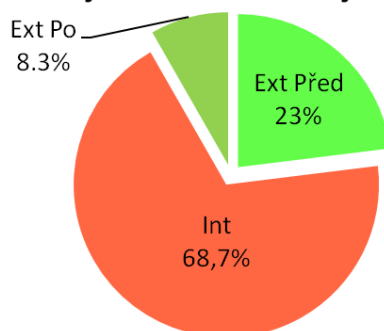
14	Montáž vrtné tyče	0:01:40	Montáž vrtné tyče - typ 92 215	
15	Demontáž zakladače 1	0:00:50	Demontáž zakladače - typ 84 228	
16	Demontáž zakladače 2	0:00:50	Demontáž zakladače - typ 84 228	
17	Montáž zakladače 1	0:01:35	Montáž zakladače - typ 92 215	
18	Montáž zakladače 2	0:01:35	Montáž zakladače - typ 92 215	
19	Nastavení zakladačů	± 0:02:15	Nastavení zakladačů úchylkoměrem (poloha úchylkoměru - viz Standard pracovního postupu při nastavování komponent)	
20	Nastavení drapače	± 0:08:05	Nastavení drapače úchylkoměrem (poloha úchylkoměru - viz Standard pracovního postupu při nastavování komponentu)	
21	Nastavení parametrů	± 0:02:35	Nastavení kompresní výšky (W2)	
22	Obrábění pístu	0:01:55	1. Obrábění seřizovacího pístu 2. Ofuk pístu	
23	Měření pístu	0:01:35	Měření pístu na měřidlech	
24	Montáž soustružnických nožů	± 0:04:05	1. Montáž nožů 2. Měření nožů	

25	Obrábění pístů Měření pístů Nastavování komponent	-	Potřebný čas pro náběh stroje se liší od zkušeností seřizovačů. Náběh stroje končí vytvořením vzoru, který je schválen pracovištěm MZO.	Interní - Náběh stroje
26	Úklid	0:05:00	1. Úklid KLT boxů s komponenty 2. Úklid nářadí a pomůcek	Externí - PO

Tabulka 7-18: Standardizovaný jízdni řád stroje FBM [vlastní zpracování]

Z výše uvedeného jízdniho řádu vyplývá, že jednotlivé kategorie činností zobrazené v grafu (viz Graf 7-14) dosahují následujících hodnot – externí činnosti před seřízením (23%), interní činnosti při seřízení (68,7%) a externí činnosti po seřízení (8,3%). Stejně jako ve standardizovaném jízdniho řádu, tak také v níže uvedeném grafu není započítán náběh stroje, který se vždy liší.

Rozbor činností standardizovaného jízdniho řádu stroje FBM



Graf 7-14: Rozbor činností standardizovaného jízdniho řádu stroje FBM [vlastní zpracování]

8 Ekonomické zhodnocení

Z hlediska ekonomického zhodnocení projektu jsou v této kapitole uvedeny celkové náklady na projekt a celkové úspory.

8.1. Náklady projektu

V nákladech projektu je započítáno veškeré vybavení, které bylo pořízeno. Jednotlivé položky jsou uvedeny v tabulce (viz Tabulka 7-19). Největší zastoupení mají vyhotovené přípravky, které dohromady činí 10 500Kč. Celkové náklady dosahují 21 800 Kč. Jejich výše je nízká z důvodu toho, že plýtvání bylo tvořeno z velké části špatnou organizací práce seřizovačů.

Položka	Náklady [Kč]
Skříň	4 900
Přípravek 1	5 500
Přípravek 2	1 250
Přípravek 3	3 750
Zakrytování stroje	6 400
Náklady celkem	21 800

Tabulka 7-19: Náklady projektu [vlastní zpracování]

8.2. Úspory projektu

Úspory projektu jsou stanoveny z eliminovaných či zkrácených ztrátových časů během seřizování. Tyto časové ztráty jsou uvedeny v tabulce (viz Tabulka 6-12). V jejich důsledku došlo k výrobní ztrátě cca 1518 ks pístů. Při průměrném počtu 3,5 seřízení za rok (hodnota stanovena z počtu seřízení za rok 2015) činí tato výrobní ztráta cca 63 756 ks pístů za rok. Z toho vyplývá, že při stanovené prodejní ceně jednoho pístu se jedná o úsporu cca 1 153 695 Kč za měsíc. Za rok tato ztráta dosahuje kolem 13 844 341 Kč. Veškeré úspory uvedené výše z důvodu nízkého taktu linky L409, která vyrábí ve třisměnném provozu. Výše uvedené údaje jsou pro přehlednost uvedeny v následující tabulce (viz Tabulka 7-20).

Výrobní ztráta [ks]		Úspory [Kč]	
za měsíc	za rok	za měsíc	za rok
cca 5313	cca 63 756	cca 1 153 695	cca 13 844 341

Tabulka 7-20: Úspory projektu [vlastní zpracování]

Závěr

Cílem práce bylo identifikovat a kvantifikovat ztrátové časy při seřizení na poloautomatické obráběcí lince L409 a na základě zjištěného plýtvání dále navrhnout a zrealizovat opatření, jak s použitím nástrojů štíhlé výroby plýtvání redukovat či zcela eliminovat.

Teoretická část je věnována nejprve metodě SMED. V jejím konceptu je představen princip štíhlého myšlení, úvod a postup při implementaci zmíněné metody a případová studie zaměřená na rychlou a efektivní přípravu operačních sálů.

Druhou oblastí teoretické části je standardizace práce, která je zaměřena na rozdělení a účel standardů v podnicích. Je zde také představen a popsán druh standardu v podobě jednobodových lekcí.

Dále se teoretická část týká vztahu plánování a řízení výroby k seřizovacím časům, kde je vysvětlena závislost mezi výrobní dávkou a časovou náročností při seřizování, popsány jednotlivé časy výroby a ukazatel OEE. Kapitoly Časy výroby a Ukazatel OEE jsou doplněny praktickou ukázkou jejich výpočtu. Poslední čtvrtá část popisuje metody sloužící ke klasifikaci, kvantifikaci a eliminaci plýtvání vyskytujících se v podnicích.

Praktická část začíná charakteristikou společnosti Kolbenschmidt Czech Republic, a.s., kde jsou stručně uvedeny její atributy, historické milníky, zákaznické spektrum a výrobní program. Dále jsou popsány funkční plochy pístu, které jsou předmětem seřizení. Následně je detailně popsán stroj FBM, jakožto úzké místo při seřizování a z hlediska celé obráběcí linky je uvedena analýza taktu linky a její současný layout s vyobrazeným výrobním tokem jednotlivých typových řad pístů.

Neproduktivní a ztrátové časy vyskytující se v činnostech seřizovačů při jednotlivých seřizováních byly identifikovány mnoha audiovizuálními záznamy, které byly podkladem pro detailní analýzu procesu seřizení. Analýzou byly zjištěny veškeré činnosti vykonávané seřizovači. Ty byly následně zapsány do jízdnic řádů, ke kterým byla vypracována procesní analýza. Tato klasifikace a kvantifikace plýtvání byla podkladem pro následné návrhy zlepšení.

Ze zjištěného plýtvání bylo patrné, že při seřizování všech strojů dosahují neproduktivní časy průměrné hodnoty 37 minut s výrobní ztrátou cca 1518 ks pístů. Konkrétně u stroje FBM 1, kterému je věnován podrobný popis postupu implementace metody SMED vyplývající z požadavků společnosti, dosahují eliminované ztrátové časy 26,7% z celkové doby seřizení a 46,8% vztahované pouze na mechanickou část seřizení stroje. U ostatních strojů na lince (EMAG, MAC a TPS) dosahují zefektivněné časy průměrné hodnoty 28,3% z celkového času seřizení. Obecně z výsledků vyplývá, že ztrátové časy byly na všech strojích způsobovány špatnou organizací práce, zbytečnou a nadměrnou chůzí seřizovačů a nepřipraveností potřebných pomůcek, nářadí, dokumentace, pracoviště a komponentů pro seřizování. Tyto činnosti nepřidávající hodnotu procesu seřizení jsou vizuálně viditelné v procesních analýzách vypracovaných vedle jízdnic řádů, kde jsou patrné přílišné rozestupy v posloupnosti mezi činnostmi přidávající hodnotu a plýtváním.

Z hlediska fáze návrhů na zlepšení vyplývající z výsledků analýz byly vypracovány návrhy potenciální, částečně realizované a realizované. Mezi potenciální návrhy se řadí návrh na seřizování stroje FBM při sníženém taktu linky a formulář pro seřizení usnadňující komunikaci mezi vedením a seřizovači. Z hlediska částečně realizovaných návrhů, které se nestihly realizovat v době tohoto projektu, se jedná o konstrukční změny na stroji FBM, které seřizovačům ve velké míře usnadní demontáž a montáž komponentů při seřizování.

Realizované návrhy byly uskutečněny a podpořeny vytvořením standardů, převedením interních činností do externích a implementací metody 5S. Výše zmíněné standardy se týkají dle požadavků společnosti stroje FBM, ke kterému byl vytvořen jak detailní standardizovaný jízdni řád, tak také standardy týkající se pracovního postupu a pracovního prostředí.

Výsledky celého projektu byly v poslední kapitole této diplomové práce ekonomicky adekvátně vyhodnoceny. Jsou zde uvedeny investované náklady a vyčíslené úspory. Úspory jsou vypočítány z výrobních ztrát, které jsou následně přepočítány na peněžní jednotky.

Pro kontrolu přínosu navrženého stavu a pokračování této diplomové práce je nutné udržovat jednotlivé přínosy na požadované úrovni. Je třeba nový stav neustále měřit, kontrolovat nejen jeho plnění, ale také zda si seřizovači dostatečně osvojili nové způsoby. Z výsledků kontrol by se takto získané naměřené hodnoty porovnaly s výsledky této práce, a tak by se zjistily případné odchylky od skutečného a plánovaného stavu. Z nich by se dále vyvodila další možná opatření a řešení.

Seznam literatury

Knižní publikace

- [1] SANTOS, Javier, Richard WYSK a Jose Manuel TORRES. *Improving Production with Lean Thinking*. Vyd. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006, 264 s. ISBN 978-0-471-75486-2.
- [2] LIKER, Jeffrey K [překlad Irena Grusová]. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-7261-173-7.
- [3] WU, Peng a Sui Pheng LOW. *Lean and Cleaner Production: Applications in Prefabrication to Reduce Carbon Emissions*. Vyd. Berlín: Springer, 2013, 344 s, ISBN 978-3-642-42062-7.
- [4] CHIARINI, Andrea. *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Vyd. Bologna: Springer, 2013, 177 s, ISBN 978-88-470-2510-3.
- [5] WILSON, Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing*. Vyd. McGraw-Hill Professional, 2009, 336 s, ISBN 978-0-07-162507-4.
- [6] FRANCHETTI, Matthew John. *Lean Six Sigma for Engineers and Managers: With Applied Case Studies*. Vyd. CRC Press, 2015, 279 s, ISBN 978-1-4822-4353-6.
- [7] WALKENBACH, John [překlad Karel Voráček a Jaroslav Černý]. *Microsoft Office Excel 2007: Programování ve VBA*. Vyd. Brno: Computer Press. 2008, 912 s, ISBN 978-80-251-2011-8.
- [8] IMAI, Massaki [překlad Vladimír Paulíny]. *Gemba Kaizen – Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [9] GEORGE, Michael L., David ROWLANDS, Mark PRICE a John MAXEY [překlad Kateřina Hodická]. *Lean Six Sigma – kapesní příručka*. Vyd. 1. SC&C Partner s.r.o., 2010, 280 s, ISBN 978-80-904099-2-7.
- [10] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, a.s. 2007, 384 s, ISBN 98-78-80-247-1479-0.
- [11] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck. 2012, 154 s, ISBN 978-80-7179-319-9.
- [12] SHING, Shiegeo. *A revolution in manufacturing: The SMED system*. Vyd. Productivity Press, 1985, 384 s, ISBN 09-152-9903-8.
- [13] KATO, Isao a Art SMALLEY. *Toyota Kaizen Methods: Six Steps to Improvement*. Vyd. 1. Taylor & Francis, Inc., 2010, 154 s, ISBN 978-1439838532.

Internetové zdroje

- [14] DLABAČ, Jaroslav. Akademie produktivity a inovací: *Jednobodové lekce*. [online]. 2015 [vid. 9. 12. 2015]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25791n-jednobodove-lekce>
- [15] PAVELKA, Marek. Akademie produktivity a inovací: *Nové trendy v oblasti PI*. [online]. 2015 [vid. 15. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xii/trendyvoblastipi.pdf>

Ostatní zdroje

- [16] KS Kolbenschmidt Czech Republic, a.s. Poskytnuté interní informace a materiály společnosti.

