ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní obor: N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Racionalizace výměny nástroje v lisu

Autor: Bc. Ondřej Bosman
Vedoucí práce: Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.

Akademický rok: 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Bc. Ondřej BOSMAN**
Osobní číslo:	**S20N0044K**
Studijní program:	**N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**
Studijní obor:	**Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce:	**Racionalizace výměny nástroje v lisu**
Zadávající katedra:	**Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Úvod
2. Teoretická východiska
3. Popis současného stavu
4. Návrh řešení
5. Popis přínosů
6. Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

1. IMAI, MASAAKI. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku.* Brno: Computer Press, 2004. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0461-3.
2. KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovationí podnik.* Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
3. ZELENKA, Antonín. a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01028-70-4.
4. SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů.* Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
5. GARCÍA-ALCARAZ, Jorge Luis. *Lean manufacturing in the developing world.* New York: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-04950-2.

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

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jaroslav Šindelář**
Mubea, spol. s r. o., Žebrák

Datum zadání diplomové práce: **21. září 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2021**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

V Plzni dne 21. září 2020

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne: ……. …….

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval Doc. Ing. Milanu Edlovi, Ph.D. za jeho vstřícný přístup, odborné rady a cenné připomínky při vedení diplomové práce. Dále bych rád poděkoval firmě Mubea s.r.o. za trpělivost a možnost spolupráce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	**Příjmení** Bosman	**Jméno** Ondřej	
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	**Příjmení (včetně titulů)** Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D	**Jméno** Milan	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST – KPV		
DRUH PRÁCE	**DIPLOMOVÁ**	~~**BAKALÁŘSKÁ**~~	**Nehodící se škrtněte**
NÁZEV PRÁCE	Racionalizace výměny nástroje v lisu		

FAKULTA	STROJNÍ	**KATEDRA**	KPV	**ROK ODEVZD.**	2021

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	79	**TEXTOVÁ ČÁST**	61	**GRAFICKÁ ČÁST**	10

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce se zabývá zkrácením času potřebným pro výměnu transferového a postupového nástroje v lisech. Teoretická část je zaměřena na poznatky z odborných publikací věnujících se oboru průmyslového inženýrství. V praktické části je analyzováno provádění výměn nástrojů v lisech a vytvoření nového efektivnějšího pracovního postupu výměny.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	SMED, racionalizace, interní aktivity, externí aktivity, ztrátová činnost, plýtvání ve výrobě, štíhlá výroba

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	**Surname** Bosman	**Name** Ondřej	
STUDY PROGRAMME	N0715A270012 Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	**Surname (Inclusive of Degrees)** Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D	**Name** Milan	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	**DIPLOMA**	~~**BACHELOR**~~	**Delete when not applicable**
TITLE OF THE WORK	Rationalization of tool change in the press machine		

FACULTY	Mechanical Engineering	**DEPARTMENT**	KPV	**SUBMITTED IN**	2021

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	79	**TEXT PART**	61	**GRAPHICAL PART**	10

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The master´s thesis is dealing with a reduction of the time that is needed for exchanging transfer and progressive tools in press machines. The theoretical part is focused on findings in industrial engineering scientific publications. In the practical part of the thesis an exchange of a press tool and a formation of new and more effective working procedure of the exchange is analyzed.
KEY WORDS	SMED, external activity, internal activity, loss activity, lean production, productivity, rationalization

Obsah

Obsah 8
Seznam obrázků 10
Seznam tabulek 10
1. Průmyslové inženýrství 12
1.1. Zakotvení pozice tohoto útvaru v rámci organizační struktury 12
1.2. Definice náplně práce útvaru, odpovědnosti a pravomoci 13
1.3. Systém hodnocení práce 14
2. Metody průmyslového inženýrství 15
2.1. Základní metody 15
2.2. Komplexní metody 21
3. Produktivita výroby 24
3.1. Produktivita 24
3.2. Plýtvání ve výrobě 26
3.3. Druhy plýtvání 26
3.4. Zvyšování produktivity 27
4. SMED 28
4.1. Čas seřizování 28
4.2. Základní koncepce 29
4.3. Výhody SMED 30
4.4. Rizika SMED 31
4.5. Význam metody 31
5. Představení společnosti Mubea spol, s. r.o. 32
5.1. Historie společnosti závodu Žebrák 32
5.2. Vyráběné produkty na vybraném pracovišti 33
5.3. Popis současného stavu 35
5.4. Návrh řešení 35
6. Shrnutí poznatků teoretické části 34
7. Zadání praktické části 35
8. Popis pracoviště, technologie stříhání a nástrojů 36
8.1. Lisovací stroje 37
8.1.1. Odvíjecí zařízení 38
8.1.2. Rovnací zařízení 38
8.1.3. Podávací zařízení 39
8.2. Technologie stříhání a ohýbání 39
8.2.1. Technologie stříhání 39
8.2.2. Technologie ohýbání 40