Seznam příloh

1. Vypracované standardy pro stroj FBM.
2. Jízdní řády jednotlivých typů strojů na lince L409.
3. Vyhodnocení jízdních řádů jednotlivých typů strojů na lince L409.
4. Zefektivnění seřízení strojů na lince L409.

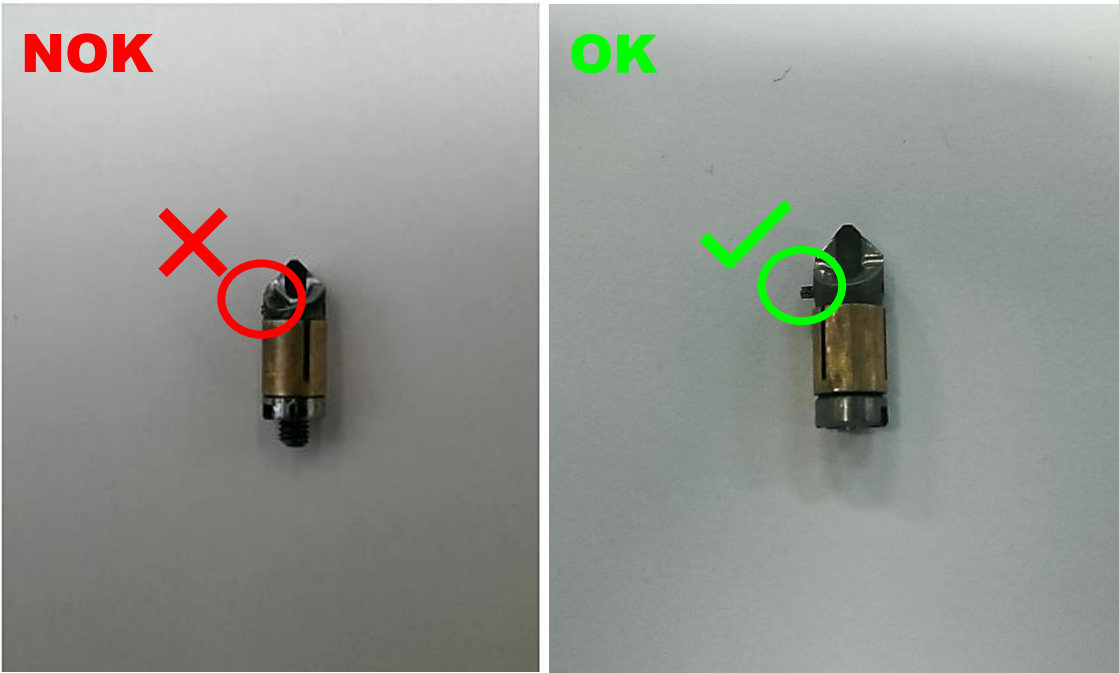
PŘÍLOHA č. 1

Vypracované standardy pro stroj FBM


Číslo dílu: -	Evidenční číslo stroje: -	Operace: Standard pracoviště při seřizování	Vypracoval: -	Uvolnil: -
Útvar výroby: Opracovna - linka č. 409	Stroj: FBM 1	Platné od: -	Podpis: -	Podpis: -
Odkazovací dokumenty: -		Podpůrné dokumenty: -		

Popis úkonu		Vizuální podpora
Co?	Jak?	
Potřebné vybavení	<ul style="list-style-type: none"> ① Boxy s komponenty pro typ 84 228 a 92 215 ② Pomocný stolek ③ Hadry ④ Řezné nástroje ⑤ Potřebné nářadí a pomůcky ⑥ Seřizovací kusy ze zásobníku pístů 	
Seřízení stroje	Seřízení stroje je dáno příslušným pracovním pokynem	


Číslo dílu: -	Evidenční číslo stroje: -	Operace: Standard řezných pomůcek pro seřízení	Vypracoval: -	Uvolnil: -
Útvar výroby: Opracovna - linka č. 409	Stroj: FBM 1	Platné od: -	Podpis: -	Podpis: -
Odkazovací dokumenty: -		Podpůrné dokumenty: -		

Popis úkonu		Vizuální podpora
Co?	Jak?	
Řezné nože	Při seřizování stroje nekládat řezné nože, které mají opotřebovaný aretační kolík	
Seřízení stroje	Seřízení stroje je dáno příslušným pracovním pokynem -	

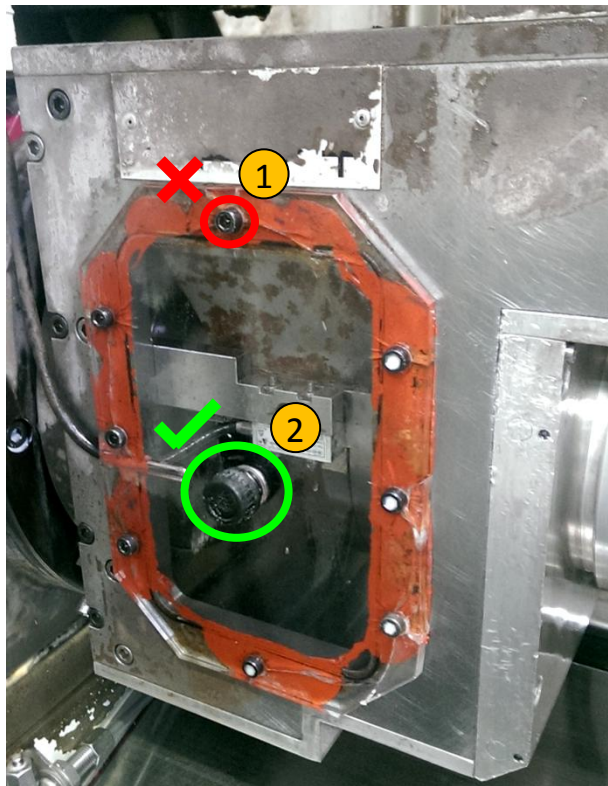
Číslo dílu: -	Evidenční číslo stroje: -	Operace: Standard seřizovacích pístů na vzor	Vypracoval: -	Uvolnil: -
Útvar výroby: Opracovna - linka č. 409	Stroj: FBM 1	Platné od: -	Podpis: -	Podpis: -
Odkazovací dokumenty: -		Podpůrné dokumenty: -		

Popis úkonu		Vizuální podpora
Co?	Jak?	
Seřizovací píst	V případě seřizování nevytvářet vzor na píst s vyjiskřenými popisy. V takovém případě píst neprojde MZO.	
Seřízení stroje	Seřízení stroje je dáno příslušným pracovním pokynem -	

Číslo dílu: -	Evidenční číslo stroje: -	Operace: Standard pracovního postupu při nastavování komponent	Vypracoval: -	Uvolnil: -
Útvar výroby: Opracovna - linka č. 409	Stroj: FBM 1	Platné od: -	Podpis: -	Podpis: -
Odkazovací dokumenty: -		Podpůrné dokumenty: -		


Popis úkonu		Vizuální podpora
Co?	Jak?	
Seřizovací píst	<p>Při nastavování zakladačů a drapače úchylkoměr umístít na upínací základnu, která je zobrazena na obrázku.</p> <p>① Zakladač</p> <p>② Drapače</p> <p>③ Upínací základna</p>	
Seřízení stroje	<p>Seřízení stroje je dáno příslušným pracovním pokynem</p> <p>-</p>	

Číslo dílu: -	Evidenční číslo stroje: -	Operace: Standard pracovního postupu při demontáži/montáži komponenty	Vypracoval: -	Uvolnil: -
Útvar výroby: Opracovna - linka č. 409	Stroj: FBM 1	Platné od: -	Podpis: -	Podpis: -
Odkazovací dokumenty: -		Podpůrné dokumenty: -		

Popis úkonu		Vizuální podpora
Co?	Jak?	
Seřizovací píst	<p>Při demontáži/montáži krytu nepovolovat imbusové šrouby ① po jeho obvodu. Tím vznikají praskliny a je potřeba kryt pokaždé znova utěsnit.</p> <p>Kryt vždy povolovat přes centrální šroub ②. Pomocí centrálního otvoru v krytu následně demontovat rozpěrnou tyč kopírování.</p>	
Seřízení stroje	<p>Seřízení stroje je dáno příslušným pracovním pokynem</p> <p>-</p>	

PŘÍLOHA č. 2

Jízdní řády jednotlivých typů strojů na lince L409

Informace o seřizení																			
Datum:	4. 9. 2015	Čas zahájení:	6:00																
Stroj:	FBM1	Čas ukončení:	21:00																
Linka:	L409	Počet seřizovačů:	1(2)																
Směna(y):	2	Zákazník:	Jaguár																
Z typu pístu:	84 228	Na typ pístu:	92 215																
Jízdní řád				Procesní analýza															
Pořadí činností	Rozdělení činností do kategorií				Kumulovaný čas	Dílčí čas	Vzdálenost [m]	Externí činnosti (E)	Interní činnosti (I)	VA	SVA	NVA							
	Mechanické seřízení stroje	Náběh stroje	Nezapočítané činnosti - přestávky	Nezapočítané činnosti - nestandardní						Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace				
	●	●	↑	■						■	▲	■	■						
1	Zahájení seřizování																		
2	Čekání, mimo pracoviště	6:00:00	0:11:00					I											
3	Uklízení vzorků	6:11:00	0:02:00	9,5				I											
4	Příprava dokumentace	6:13:00	0:01:00					I											
5	Příprava technologických postupů	6:14:45	0:06:00	(9,5)				I											
6	Příprava boxů s komponenty	6:20:47	0:01:05					I											
7	Chůze s boxy ke stroji FBM1	6:21:52	0:00:16	14,3				I											
8	Příprava odkládacích míst	6:22:08	0:01:50					I											
9	Příprava nářadí	6:23:58	0:00:18					I											
10	Chůze pro nářadí	6:24:16	0:00:08	12,4				I											
11	Hledání nářadí	6:24:24	0:00:44					I											
12	Chůze ke stroji FBM1	6:25:08	0:00:08	12,4				I											
13	Příprava nářadí	6:25:16	0:00:16					I											
14	Demontáž čidla pístu	6:25:32	0:01:28					I		●									
15	Čistění čidla pístu (typ 84 228)	6:27:00	0:00:25					I											
16	Čistění čidla pístu (typ 92 215)	6:27:25	0:00:32					I											
17	Montáž čidla pístu (typ 92 215)	6:27:57	0:01:11					I		●									
18	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:29:08	0:00:10	14,3				I											
19	Hledání seřizovacích pístů	6:29:18	0:00:21					I											
20	Chůze ke stroji FBM1	6:29:39	0:00:10	14,3				I											
21	Montáž čidla pístu (typ 92 215)	6:29:49	0:03:35					I		●									
22	Chůze pro pití	6:33:24	0:00:24	14				I											
23	Demontáž zakladače 1 (typ 84 228)	6:33:48	0:00:45					I		●									
24	Čištění zakladače 1 (typ 84 228)	6:34:33	0:00:15					I											
25	Chůze pro nářadí	6:34:48	0:00:13	12,4				I											
26	Hledání nářadí	6:35:01	0:00:44					I											
27	Chůze ke stroji FBM1	6:35:45	0:00:10	12,4				I											
28	Demontáž zakladače 2 (typ 84 228)	6:35:55	0:00:25					I		●									
29	Chůze pro nářadí	6:36:20	0:00:09	12,4				I											
30	Hledání nářadí	6:36:29	0:00:31					I											
31	Chůze ke stroji FBM1	6:37:00	0:00:09	12,4				I											
32	Demontáž zakladače 2 (typ 84 228)	6:37:09	0:00:29					I		●									

33	Čištění zakladače 2 (typ 84 228)	6:37:38	0:00:23			I	
34	Demontáž čidla dveří	6:38:01	0:00:57			I	
35	Demontáž vrtné tyče (typ 84 228)	6:38:58	0:07:15			I	
36	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:46:13	0:00:13	14,3		I	
37	Rozhovor - pracovní	6:46:26	0:00:13			I	
38	Chůze ke stroji FBM1	6:46:39	0:00:13	14,3		I	
39	Demontáž vrtné tyče (typ 84 228)	6:46:52	0:02:29			I	
40	Rozhovor - zaseknutí krytu	6:49:21	0:00:32			I	
41	Demontáž vrtné tyče (typ 84 228)	6:49:53	0:04:18			I	
42	Demontáž krytu	6:54:11	0:01:00			I	
43	Kontrola vrtné tyče (typ 84 228)	6:55:11	0:00:50			I	
44	Čištění vrtné tyče (typ 84 228)	6:56:01	0:00:47			I	
45	Dem. kopírovacího mech. (typ 84 228)	6:56:48	0:03:25			I	
46	Kontrola rozpěrné tyče (typ 84 228)	7:00:13	0:00:13			I	
47	Demontáž rozpěrné tyče (typ 84 228)	7:00:26	0:01:24			I	
48	Čištění vačkového mechanismu	7:01:50	0:00:55			I	
49	Čištění pracovního prostoru stroje	7:02:45	0:00:30			I	
50	Značení rysek na prstenci	7:03:15	0:01:01			I	
51	Chůze pro náradí	7:04:16	0:00:15	12,4		I	
52	Hledání náradí	7:04:31	0:00:05			I	
53	Chůze ke stroji FBM1	7:04:36	0:00:09	12,4		I	
54	Demontáž prstence (typ 84 228)	7:04:45	0:01:53			I	
55	Kontrola prstence (typ 84 228)	7:06:38	0:00:16			I	
56	Chůze pro hadry	7:06:54	0:00:08	11,5		I	
57	Hledání hadrů	7:07:02	0:00:10			I	
58	Chůze ke stroji FBM1	7:07:12	0:00:13	11,5		I	
59	Čištění prstence (typ 84 228)	7:07:25	0:01:16			I	
60	Montáž rozpěrné tyče (typ 84 228)	7:08:41	0:00:27			I	
61	Kontrola rozpěrné tyče (typ 84 228)	7:09:08	0:00:57			I	
62	Čištění vačky (typ 92 215)	7:10:05	0:00:15			I	
63	Kontrola prstence (typ 92 215)	7:10:20	0:00:45			I	
64	Čištění prstence (typ 92 215)	7:11:05	0:00:42			I	
65	Montáž prstence (typ 92 215)	7:11:47	0:00:13			I	
66	Hledání šroubů - prstenec (typ 92 215)	7:12:00	0:00:27			I	
67	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:12:27	0:00:10	14,3		I	
68	Hledání šroubů - prstenec (typ 92 215)	7:12:37	0:00:50			I	
69	Chůze ke stroji FBM1	7:13:27	0:00:11	14,3		I	
70	Montáž prstence (typ 92 215)	7:13:38	0:03:36			I	
71	Montáž vačky (typ 92 215)	7:17:14	0:03:06			I	
72	Kontrola krytu za vrtanou tyčí	7:20:20	0:01:36			I	
73	Montáž krytu za vrtanou tyčí	7:21:56	0:01:08			I	
74	Nastavování programu	7:23:04	0:03:09			I	
75	Čištění zakladače 1 (typ 92 215)	7:26:13	0:00:30			I	
76	Montáž zakladače 1 (typ 92 215)	7:26:43	0:00:48			I	
77	Čištění zakladače 2 (typ 92 215)	7:27:31	0:00:32			I	
78	Montáž zakladače 2 (typ 92 215)	7:28:03	0:01:11			I	
79	Čištění vrtné tyče (typ 92 215)	7:29:14	0:01:35			I	
80	Montáž vrtné tyče (typ 92 215)	7:30:49	0:05:21			I	
81	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:36:10	0:00:11	14,3		I	
82	Hledání protokolu pro parametr W2	7:36:21	0:00:27			I	
83	Chůze ke stroji FBM1	7:36:48	0:00:13	14,3		I	
84	Zapísování W2 u FBM1	7:37:01	0:00:53			I	

85	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:37:54	0:00:17	14,3	I	
86	Ukládání protokolu pro parametr W2	7:38:11	0:00:42		I	
87	Chůze ke stroji FBM1	7:38:53	0:00:13	14,3	I	
88	Nastavení parametru W2	7:39:06	0:03:43		I	
89	Chůze k měřidlům	7:42:49	0:00:08	7	I	
90	Hledání úchylkoměru	7:42:57	0:00:10		I	
91	Chůze ke stroji FBM1	7:43:07	0:00:10	7	I	
92	Nastavení úchylkoměru na pozici	7:43:17	0:01:44		I	
93	Nastavení zakladačů	7:45:01	0:03:37		I	
94	Vložení úchylkoměru stranou	7:48:38	0:00:15		I	
95	Úklid náradí	7:48:53	0:00:59		I	
96	Chůze k měřidlům	7:49:52	0:00:11	7,8	I	
97	Příprava měřidel	7:50:03	0:00:55		I	
98	Příprava protokolu	7:50:58	0:01:00		I	
99	Příprava měřidel - kalibrace	7:51:58	0:02:42		I	
100	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:54:40	0:00:05	5	I	
101	Hledání seřizovacích pístů	7:54:45	0:01:19		I	
102	Chůze ke stroji FBM1	7:56:04	0:00:11	14,3	I	
103	Nastavování čidla pístu	7:56:15	0:00:40		I	
104	Nastavení uchopovacích čelistí	7:56:55	0:02:08		I	
105	Chůze k měřidlům	7:59:03	0:00:06	7	I	
106	Hledání protokolu	7:59:09	0:00:11		I	
107	Chůze ke stroji FBM1	7:59:20	0:00:09	7	I	
108	Nastavení uchopovacích čelistí	7:59:29	0:09:54		I	
109	Rozhovor - zbytečný	8:09:23	0:00:13		I	
110	Nastavení uchopovacích čelistí	8:09:36	0:01:32		I	
111	Obrábění 1. seřizovacího pístu	8:11:08	0:02:55		I	
112	Ofuk pístu	8:14:03	0:00:09		I	
113	Chůze k měřidlům	8:14:12	0:00:07	7	I	
114	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	8:14:19	0:02:20		I	
115	Chůze ke stroji FBM1	8:16:39	0:00:07	7	I	
116	Pauza (svačina)	8:16:46	0:15:00		I	
117	Nedodržení přestávky	8:31:46	0:07:22		I	
118	Chůze k výdejnímu automatu	8:39:08	0:00:23	31	I	
119	Výdej nožů	8:39:31	0:00:45		I	
120	Chůze ke stroji	8:40:16	0:00:24	31	I	
121	Montáž nožů	8:40:40	0:05:19		I	
122	Chůze k robotovi	8:45:59	0:00:03	6,5	I	
123	Hledání seřizovacích pístů	8:46:02	0:01:01		I	
124	Chůze ke stroji FBM1	8:47:03	0:00:03	7	I	
125	Příprava odkládacích míst	8:47:06	0:00:25		I	
126	Obrábění 2. seřizovacího pístu	8:47:31	0:01:53		I	
127	Ofuk pístu	8:49:24	0:00:08		I	
128	Chůze k měřidlům	8:49:32	0:00:09	7	I	
129	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	8:49:41	0:00:14		I	
130	Chůze ke stroji FBM1	8:49:55	0:00:09	7	I	
131	Chůze na pracoviště seřizovačů	8:50:04	0:00:10	14,3	I	
132	Hledání seřizovacích pístů	8:50:14	0:01:20		I	
133	Chůze ke stroji FBM1	8:51:34	0:00:10	14,3	I	
134	Obrábění 3. seřizovacího pístu	8:51:44	0:02:49		I	
135	Ofuk pístu	8:54:33	0:00:08		I	
136	Chůze k měřidlům	8:54:41	0:00:10	7	I	

137	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	8:54:51	0:00:27			I						
138	Chůze ke stroji FBM1	8:55:18	0:00:08	7		I						
139	Montáž nožů	8:55:26	0:01:28			I						
140	Obrábění 3. seřizovacího pístu	8:56:54	0:01:41			I						
141	Ofuk pístu	8:58:35	0:00:08			I						
142	Chůze k měřidlům	8:58:43	0:00:07	7		I						
143	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	8:58:50	0:00:23			I						
144	Chůze na pracoviště seřizovačů	8:59:13	0:00:06	5		I						
145	Hledání seřizovacích pístů	8:59:19	0:00:08			I						
146	Chůze ke stroji FBM1	8:59:27	0:00:12	14,3		I						
147	Obrábění 4. seřizovacího pístu	8:59:39	0:02:18			I						
148	Ofuk pístu	9:01:57	0:00:07			I						
149	Chůze k měřidlům	9:02:04	0:00:07	7		I						
150	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	9:02:11	0:00:27			I						
151	Chůze ke stroji FBM1	9:02:38	0:00:08	7		I						
152	Montáž nožů	9:02:46	0:06:08			I						
153	Chůze k výdejnímu automatu	9:08:54	0:00:22	30		I						
154	Výdej nožů	9:09:16	0:00:57			I						
155	Chůze ke stroji FBM1	9:10:13	0:00:24	30		I						
156	Montáž nožů	9:10:37	0:03:36			I						
157	Chůze k výdejnímu automatu	9:14:13	0:00:20	30		I						
158	Výdej nožů	9:14:33	0:01:41			I						
159	Chůze ke stroji FBM1	9:16:14	0:00:24	30		I						
160	Montáž nožů	9:16:38	0:02:14			I						
161	Chůze na pracoviště seřizovačů	9:18:52	0:00:10	14,3		I						
162	Hledání seřizovacích pístů	9:19:02	0:01:10			I						
163	Chůze ke stroji FBM1	9:20:12	0:00:10	14,3		I						
164	Obrábění 5. seřizovacího pístu	9:20:22	0:01:57			I						
165	Ofuk pístu	9:22:19	0:00:06			I						
166	Chůze k měřidlům	9:22:25	0:00:07	7		I						
167	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	9:22:32	0:00:06			I						
168	Chůze ke stroji FBM1	9:22:38	0:00:09	7		I						
169	Obrábění 5. seřizovacího pístu	9:22:47	0:01:28			I						
170	Ofuk pístu	9:24:15	0:00:07			I						
171	Chůze k měřidlům	9:24:22	0:00:08	7		I						
172	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	9:24:30	0:01:19			I						
173	Chůze ke stroji FBM1	9:25:49	0:00:09	7		I						
174	Obrábění 6. seřizovacího pístu	9:25:58	0:05:11			I						
175	Ofuk pístu	9:31:09	0:00:08			I						
176	Chůze k měřidlům	9:31:17	0:00:08	7		I						
177	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	9:31:25	0:01:13			I						
178	Chůze na pracoviště seřizovačů	9:32:38	0:00:05	5		I						
179	Hledání seřizovacích pístů	9:32:43	0:00:46			I						
180	Chůze ke stroji FBM1	9:33:29	0:00:11	14,3		I						
181	Montáž uchopovacích čelistí	9:33:40	0:03:24			I						
182	Obrábění 7. seřizovacího pístu	9:37:04	0:01:02			I						
183	Ofuk pístu	9:38:06	0:00:07			I						
184	Chůze k měřidlům	9:38:13	0:00:09	7		I						
185	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	9:38:22	0:01:11			I						
186	Chůze ke stroji FBM1	9:39:33	0:00:08	7		I						
187	Obrábění 8. seřizovacího pístu	9:39:41	0:01:32			I						
188	Ofuk pístu	9:41:13	0:00:08			I						

241	Ofuk pístu	12:10:43	0:00:07		I	
242	Chůze k měřidlům	12:10:50	0:00:08	7	I	
243	Měření seřizovacího pístu na měřidlech	12:10:58	0:05:10		I	
244	Čekání na kontrolu (špatný seř. píst)	12:16:08	0:05:34		I	
245	Čekání na písty z linky	12:21:42	4:30:02		I	
246	Obrábění 1. pístu z linky	16:51:44	0:01:12		I	
247	Ofuk pístu	16:52:56	0:00:08		I	
248	Chůze k měřidlům	16:53:04	0:00:10	7	I	
249	Měření pístu z linky na měřidlech	16:53:14	0:03:35		I	
250	Chůze ke stroji FBM1	16:56:49	0:00:09	7	I	
251	Kontrola pístu	16:56:58	0:00:11		I	
252	Obrábění 2. pístu z linky	16:57:09	0:01:17		I	
253	Ofuk pístu	16:58:26	0:00:09		I	
254	Chůze k měřidlům	16:58:35	0:00:07	7	I	
255	Rozhovor - zbytečný	16:58:42	0:00:35		I	
256	Měření pístu z linky na měřidlech	16:59:17	0:00:14		I	
257	Chůze ke stroji FBM1	16:59:31	0:00:11	7	I	
258	Obrábění 3. pístu z linky	16:59:42	0:01:49		I	
259	Ofuk pístu	17:01:31	0:00:06		I	
260	Chůze k měřidlům	17:01:37	0:00:07	7	I	
261	Měření pístu z linky na měřidlech	17:01:44	0:00:20		I	
262	Chůze ke stroji FBM1	17:02:04	0:00:07	7	I	
263	Obrábění 4. pístu z linky	17:02:11	0:01:44		I	
264	Ofuk pístu	17:03:55	0:00:08		I	
265	Chůze k měřidlům	17:04:03	0:00:10	7	I	
266	Měření pístu z linky na měřidlech	17:04:13	0:01:01		I	
267	Chůze ke stroji FBM1	17:05:14	0:00:10	7	I	
268	Obrábění 5. pístu z linky	17:05:24	0:02:10		I	
269	Ofuk pístu	17:07:34	0:00:08		I	
270	Chůze k měřidlům	17:07:42	0:00:10	7	I	
271	Měření pístu z linky na měřidlech	17:07:52	0:01:27		I	
272	Chůze ke stroji FBM1	17:09:19	0:00:09	7	I	
273	Obrábění 6. pístu z linky	17:09:28	0:01:44		I	
274	Ofuk pístu	17:11:12	0:00:07		I	
275	Chůze k měřidlům	17:11:19	0:00:13	7	I	
276	Měření pístu z linky na měřidlech	17:11:32	0:00:15		I	
277	Chůze ke stroji FBM1	17:11:47	0:00:08	7	I	
278	Čekání na písty z linky	17:11:55	0:43:00		I	
279	Chůze pro nářadí	17:54:55	0:00:12	12,4	I	
280	Hledání nářadí	17:55:07	0:00:30		I	
281	Chůze ke stroji FBM1	17:55:37	0:00:11	12,4	I	
282	Chůze pro hadry	17:55:48	0:00:09	11,5	I	
283	Hledání hadrů	17:55:57	0:00:35		I	
284	Chůze ke stroji FBM1	17:56:32	0:00:09	11,5	I	
285	Nastavení zakladačů	17:56:41	0:02:51		I	
286	Chůze pro nářadí	17:59:32	0:00:12	12,4	I	
287	Úklid nářadí	17:59:44	0:00:57		I	
288	Chůze ke stroji FBM1	18:00:41	0:00:11	12,4	I	
289	Čekání - předání směny, práce na FBM1	18:00:52	0:30:36		I	
290	Obrábění 7. pístu z linky	18:31:28	0:01:13		I	
291	Ofuk pístu	18:32:41	0:00:07		I	
292	Chůze k měřidlům	18:32:48	0:00:07	7	I	

293	Měření pístu z linky na měřidlech	18:32:55	0:02:02			I					
294	Chůze ke stroji FBM1	18:34:57	0:00:11	7		I					
295	Chůze mimo pracoviště	18:35:08	0:00:16	22		I					
296	Rozhovor - zbytečný	18:35:24	0:00:14			I					
297	Chůze ke stroji FBM1	18:35:38	0:00:10	22		I					
298	Nastavení programu	18:35:48	0:01:31			I					
299	Chůze pro nářadí	18:37:19	0:00:13	12,4		I					
300	Hledání nářadí	18:37:32	0:00:22			I					
301	Chůze ke stroji FBM1	18:37:54	0:00:09	12,4		I					
302	Doseřizování zakladačů	18:38:03	0:04:51			I					
303	Doseřizování uchopovacích čelistí	18:42:54	0:05:50			I					
304	Seřizuje jiný stroj - mimo pracoviště	18:48:44	0:02:00			I					
305	Obrábění 8. pístu z linky	18:50:44	0:01:04			I					
306	Ofuk pístu	18:51:48	0:00:08			I					
307	Chůze k měřidlům	18:51:56	0:00:12	7		I					
308	Měření pístu z linky na měřidlech	18:52:08	0:04:11			I					
309	Chůze ke stroji FBM1	18:56:19	0:00:09	7		I					
310	Doseřizování uchopovacích čelistí	18:56:28	0:02:30			I					
311	Čekání na písty z linky	18:58:58	0:03:53			I					
312	Obrábění 9. pístu z linky	19:02:51	0:00:58			I					
313	Ofuk pístu	19:03:49	0:00:07			I					
314	Chůze k měřidlům	19:03:56	0:00:10	7		I					
315	Rozhovor - zbytečný	19:04:06	0:01:06			I					
316	Měření pístu z linky na měřidlech	19:05:12	0:02:51			I					
317	Čekání na písty z linky	19:08:03	0:00:44			I					
318	Chůze ke stroji FBM1	19:08:47	0:00:06	7		I					
319	Chůze k měřidlům	19:08:53	0:00:07	7		I					
320	Měření pístu z linky na měřidlech	19:09:00	0:00:12			I					
321	Chůze na pracoviště seřizovačů	19:09:12	0:00:07	5		I					
322	Chůze k měřidlům	19:09:19	0:00:08	5		I					
323	Měření pístu z linky na měřidlech	19:09:27	0:00:54			I					
324	Chůze ke stroji FBM1	19:10:21	0:00:15	7		I					
325	Rozhovor - zbytečný	19:10:36	0:00:33			I					
326	Obrábění 10. pístu z linky	19:11:09	0:00:57			I					
327	Ofuk pístu	19:12:06	0:00:08			I					
328	Chůze k měřidlům	19:12:14	0:00:15	7		I					
329	Měření pístu z linky na měřidlech	19:12:29	0:01:46			I					
330	Rozhovor - zbytečný	19:14:15	0:00:30			I					
331	Chůze pro nářadí	19:14:45	0:00:09	6		I					
332	Hledání nářadí	19:14:54	0:00:32			I					
333	Chůze ke stroji FBM1	19:15:26	0:00:10	12,4		I					
334	Chůze k měřidlům	19:15:36	0:00:10	7		I					
335	Měření pístu z linky na měřidlech	19:15:46	0:01:45			I					
336	Pauza (svačina)	19:17:31	0:15:00			I					
337	Obrábění 11. pístu z linky	19:32:31	0:00:51			I					
338	Ofuk pístu	19:33:22	0:00:09			I					
339	Chůze k měřidlům	19:33:31	0:00:10	7		I					
340	Měření pístu z linky na měřidlech	19:33:41	0:02:27			I					
341	Rozhovor - zbytečný	19:36:08	0:00:23			I					
342	Chůze ke stroji FBM1	19:36:31	0:00:09	7		I					
343	Čekání	19:36:40	0:00:41			I					
344	Chůze mimo pracoviště	19:37:21	0:00:08	8		I					

345	Hledání upínací základny - úchylkoměr	19:37:29	0:00:55					I		
346	Doseřizování zakladačů	19:38:24	0:11:29					I		
347	Obrábění 12. pístu z linky	19:49:53	0:01:08					I		
348	Ofuk pístu	19:51:01	0:00:07					I		
349	Chůze k měřidlům	19:51:08	0:00:11	7				I		
350	Měření pístu z linky na měřidlech	19:51:19	0:00:07					I		
351	Chůze ke stroji FBM1	19:51:26	0:00:09	7				I		
352	Doseřizování zakladačů	19:51:35	0:03:46					I		
353	Úklid náradí	19:55:21	0:00:12					I		
354	Chůze k měřidlům	19:55:33	0:00:11	7				I		
355	Měření pístu z linky na měřidlech	19:55:44	0:00:11					I		
356	Čekání na písty z linky	19:55:55	0:05:04					I		
357	Chůze ke stroji FBM1	20:00:59	0:00:08	7				I		
358	Obrábění 13. pístu z linky	20:01:07	0:01:34					I		
359	Ofuk pístu	20:02:41	0:00:08					I		
360	Chůze k měřidlům	20:02:49	0:00:08	7				I		
361	Měření pístu z linky na měřidlech	20:02:57	0:00:49					I		
362	Chůze ke stroji FBM1	20:03:46	0:00:09	7				I		
363	Chůze pro náradí	20:03:55	0:00:08	6				I		
364	Doseřizování zakladačů	20:04:03	0:02:33					I		
365	Úklid náradí	20:06:36	0:00:07					I		
366	Chůze pro náradí	20:06:43	0:00:09	12,4				I		
367	Hledání náradí	20:06:52	0:00:10					I		
368	Chůze ke stroji FBM1	20:07:02	0:00:08	12,4				I		
369	Obrábění 14. pístu z linky	20:07:10	0:02:56					I		
370	Ofuk pístu	20:10:06	0:00:07					I		
371	Chůze k měřidlům	20:10:13	0:00:18	7				I		
372	Měření pístu z linky na měřidlech	20:10:31	0:03:50					I		
373	Chůze ke stroji FBM1	20:14:21	0:00:16	7				I		
374	Obrábění 15. pístu z linky	20:14:37	0:05:32					I		
375	Ofuk pístu	20:20:09	0:00:08					I		
376	Chůze k měřidlům	20:20:17	0:00:13	7				I		
377	Rozhovor - zbytečný	20:20:30	0:00:25					I		
378	Měření pístu z linky na měřidlech	20:20:55	0:02:12					I		
379	Chůze k měřidlům z druhé strany	20:23:07	0:00:04	4				I		
380	Měření pístu z linky na měřidlech	20:23:11	0:01:11					I		
381	Rozhovor - pracovní	20:24:22	0:01:04					I		
382	Chůze ke stroji FBM1	20:25:26	0:00:06	8				I		
383	Obrábění 3 pístů	20:25:32	0:02:39					I		
384	Ofuk pístů	20:28:11	0:00:09					I		
385	Chůze k měřidlům	20:28:20	0:00:18	7				I		
386	Měření 3 pístů na měřidlech	20:28:38	0:01:49					I		
387	Rozhovor - pracovní	20:30:27	0:01:39					I		
388	Měření 3 pístů na měřidlech	20:32:06	0:08:12					I		
389	Čekání na příchod MZO	20:40:18	0:04:45					I		
390	Čekání na změření pístů na MZO	20:45:03	0:16:00					I		
391	Píst v požadované kvalitě	21:01:03								
392	Ukončení seřizování									

Sumarizace hodnot Σ

Časové hodnoty jízdního řádu

Celkový čas seřízení / bez přestávek:	15h01m03s / 14h01m03s
Čas mechanického seřízení / čas náběhu:	2h49m55s / 12h11m08s
Celkový čas interních činností:	14h01m03s
Celkový čas externích činností:	0
Celková nachozená vzdálenost [m]:	≈1581

Informace o seřízení

Datum:	11. 2. 2016	Čas zahájení:	6:00
Stroj:	MAC1	Čas ukončení:	8:45
Linka:	L409	Počet seřizovačů:	1
Směna(y):	1	Zákazník:	Jaguár
Z typu pístu:	84 228	Na typ pístu:	92 215



Jízdní řád seřízení

Procesní analýza


Pořadí činností	Rozdělení činností do kategorií				Kumulovaný čas	Dílčí čas	Vzdálenost [m]	Externí činnosti (E)	Interní činnosti (I)	Procesní analýza						
	Mechanické seřízení stroje	Náběh stroje	Nezapočítané činnosti - přestávky	Nezapočítané činnosti - nestandardní						VA	SVA	NVA				
	Činnosti									Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace	
										●	●	↑	■	■	▼	■
1	Zahájení seřizování															
2	Čekání, mimo pracoviště	6:00:00	0:06:00	15	I											
3	Příprava dokumentace	6:06:00	0:00:40		I											
4	Chůze ke stroji MAC1	6:06:40	0:00:09	15	I											
5	Zápis korekcí	6:06:49	0:02:49		I											
6	Nastavení programu	6:09:38	0:00:35		I											
7	Chůze pro náradí	6:10:13	0:00:07	13,2	I											
8	Hledání náradí	6:10:20	0:00:25		I											
9	Chůze ke stroji MAC1	6:10:45	0:00:07	13,2	I											
10	Čištění pracovního prostoru stroje	6:10:52	0:00:20		I											
11	Značení natočení komponent	6:11:12	0:00:33		I											
12	Čištění pracovního prostoru stroje	6:11:45	0:00:05		I											
13	Demontáž čidla pístu 84 228	6:11:50	0:02:22		I											
14	Chůze pro náradí	6:14:12	0:00:08	13,2	I											
15	Hledání náradí	6:14:20	0:00:35		I											
16	Chůze ke stroji MAC1	6:14:55	0:00:07	13,2	I											
17	Čištění čidla pístu 84 228	6:15:02	0:00:05		I											
18	Chůze pro náradí	6:15:07	0:00:07	13,2	I											
19	Demontáž čelistí 84 228	6:15:14	0:00:49		I											
20	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:16:03	0:00:11	8	I											
21	Příprava boxů	6:16:14	0:00:35		I											
22	Chůze mimo pracoviště	6:16:49	0:00:14	20	I											
23	Chůze ke stroji MAC1	6:17:03	0:00:07	20	I											
24	Příprava odkládacích míst	6:17:10	0:00:05		I											
25	Demontáž čelistí 84 228	6:17:15	0:01:08		I											
26	Čištění čelistí	6:18:23	0:00:14		I											
27	Čištění čelistí	6:18:37	0:00:15		I											
28	Chůze pro hadry	6:18:52	0:00:12	34,2	I											
29	Čištění pracovního prostoru stroje	6:19:04	0:00:10		I											
30	Demontáž zakladače 84 228	6:19:14	0:00:55		I											
31	Chůze pro náradí	6:20:09	0:00:07	13,2	I											
32	Hledání náradí	6:20:16	0:00:15		I											

33	Chůze ke stroji MAC1	6:20:31	0:00:06	13,2	I					
34	Demontáž zakladače 84 228	6:20:37	0:00:40		I					
35	Chůze pro nářadí	6:21:17	0:01:01	13,2	I					
36	Demontáž zakladače 84 228	6:22:18	0:02:33		I					
37	Chůze mimo pracoviště	6:24:51	0:00:52	15	I					
38	Chůze pro nářadí	6:25:43	0:01:21	5	I					
39	Demontáž zakladače 84 228	6:27:04	0:01:43		I					
40	Čištění zakladače	6:28:47	0:00:19		I					
41	Chůze k měřidlům	6:29:06	0:00:06	10,6	I					
42	Kontrola zakladače 84 228	6:29:12	0:02:57		I					
43	Chůze ke stroje MAC1	6:32:09	0:00:06	10,6	I					
44	Čištění pracovního prostoru stroje	6:32:15	0:00:15		I					
45	Čištění pracovního prostoru stroje	6:32:30	0:00:54		I					
46	Chůze mimo pracoviště	6:33:24	0:00:12	10	I					
47	Chůze pro nářadí	6:33:36	0:00:08	13,2	I					
48	Hledání nářadí	6:33:44	0:01:52		I					
49	Chůze ke stroji MAC1	6:35:36	0:00:07	13,2	I					
50	Kontrola zakladače 92 215	6:35:43	0:01:15		I					
51	Montáž zakladače 92 215	6:36:58	0:01:28		I					
52	Chůze mimo pracoviště	6:38:26	0:00:36	25	I					
53	Montáž zakladače 92 215	6:39:02	0:00:40		I					
54	Čištění čelistí 92 215	6:39:42	0:00:22		I					
55	Montáž čelistí 92 215	6:40:04	0:00:41		I					
56	Čištění čelistí 92 215	6:40:45	0:00:34		I					
57	Montáž čelistí 92 215	6:41:19	0:01:27		I					
58	Čištění čidla pístu 92 215	6:42:46	0:00:35		I					
59	Montáž čidla pístu 92 215	6:43:21	0:03:53		I					
60	Čištění čidla pístu 84 228	6:47:14	0:00:28		I					
61	Čištění pracovního prostoru stroje	6:47:42	0:00:16		I					
62	Uklid nářadí	6:47:58	0:00:19		I					
63	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:48:17	0:00:12	18,7	I					
64	Hledání seř. Pístů	6:48:29	0:00:49		I					
65	Chůze ke stroji hrubovačky	6:49:18	0:00:20	25,7	I					
66	Obrábění pístu na jiném stroji	6:49:38	0:00:38		I					
67	Chůze ke stroji MAC1	6:50:16	0:00:07	7	I					
68	Ofuk pístu	6:50:23	0:00:09		I					
69	Chůze ke měřidlům	6:50:32	0:00:06	10,6	I					
70	Měření na měřidlech - 1. kus z	6:50:38	0:00:57		I					
71	Chůze mimo pracoviště	6:51:35	0:00:35	10	I					
72	Čištění pracovního prostoru stroje	6:52:10	0:00:39		I					
73	Čištění pracovního prostoru stroje	6:52:49	0:01:03		I					
74	Nastavení programu	6:53:52	0:00:28		I					
75	Čištění nože 1	6:54:20	0:01:00		I					
76	Nastavení programu	6:55:20	0:00:17		I					
77	Čištění nože 1	6:55:37	0:00:42		I					
78	Nastavení programu	6:56:19	0:01:03		I					
79	Čištění pracovního prostoru stroje	6:57:22	0:00:19		I					
80	Nastavení programu	6:57:41	0:01:04		I					
81	Nastavení programu	6:58:45	0:00:54		I					
82	Obrábění 1. pístu	6:59:39	0:01:20		I					
83	Ofuk pístu	7:00:59	0:00:21		I					
84	Chůze k měřidlům	7:01:20	0:00:06	10,6	I					

85	Měření na měřidlech - 1. kus z MAC	7:01:26	0:04:44		I													
86	Chůze k MAC1	7:06:10	0:00:07	10,6	I													
87	Čekání na kusy z hrubovačky	7:06:17	0:05:51		I													
88	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:12:08	0:00:12	18,7	I													
89	Hledání seř. Pístů	7:12:20	0:00:57		I													
90	Chůze ke stroji MAC1	7:13:17	0:00:12	18,7	I													
91	Obrábění 2. pístu	7:13:29	0:01:25		I													
92	Ofuk pístu	7:14:54	0:00:17		I													
93	Chůze k měřidlům	7:15:11	0:00:06	10,6	I													
94	Měření na měřidlech - 2. kus z MAC	7:15:17	0:07:12		I													
95	Chůze k MAC1	7:22:29	0:00:06	10,6	I													
96	Nastavení programu	7:22:35	0:00:16		I													
97	Chůze k měřidlům	7:22:51	0:00:06	10,6	I													
98	Měření na měřidlech - 2. kus z MAC	7:22:57	0:00:55		I													
99	Přestávka	7:23:52	0:02:30		I													
100	Příprava odkládacích míst	7:26:22	0:04:35		I													
101	Rozhovor zbytečný	7:30:57	0:00:57		I													
102	Obrábění 3. pístu	7:31:54	0:02:02		I													
103	Ofuk pístu	7:33:56	0:00:14		I													
104	Chůze k měřidlům	7:34:10	0:00:06	10,6	I													
105	Měření na měřidlech - 3. kus z MAC	7:34:16	0:03:42		I													
106	Chůze k MAC1	7:37:58	0:00:07	10,6	I													
107	Nastavení programu	7:38:05	0:00:35		I													
108	Chůze k měřidlům	7:38:40	0:00:06	10,6	I													
109	Měření na měřidlech - 3. kus z MAC	7:38:46	0:00:24		I													
110	Chůze k MAC1	7:39:10	0:00:06	10,6	I													
111	Nastavení programu	7:39:16	0:00:17		I													
112	Úklid vzorku	7:39:33	0:00:06	10	I													
113	Obrábění 4. pístu	7:39:39	0:01:37		I													
114	Chůze k hrubovačkám	7:41:16	0:00:05	7	I													
115	Manipulace s paletovým vozíkem	7:41:21	0:01:23		I													
116	Obrábění pístu na jiném stroji	7:42:44	0:00:35		I													
117	Chůze k měřidlům	7:43:19	0:00:15	17,6	I													
118	Měření na měřidlech - 1. kus z	7:43:34	0:00:46		I													
119	Chůze k MAC1	7:44:20	0:00:06	10,6	I													
120	Obrábění 5. pístu	7:44:26	0:02:01		I													
121	Ofuk pístu	7:46:27	0:00:15		I													
122	Chůze k měřidlům	7:46:42	0:00:07	10,6	I													
123	Měření na měřidlech - 4. kus z MAC	7:46:49	0:01:36		I													
124	Chůze k MAC1	7:48:25	0:00:06	10,6	I													
125	Nastavení programu	7:48:31	0:00:07		I													
126	Chůze k hrubovačkám	7:48:38	0:00:07	7	I													
127	Obrábění pístu na jiném stroji	7:48:45	0:00:42		I													
128	Chůze k MAC1	7:49:27	0:00:06	7	I													
129	Obrábění 6. pístu	7:49:33	0:01:25		I													
130	Ofuk pístu	7:50:58	0:00:16		I													
131	Chůze k měřidlům	7:51:14	0:00:06	10,6	I													
132	Měření na měřidlech - 5. kus z MAC	7:51:20	0:02:45		I													
133	Chůze na MZO	7:54:05	0:01:35	100	I													
134	Čekání na MZO	7:55:40	0:01:20		I													
135	Chůze k MAC1	7:57:00	0:01:40	100	I													
136	Vzor	8:45:00			I													

Sumarizace hodnot Σ

Časové hodnoty jízdního řádu		Procesní analýza [četnost činností]						
Celkový čas seřizení / bez přestávek:	2h45m0s / 2h42m30s	Op. VA	Op. SVA	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace
Čas mechanického seřizení / čas náběhu:	0h47m58s / 1h57m02s							
Celkový čas interních činností:	2h45m0s							
Celkový čas externích činností:	0							
Celková nachozená vzdálenost [m]:	≈ 817							
		22	28	26	9	46	0	4

Informace o seřizení																
Datum:	26. 2. 2016	Čas zahájení:	6:00													
Stroj:	EMAG 2.2	Čas ukončení:	7:30													
Linka:	L409	Počet seřizovačů:	1													
Směna(y):	1	Zákazník:	Jaguár													
Z typu pístu:	84 228	Na typ pístu:	92 215													
Jízdní řád seřizení				Procesní analýza												
Pořadí činností	Rozdělení činností do kategorií				Kumulovaný čas	Dílčí čas	Vzdálenost [m]	Externí činnosti (E)	Interní činnosti (I)	VA		NVA				
	Mechanické seřizení stroje	Náběh stroje	Nezapočítané činnosti - přestávky	Nezapočítané činnosti - nestandardní						Operace	SVA	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace
	Činnosti									●	●	↑	■	■	▼	■
1	Zahájení seřizování															
2	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:00:00	0:00:10	14	I											
3	Příprava boxů	6:00:10	0:01:30		I											
4	Chůze ke stroji EMAG	6:01:40	0:00:10	14	I											
5	Příprava odkládacích míst	6:01:50	0:00:15		I											
6	Chůze pro hadry	6:02:05	0:00:08	11	I											
7	Hledání hadrů	6:02:13	0:00:05		I											
8	Chůze ke stroji EMAG	6:02:18	0:00:08	11	I											
9	Demontáž šroubu	6:02:26	0:00:09		I					●						
10	Čištění šroubu	6:02:35	0:00:06		I					●						
11	Kontrola šroubu - vizuální	6:02:41	0:00:05		I					●						
12	Montáž šroubu	6:02:46	0:00:30		I					●						
13	Nastavení programu	6:03:16	0:00:11		I					●						
14	Demontáž nožové destičky 84 228	6:03:27	0:00:12		I					●						
15	Příprava nožových destiček	6:03:39	0:00:49		I					●						
16	Montáž nožové destičky 92 215	6:04:28	0:00:32		I					●						
17	Nastavení programu	6:05:00	0:00:13		I					●						
18	Demontáž nožů 84 228	6:05:13	0:00:15		I					●						
19	Čištění nožů	6:05:28	0:00:07		I					●						
20	Chůze k měřidlům	6:05:35	0:00:06	7,6	I					●						
21	Chůze ke stroji EMAG	6:05:41	0:00:06	7,6	I					●						
22	Čištění pracovního prostoru stroje	6:05:47	0:00:16		I					●						
23	Montáž nožů 92 215	6:06:03	0:00:22		I					●						
24	Nastavení programu	6:06:25	0:00:12		I					●						
25	Chůze pro nářadí	6:06:37	0:00:12	5,1	I					●						
26	Hledání nářadí	6:06:49	0:01:21		I					●						
27	Chůze ke stroji EMAG	6:08:10	0:00:12	5,1	I					●						
28	Demontáž nožové destičky 84 228	6:08:22	0:01:36		I					●						
29	Chůze pro nářadí	6:09:58	0:00:12	5,1	I					●						
30	Hledání nářadí	6:10:10	0:00:28		I					●						
31	Chůze ke stroji EMAG	6:10:38	0:00:12	5,1	I					●						
32	Demontáž nožové destičky 84 228	6:10:50	0:00:08		I					●						


85	Ofuk pístu	7:13:41	0:00:08		I	
86	Chůze k měřidlům	7:13:49	0:00:05	7,6	I	
87	Měření na měřidlech	7:13:54	0:02:44		I	
88	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:16:38	0:00:03	8	I	
89	Hledání seřizovacích pístů	7:16:41	0:00:02		I	
90	Chůze ke stroji EMAG	7:16:43	0:00:09	14	I	
91	Nastavení programu	7:16:52	0:00:56		I	
92	Manipulace s písty	7:17:48	0:00:27		I	
93	Obrábění 2 pístu	7:18:15	0:01:06		I	
94	Ofuk pístu	7:19:21	0:00:07		I	
95	Chůze k měřidlům	7:19:28	0:00:04	7,6	I	
96	Měření na měřidlech	7:19:32	0:00:20		I	
97	Chůze ke stroji EMAG	7:19:52	0:00:09	7,6	I	
98	Nastavení programu	7:20:01	0:00:27		I	
99	Manipulace s písty	7:20:28	0:00:25		I	
100	Obrábění 3 pístu	7:20:53	0:00:47		I	
101	Ofuk pístu	7:21:40	0:00:06		I	
102	Chůze k měřidlům	7:21:46	0:00:04	7,6	I	
103	Měření na měřidlech	7:21:50	0:00:54		I	
104	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:22:44	0:00:08	8	I	
105	Hledání seřizovacích pístů	7:22:52	0:00:25		I	
106	Chůze ke stroji EMAG	7:23:17	0:00:12	14	I	
107	Manipulace s písty	7:23:29	0:00:09		I	
108	Obrábění 4 pístu	7:23:38	0:01:32		I	
109	Kontrola pístu - vizuální	7:25:10	0:00:19		I	
110	Ofuk pístu	7:25:29	0:00:08		I	
111	Chůze k měřidlům	7:25:37	0:00:06	7,6	I	
112	Měření na měřidlech	7:25:43	0:00:11		I	
113	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:25:54	0:00:06	8	I	
114	Kontrola seřizovacích pístů	7:26:00	0:00:15		I	
115	Chůze ke stroji EMAG	7:26:15	0:00:10	14	I	
116	Manipulace s písty	7:26:25	0:00:08		I	
117	Obrábění 4 pístu	7:26:33	0:01:07		I	
118	Kontrola pístu - vizuální	7:27:40	0:00:31		I	
119	Chůze k měřidlům	7:28:11	0:00:04	7,6	I	
120	Měření na měřidlech	7:28:15	0:00:16		I	
121	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:28:31	0:00:06	8	I	
122	Hledání seřizovacích pístů	7:28:37	0:00:08		I	
123	Chůze ke stroji EMAG	7:28:45	0:00:11	14	I	
124	Manipulace s písty	7:28:56	0:00:14		I	
125	Obrábění 5 pístu	7:29:10	0:01:01		I	
126	Kontrola pístu - vizuální	7:30:11	0:00:21		I	
127	Ofuk pístu	7:30:32	0:00:07		I	
128	Chůze k měřidlům	7:30:39	0:00:04	7,6	I	
129	Měření na měřidlech	7:30:43	0:01:18		I	
130	Vzor	8:20:00				
131	Ukončení seřizování					

Sumarizace hodnot Σ

Časové hodnoty jízdního řádu

Procesní analýza
[četnost činností]


Celkový čas seřízení / bez přestávek:	2h20m0s / 2h20m0s							
Čas mechanického seřízení / čas náběhu:	1h11m20s / 1h08m40s							
Celkový čas interních činností:	2h20m0s							
Celkový čas externích činností:	0							
Celková nachozená vzdálenost [m]:	≈ 470	Op. VA	Op. SVA	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace
		22	27	20	10	37	0	12

Informace o seřízení																	
Datum:	2. 2. 2016	Čas zahájení:	6:00														
Stroj:	EMAG 3.2	Čas ukončení:	6:45														
Linka:	L409	Počet seřizovačů:	1														
Směna (y):	1	Zákazník:	Jaguár														
Z typu pístu:	84 228	Na typ pístu:	92 215														
Jízdní řád seřízení				Procesní analýza													
Rozdělení činností do kategorií				Kumulovaný čas	Dílčí čas	Vzdálenost [m]	Externí činnosti (E)	Interní činnosti (I)	VA	SVA	NVA						
Pořadí činností	Činnosti								Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace			
									●	●	↑	■	■	■	■		
									●	●	↑	■	■	■	■		
1	Zahájení seřizování																
2	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:00:00	0:00:06	5,6	I												
3	Příprava boxů	6:00:06	0:01:35		I												
4	Chůze ke stroji EMAG	6:01:41	0:00:07	5,6	I												
5	Příprava odkládacích míst	6:01:48	0:00:55		I												
6	Chůze pro nářadí	6:02:43	0:00:55	4,2	I												
7	Hledání nářadí	6:03:38	0:00:15		I												
8	Chůze ke stroji EMAG	6:03:53	0:00:54	4,2	I												
9	Demontáž chlazení	6:04:47	0:00:13		I												
10	Demontáž zákl. 84 228	6:05:00	0:00:26		I												
11	Čištění zákl. 84 228	6:05:26	0:00:17		I												
12	Odložení stranou 84 228	6:05:43	0:00:04		I												
13	Čištění pracovního prostoru stroje	6:05:47	0:00:06		I												
14	Čištění zákl. 92 215	6:05:53	0:00:11		I												
15	Montáž zákl. 92 215	6:06:04	0:00:59		I												
16	Demontáž nožů 84 228	6:07:03	0:00:35		I												
17	Čištění nožů 84 228	6:07:38	0:00:05		I												
18	Označení nožů 84 228	6:07:43	0:00:06		I												
19	Odložení stranou 84 228	6:07:49	0:00:07		I												
20	Čištění pracovního prostoru stroje	6:07:56	0:00:12		I												
21	Čištění destiček	6:08:08	0:00:22		I												
22	Manipulace s noži	6:08:30	0:00:13		I												
23	Montáž nožů 92 215	6:08:43	0:01:05		I												
24	Chůze mimo pracoviště	6:09:48	0:01:45	20	I												
25	Chůze pro nářadí	6:11:33	0:00:20	4,2	I												
26	Hledání nářadí	6:11:53	0:00:20		I												
27	Chůze ke stroji EMAG	6:12:13	0:00:21	4,2	I												
28	Demontáž nožové destičky	6:12:34	0:00:16		I												
29	Manipulace s nožovými destičkami	6:12:50	0:00:04		I												
30	Příprava nožových destiček	6:12:54	0:00:10		I												

31	Odložení stranou 84 228	6:13:04	0:00:12			I	
32	Čištění pracovního prostoru stroje	6:13:16	0:00:05			I	
33	Montáž nožové destičky	6:13:21	0:00:43			I	
34	Nastavení programu	6:14:04	0:00:48			I	
35	Chůze pro náradí	6:14:52	0:00:07	4,2		I	
36	Hledání náradí	6:14:59	0:00:45			I	
37	Chůze ke stroji EMAG	6:15:44	0:00:07	4,2		I	
38	Demontáž prstence	6:15:51	0:00:57			I	
39	Čištění prstence	6:16:48	0:00:13			I	
40	Demontáž čidla pístu 84 228	6:17:01	0:00:48			I	
41	Montáž čidla pístu 92 218	6:17:49	0:01:38			I	
42	Čištění prstence	6:19:27	0:00:24			I	
43	Montáž prstence	6:19:51	0:01:52			I	
44	Nastavení programu	6:21:43	0:00:39			I	
45	Montáž chlazení	6:22:22	0:00:46			I	
46	Nastavení programu	6:23:08	0:00:14			I	
47	Manipulace s vozíky	6:23:22	0:00:12			I	
48	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:23:34	0:00:06	5,6		I	
49	Hledání seřizovacích kusů	6:23:40	0:00:58			I	
50	Chůze ke stroji EMAG	6:24:38	0:00:06	5,6		I	
51	Nastavení uchopování pístu	6:24:44	0:01:22			I	
52	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:26:06	0:00:06	5,6		I	
53	Hledání dokumentace	6:26:12	0:00:45			I	
54	Chůze ke stroji EMAG	6:26:57	0:00:06	5,6		I	
55	Nastavení programu - zápis korekcí	6:27:03	0:01:27			I	
56	Chůze mimo pracoviště	6:28:30	0:01:01	15		I	
57	Nastavení programu - zápis korekcí	6:29:31	0:03:39			I	
58	Chůze mimo pracoviště	6:33:10	0:00:45	10		I	
59	Nastavení programu	6:33:55	0:00:11			I	
60	Obrábění 1 pístu	6:34:06	0:00:55			I	
61	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:35:01	0:00:05	5,6		I	
62	Úklid dokumentace	6:35:06	0:00:04			I	
63	Chůze ke stroji EMAG	6:35:10	0:00:06	5,6		I	
64	Manipulace s pístem	6:35:16	0:00:09			I	
65	Ofuk pístu	6:35:25	0:00:06			I	
66	Chůze k měřidlům	6:35:31	0:00:04	4,2		I	
67	Měření 1 pístu	6:35:35	0:01:59			I	
68	Chůze ke stroji EMAG	6:37:34	0:00:04	4,2		I	
69	Nastavení programu	6:37:38	0:01:23			I	
70	Manipulace s pístem	6:39:01	0:00:12			I	
71	Obrábění 1 pístu	6:39:13	0:00:51			I	
72	Manipulace s pístem	6:40:04	0:00:06			I	
73	Ofuk pístu	6:40:10	0:00:04			I	
74	Chůze k měřidlům	6:40:14	0:00:04	4,2		I	
75	Měření 1 pístu	6:40:18	0:00:31			I	
76	Chůze ke stroji EMAG	6:40:49	0:00:04	4,2		I	
77	Nastavení programu	6:40:53	0:00:16			I	
78	Chůze k měřidlům	6:41:09	0:00:03	4,2		I	
79	Měření 1 pístu	6:41:12	0:01:19			I	
80	Chůze mimo pracoviště	6:42:31	0:00:16	22		I	
81	Měření 1 pístu	6:42:47	0:00:47			I	
82	Vzor	7:59:00					

Sumarizace hodnot Σ

Časové hodnoty jízdního řádu		Procesní analýza [četnost činností]						
Celkový čas seřizení / bez přestávek:	1h59m0s / 1h59m0s	Op. VA	Op. SVA	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace
Čas mechanického seřizení / čas náběhu:	0h23m22s / 1h35m38s							
Celkový čas interních činností:	1h59m0s							
Celkový čas externích činností:	0							
Celková nachozená vzdálenost [m]:	≈ 158							
		14	14	9	4	28	0	11

Informace o seřízení				
Datum:	18. 4. 2016	Čas zahájení:	6:00	
Stroj:	TPS 2	Čas ukončení:	7:33	
Linka:	L409	Počet seřizovačů:	1	
Směna (y):	1	Zákazník:	Jaguár	
Z typu pístu:	84 228	Na typ pístu:	92 215	

Jízdní řád seřízení					Procesní analýza														
Pořadí činností	Rozdělení činností do kategorií				Kumulovaný čas	Dílčí čas	Vzdálenost [m]	Externí činnosti (E)	Interní činnosti (I)	VA		NVA							
	Mechanické seřízení stroje	Náběh stroje	Nezapočítané činnosti - přestávky	Nezapočítané činnosti - nestandardní						Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace				
	Činnosti									●	●	↑	■	■	▼	■			
1	Zahájení seřizování																		
2	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:00:00	0:00:10	8,5	I														
3	Příprava boxů s komponenty	6:00:10	0:01:02		I														
4	Chůze ke stroji TPS	6:01:12	0:00:10	8,5	I														
5	Chůze pro náradí	6:01:22	0:00:09	9,4	I														
6	Hledání náradí	6:01:31	0:00:40		I														
7	Chůze ke stroji TPS	6:02:11	0:00:09	9,4	I														
8	Demontáž kotouče 84 228	6:02:20	0:03:35		I														
9	Chůze pro hadry	6:05:55	0:00:08	7,4	I														
10	Hledání hadrů	6:06:03	0:02:32		I														
11	Chůze ke stroji TPS	6:08:35	0:00:08	7,4	I														
12	Čištění kotouče 84 228	6:08:43	0:00:20		I														
13	Montáž kotouče 92 215	6:09:03	0:02:32		I														
14	Chůze pro náradí	6:11:35	0:00:09	9,4	I														
15	Hledání náradí	6:11:44	0:00:34		I														
16	Chůze ke stroji TPS	6:12:18	0:00:09	9,4	I														
17	Nastavení kotouče 92 215	6:12:27	0:02:33		I														
18	Rozhovor - nutný	6:15:00	0:00:41		I														
19	Nastavení kotouče 92 215	6:15:41	0:06:02		I														
20	Demontáž prstence 84 228	6:21:43	0:01:19		I														
21	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:23:02	0:00:10	8,5	I														
22	Hledání seřizovacího pístu	6:23:12	0:00:20		I														
23	Chůze ke stroji TPS	6:23:32	0:00:10	8,5	I														
24	Čištění prstence 84 228	6:23:42	0:00:15		I														
25	Montáž prstence 92 215	6:23:57	0:00:54		I														
26	Nastavení polohy na píst	6:24:51	0:05:00		I														
27	Nastavení programu	6:29:51	0:00:34		I														
28	Demontáž hřebenu 84 228	6:30:25	0:01:12		I														
29	Čištění hřebenu 84 228	6:31:37	0:00:15		I														
30	Rozhovor - zbytečný	6:31:52	0:02:21		I														
31	Kontrola hřebenu 92 215	6:34:13	0:01:11		I														
32	Montáž hřebenu 92 215	6:35:24	0:01:10		I														

33	Nastavení nožů	6:36:34	0:01:37		I	
34	Chůze pro náradí	6:38:11	0:00:08	9,4	I	
35	Hledání náradí	6:38:19	0:00:34		I	
36	Chůze ke stroji TPS	6:38:53	0:00:09	9,4	I	
37	Nastavení nožů	6:39:02	0:04:13		I	
38	Rozhovor - nutný	6:43:15	0:02:04		I	
39	Nastavení polohy na píst	6:45:19	0:01:31		I	
40	Čištění prostoru stroje	6:46:50	0:00:32		I	
41	Demontáž nože 84 228	6:47:22	0:00:50		I	
42	Příprava nože 92 215	6:48:12	0:00:20		I	
43	Montáž nože 92 215	6:48:32	0:01:00		I	
44	Rozhovor - nutný	6:49:32	0:00:40		I	
45	Montáž nože 92 215	6:50:12	0:01:16		I	
46	Nastavení programu	6:51:28	0:00:28		I	
47	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:51:56	0:00:10	8,5	I	
48	Hledání dokumentů pro zapsání korekce	6:52:06	0:00:50		I	
49	Chůze ke stroji TPS	6:52:56	0:00:10	8,5	I	
50	Zápis korekcí	6:53:06	0:05:51		I	
51	Chůze na pracoviště seřizovačů	6:58:57	0:00:10	8,5	I	
52	Ukládání papíru s korekcemi	6:59:07	0:00:15		I	
53	Chůze ke stroji TPS	6:59:22	0:00:10	8,5	I	
54	Demontáž drapáku 82 228	6:59:32	0:01:30		I	
55	Čištění drapáku 84 228	7:01:02	0:00:21		I	
56	Chůze pro náradí	7:01:23	0:00:09	9,4	I	
57	Hledání náradí	7:01:32	0:00:18		I	
58	Chůze ke stroji TPS	7:01:50	0:00:09	9,4	I	
59	Montáž drapáku 92 215	7:01:59	0:00:40		I	
60	Demontáž drapáku 82 228	7:02:39	0:00:50		I	
61	Čištění drapáku 84 228	7:03:29	0:00:20		I	
62	Chůze pro náradí	7:03:49	0:00:15	3,5	I	
63	Montáž drapáku 92 215	7:04:04	0:01:08		I	
64	Nastavení drapáku	7:05:12	0:06:50		I	
65	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:12:02	0:00:10	8,5	I	
66	Hledání seřizovacího pístu	7:12:12	0:00:20		I	
67	Chůze ke stroji TPS	7:12:32	0:00:10	8,5	I	
68	Obrábění pístu	7:12:42	0:04:20		I	
69	Ofuk pístu	7:17:02	0:00:06		I	
70	Chůze k měřidlům	7:17:08	0:00:05	4,1	I	
71	Měření pístu na měřidlech	7:17:13	0:00:40		I	
72	Chůze ke stroji TPS	7:17:53	0:00:05	4,1	I	
73	Obrábění pístu	7:17:58	0:00:47		I	
74	Ofuk pístu	7:18:45	0:00:05		I	
75	Chůze k měřidlům	7:18:50	0:00:05	4,1	I	
76	Měření pístu na měřidlech	7:18:55	0:00:50		I	
77	Chůze ke stroji TPS	7:19:45	0:00:05	4,1	I	
78	Obrábění pístu	7:19:50	0:01:00		I	
79	Čekání - mimo pracoviště	7:20:50	0:01:02		I	
80	Ofuk pístu	7:21:52	0:00:05		I	
81	Chůze k měřidlům	7:21:57	0:00:06	4,1	I	
82	Měření pístu na měřidlech	7:22:03	0:00:58		I	
83	Chůze ke stroji TPS	7:23:01	0:00:05	4,1	I	
84	Obrábění pístu - z vozíku na dopravníku	7:23:06	0:01:42		I	

85	Ofuk pístu	7:24:48	0:00:05		I														
86	Chůze k měřidlům	7:24:53	0:00:05	4,1	I														
87	Měření pístu na měřidlech	7:24:58	0:01:38		I														
88	Chůze ke stroji TPS	7:26:36	0:00:06	4,1	I														
89	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:26:42	0:00:10	8,5	I														
90	Hledání seřizovacího pístu	7:26:52	0:00:57		I														
91	Chůze ke stroji TPS	7:27:49	0:00:10	8,5	I														
92	Obrábění pístu - z vozíku na dopravníku	7:27:59	0:00:58		I														
93	Ofuk pístu	7:28:57	0:00:06		I														
94	Chůze k měřidlům	7:29:03	0:00:05	4,1	I														
95	Měření pístu na měřidlech	7:29:08	0:01:07		I														
96	Chůze ke stroji TPS	7:30:15	0:00:05	4,1	I														
97	Chůze na pracoviště seřizovačů	7:30:20	0:00:10	8,5	I														
98	Hledání seřizovacího pístu	7:30:30	0:00:40		I														
99	Chůze ke stroji TPS	7:31:10	0:00:10	8,5	I														
100	Obrábění pístu - z vozíku na dopravníku	7:31:20	0:01:05		I														
101	Ofuk pístu	7:32:25	0:00:07		I														
102	Chůze k měřidlům	7:32:32	0:00:05	4,1	I														
103	Měření pístu na měřidlech	7:32:37	0:01:02		I														
104	Vzor	8:25:00																	
105	Ukončení seřizování																		

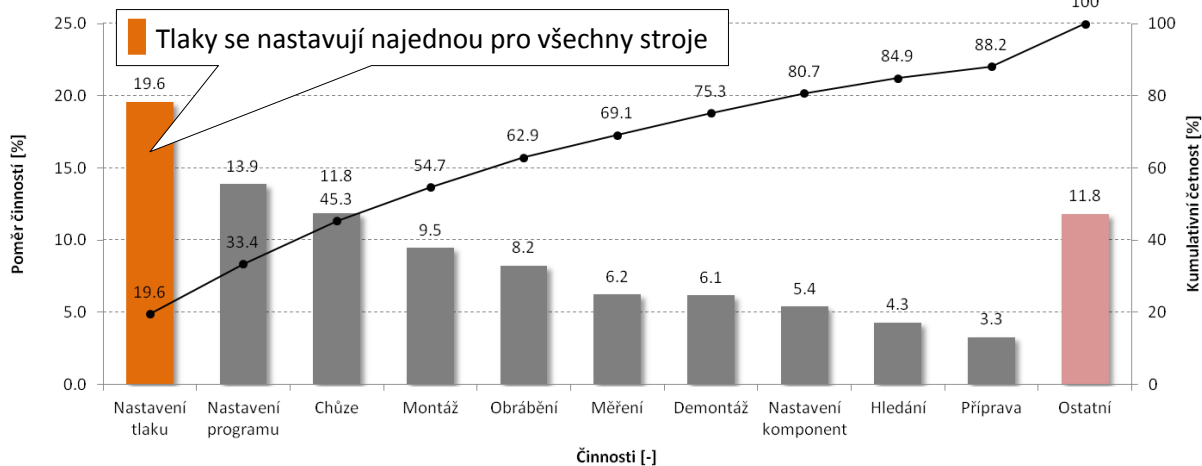
Sumarizace hodnot Σ

Časové hodnoty jízdního řádu		Procesní analýza [četnost činností]						
Celkový čas seřízení / bez přestávek:	2h25m0s / 2h25m0s	Op. VA	Op. SVA	Transport	Kontrola	Čekání	Skladování	Manipulace
Čas mechanického seřízení / čas náběhu:	1h12m12s / 1h12m48s							
Celkový čas interních činností:	2h25m0s							
Celkový čas externích činností:	0							
Celková nachozená vzdálenost [m]:	≈ 258							

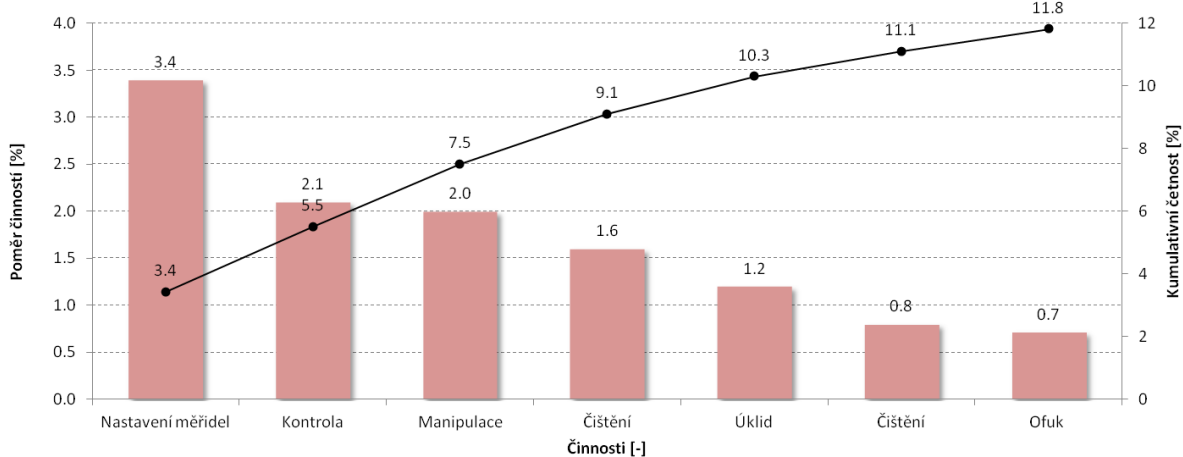
PŘÍLOHA č. 3

Vyhodnocení jízdních řádů jednotlivých typů strojů na lince L409

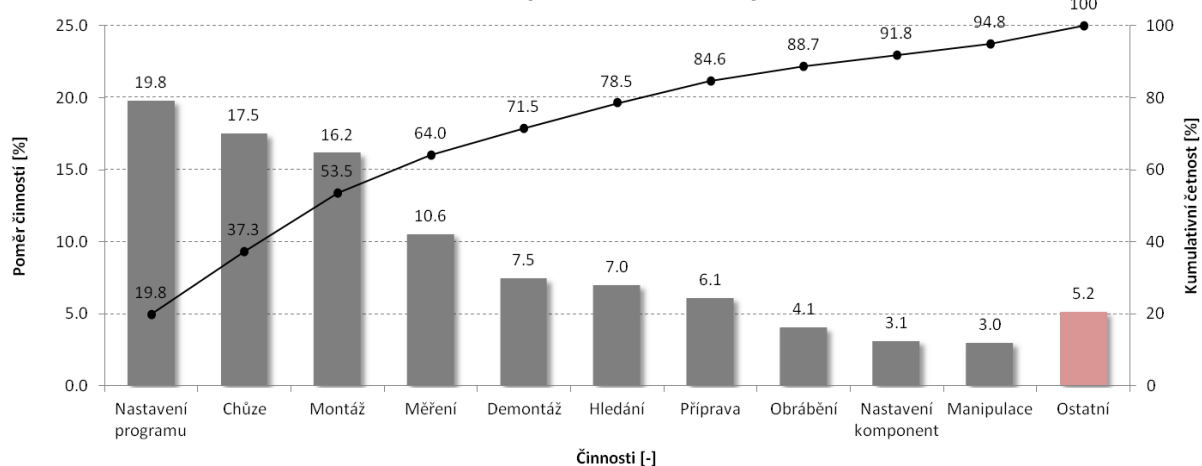
Poměr činností jízdního řádu - stroj EMAG 2.2



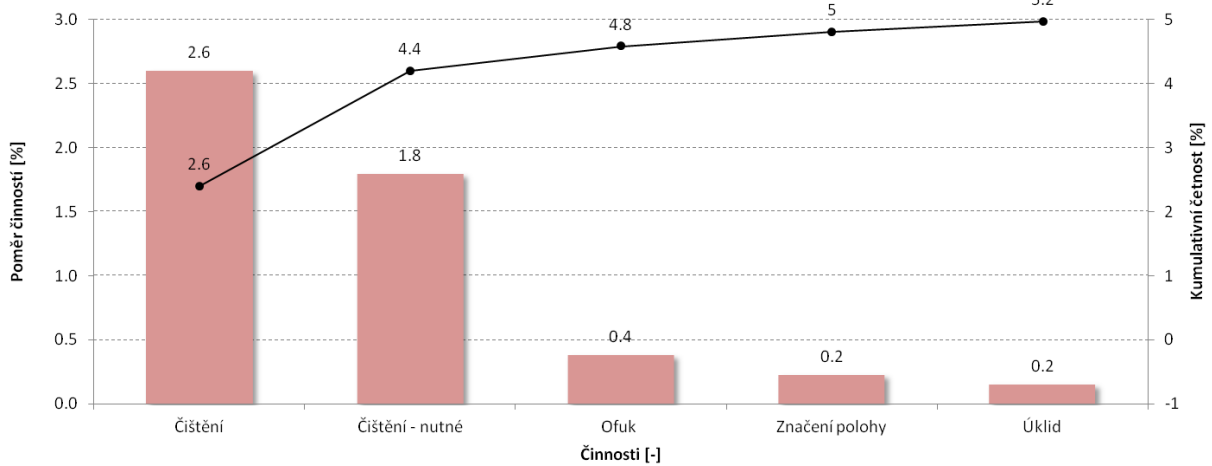
Poměr ostatních činností jízdního řádu - stroj EMAG 2.2



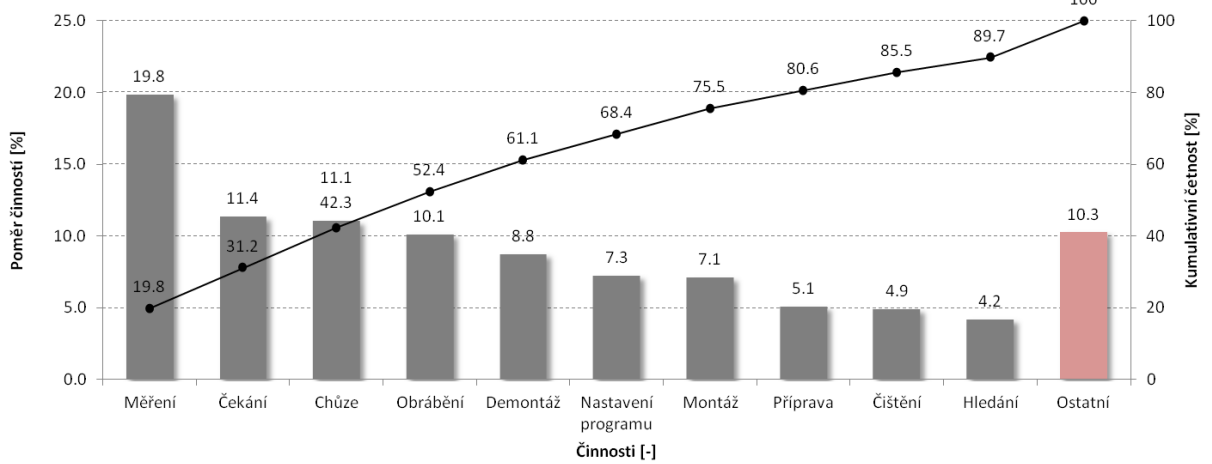
Poměr činností jízdního řádu - stroj EMAG 3.2



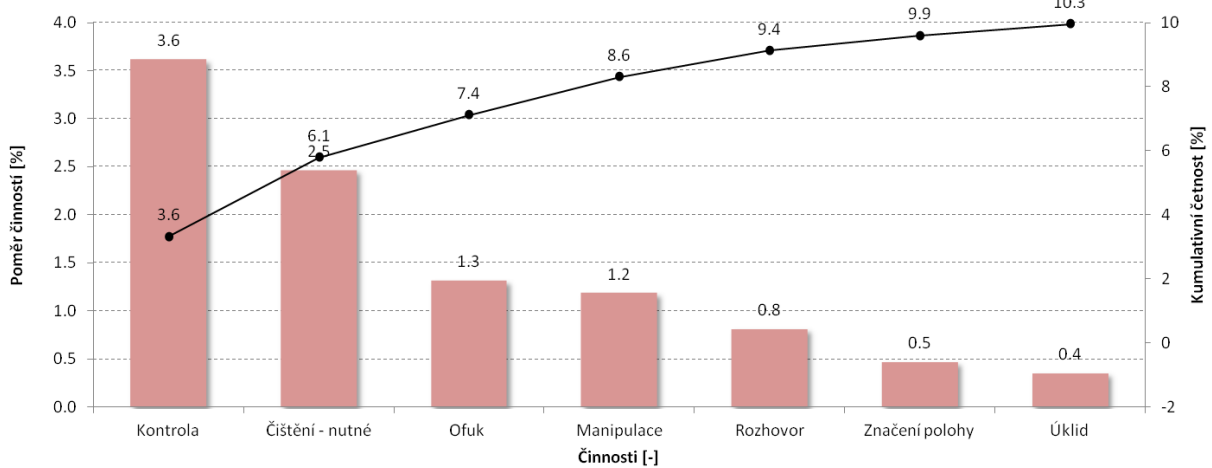
Poměr ostatních činností jízdního řádu - stroj EMAG 3.2



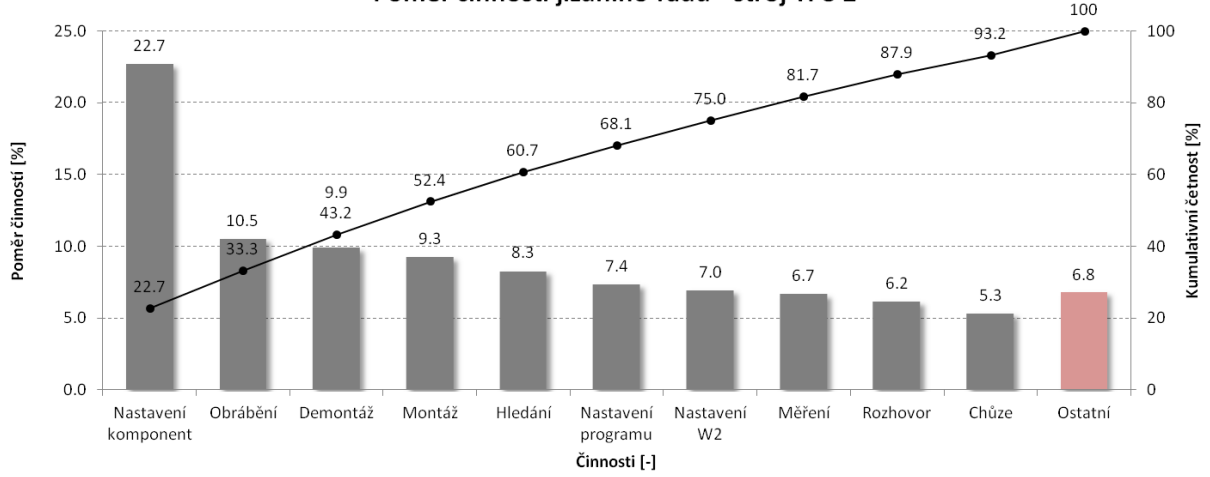
Poměr činností jízdního řádu - stroj MAC 1



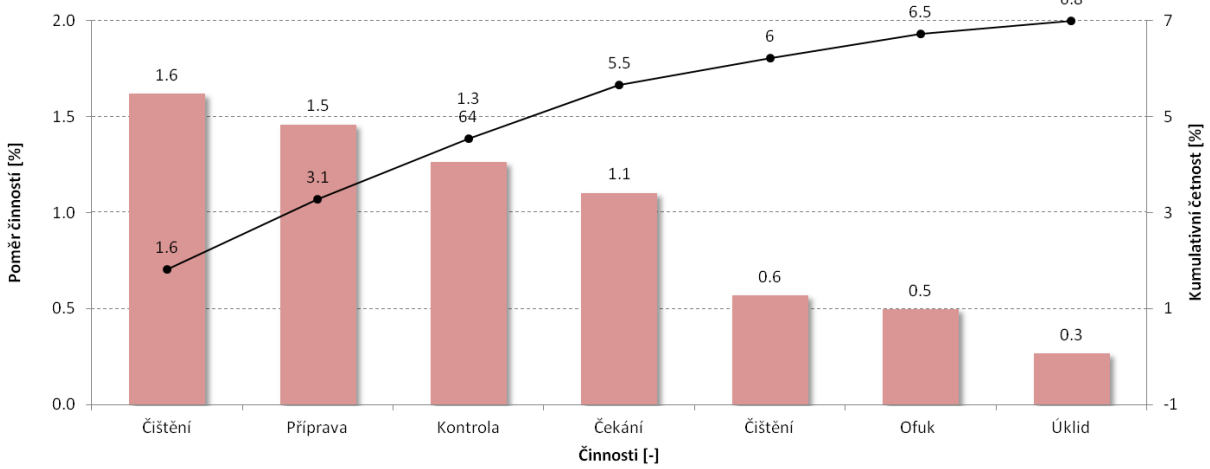
Poměr ostatních činností jízdního řádu - stroj MAC 1



Poměr činností jízdního řádu - stroj TPS 2



Poměr ostatních činností jízdního řádu - stroj TPS 2









PŘÍLOHA č. 4

Zefektivnění seřízení strojů na lince L409

ID	Činnost	Čas	ECRS analýza				Poznámky
			Eliminace	Kombinace	Prerозdělení	Zjednodušení	
Pořadí	Činnosti vyskytující se v jízdním řádu seřizení stroje EMAG 2.2	Σ Součet dílčích časů činností					Převedení činností z interních na externí I→E / opatření
1	Chůze ke stroji	0:02:40					I→E
2	Chůze pro nářadí	0:00:35					I→E
3	Chůze pro seř. písty	0:01:03					I→E
4	Chůze pro hadry	0:00:08					I→E
5	Chůze mimo pracoviště	0:05:22					I→E / Organizace práce
6	Chůze k měřidlům	0:00:16					I→E
7	Čistění komponentů	0:01:32					I→E
8	Hledání nářadí	0:02:31					I→E
9	Hledání seř. pístů	0:00:57					I→E
10	Hledání hadrů	0:00:05					I→E
11	Hledání dokumentace	0:00:22					I→E
12	Hledání úchylkoměru	0:00:38					I→E
13	Úklid dokumentace	0:00:49					I→E
14	Úklid boxů	0:00:06					I→E
15	Úklid nářadí	0:00:15					I→E
16	Kontrola seř. pístů	0:00:15					I→E
17	Příprava boxů	0:01:30					I→E
18	Příprava odkládacích míst	0:00:15					I→E
19	Příprava nož. destiček	0:01:15					I→E
20	Manipulace s boxy	0:00:16					Organizace práce
Sumarizace hodnot Σ							
Celková délka zefektivněných činností:						0h25m25s	

ID	Činnost	Čas	ECRS analýza				Poznámky
			Eliminace	Kombinace	Přerozdělení	Zjednodušení	
Poradí	Činnosti vyskytující se v jízdním řádu seřízení stroje EMAG 3.2	Σ Součet dílčích časů činností					Převedení činností z interních na externí I→E / opatření
1	Chůze ke stroji	0:01:40					I→E
2	Chůze pro nářadí	0:01:29					I→E
3	Chůze pro seř. písty	0:00:23					I→E
4	Chůze mimo pracoviště	0:03:47					I→E / Organizace práce
5	Čistění komponentů	0:01:08					I→E
6	Hledání nářadí	0:01:20					I→E
7	Hledání seř. pístů	0:00:58					I→E
8	Hledání dokumentace	0:00:45					I→E
9	Úklid dokumentace	0:00:04					I→E
10	Příprava boxů	0:01:35					I→E
11	Příprava odkládacích míst	0:00:55					I→E
12	Příprava nož. destiček	0:00:10					I→E
13	Manipulace s vozíky	0:00:12					I→E
14	Manipulace s komp.	0:00:17					Organizace práce
15	Odložení komp. stranou	0:00:23					I→E
16	Označení komponentu	0:00:06					I→E
Sumarizace hodnot Σ							
Celková délka zefektivněných činností:						0h15m12s	

ID	Činnost	Čas	ECRS analýza				Poznámky
			Eliminace	Kombinace	Prerozdělení	Zjednodušení	
Pořadí	Činnosti vyskytující se v jízdním řádu seřizování stroje MAC 1	Σ Součet dílčích časů činností					Převedení činností z interních na externí I→E / opatření
1	Chůze ke stroji	0:01:01					I→E
2	Chůze pro nářadí	0:02:59					I→E
3	Chůze pro seř. písty	0:00:35					I→E
4	Chůze mimo pracoviště	0:08:29					I→E / Organizace práce
5	Chůze pro hadry	0:00:12					I→E
6	Chůze k měřidlům	0:00:06					I→E
7	Čistění komponentů	0:02:52					I→E
8	Hledání nářadí	0:03:07					I→E
9	Hledání seř. pístů	0:01:46					I→E
10	Úklid nářadí	0:00:19					I→E
11	Úklid vzorku	0:00:06					I→E
12	Příprava boxů	0:00:35					I→E
13	Příprava odkládacích míst	0:04:40					I→E
14	Příprava dokumentace	0:00:40					I→E
15	Manipulace s palet. voz.	0:01:23					Organizace práce
16	Kontrola komponentů	0:04:12					I→E
17	Montáž komponentů	0:03:53					I→E
18	Rozhovor - zbytečný	0:00:57					Organizace práce
Sumarizace hodnot Σ							
Celková délka zefektivněných činností:						0h37m52s	

ID	Činnost	Čas	E CRS analýza				Poznámky
Pořadí	Činnosti vyskytující se v jízdním řádu seřízení stroje TPS 2	Σ Součet dílčích časů činností	Eliminace	Kombinace	Přerozdělení	Zjednodušení	Převedení činností z interních na externí I→E / opatření
							
1	Chůze ke stroji	0:01:45					I→E
2	Chůze pro náradí	0:00:59					I→E
3	Chůze pro seř. písty	0:01:10					I→E
4	Chůze mimo pracoviště	0:01:02					I→E / Organizace práce
5	Chůze pro hadry	0:00:08					I→E
6	Čistění komponentů	0:01:31					I→E
7	Hledání náradí	0:02:06					I→E
8	Hledání seř. pístů	0:02:17					I→E
9	Hledání hadrů	0:02:32					I→E
10	Hledání dokumentů	0:00:50					I→E
11	Úklid dokumentů	0:00:15					I→E
12	Příprava boxů	0:01:02					I→E
13	Příprava nožů	0:00:20					I→E
14	Kontrola komponent	0:01:11					I→E
15	Rozhovor - zbytečný	0:02:21					Organizace práce
Sumarizace hodnot Σ							
Celková délka zefektivněných činností:						0h19m29s	