8.3. Postupový nástroj sdružený 41
8.3.1. Konstrukce nástroje 41
8.3.2. Spodní část nástroje - střižnice 42
8.3.3. Horní část nástroje - střižník 44
8.3.4. Upnutí nástroje 44
8.3.5. Rozměry nástroje 45
8.4. Transferový nástroj 46
8.4.1. Transfer dílů 46
8.4.2. Popis chodu transferu 47
8.4.3. Rozměry nástroje 48
9. Analýza současného stavu 49
9.1. Popis výměny postupového nástroje současným postupem 49
9.1.1. Záznam z provedených měření 51
9.1.2. Vyhodnocení provedených měření 55
9.2. Popis výměny transferového nástroje současným postupem 56
9.2.1. Záznam z měření 57
9.2.2. Vyhodnocení měření 60
10. Návrh řešení 61
10.1. Navržené změny pro postupový nástroj 63
10.2. Navržené změny pro transferový nástroj 64
10.3. Shrnutí navrhovaných řešení 66
11. Měření a vyhodnocení podle navržených změn 67
11.1. Měření postupového nástroje 68
11.2. Měření transferového nástroje 68
11.3. Shrnutí měření dle nového postupu 70
12. Shrnutí praktické části 71
Závěr 73
Seznam literatury 74

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 *Organizační struktura [20]* 13
Obrázek 2-1 *Zavedení metody 5S [19]* 18
Obrázek 2-2 *Zavedení Jidoka[18]* 19
Obrázek 2-3 *Ukázka Poka –Yoke [17]* 20
Obrázek 2-4 *Ukázka Kanban karty [21]* 21
Obrázek 2-5 *Řešení problému za pomoci Kaizen, vlastní zpracování dle [15]* 23
Obrázek 3-1 *Přeměna zdroje na výstup [4]* 24
Obrázek 4-1 *Čas seřizování [23]* 29
Obrázek 4-2 *Tři základní kroky SMED [23]* 29
Obrázek 5-1 *Logo společnosti* 32
Obrázek 5-2 *Vchod na recepci v hale lisovny v Mubee* 32
Obrázek 5-3 *Ukázka stabilizační svorky* Obrázek 5-4 *Stabilizátor řízení* 33
Obrázek 5-5 *Snímek lisovny v Mubee* 34
Obrázek 8-1: *Prostorové uspořádání haly [vlastní zpracování]* 36
Obrázek 8-2: *Lis Arisa 400t ve firmě Mubea [vlastní zpracování]* 38
Obrázek 8-3: *Odvíjecí zařízení [vlastní zpracování]* 38
Obrázek 8-4: *Rovnací zařízení [vlastní zpracování]* 39
Obrázek 8-5: *Ohýbání dílu [29]* 40
Obrázek 8-6: *Postupový nástroj [vlastní zpracování]* 41
Obrázek 8-7: *Spodní část postupového nástroje I. [vlastní zpracování]* 43
Obrázek 8-8: *Spodní část postupového nástroje II. [vlastní zpracování]* 43
Obrázek 8-9: *Pohled na horní nástroj [28]* 44
Obrázek 8-10*: Hydraulické upínací zařízení [vlastní zpracování]* 45
Obrázek 8-11*: Výrobní štítek postupového nástroje [vlastní zpracování]* 45
Obrázek 10-1*: Mzdový lístek [vlastní zpracování]* 62

Seznam tabulek

Tabulka 5-1: *Používané stroje v lisovně [Vlastní zpracování]* 33
Tabulka 9-1: *Výměna postupového nástroje I. [vlastní zpracování]* 51
Tabulka 9-2: *Výměna postupového nástroje II. [vlastní zpracování]* 53
Tabulka 9-3: *Výměna postupového nástroje III. [vlastní zpracování]* 54
Tabulka 9-4: *Výměna transferového nástroje I. [vlastní zpracování]* 57
Tabulka 9-5: *Výměna transferového nástroje II. [vlastní zpracování]* 58
Tabulka 9-6: *Výměna transferového nástroje III. [vlastní zpracování]* 59
Tabulka 11-1: *Měření výměny postupového nástroje novým způsobem* 68
Tabulka 11-2: *Měření výměny transferového nástroje novým postupem* 69

Úvod

Na trhu se v dnešní době nachází plno zažitých a úspěšných firem. Tyto společnosti jsou většinou ty, které řídí trh a určují jeho vývoj. Proto, když chce nějaký podnik být konkurenceschopný, a dokonce nejlepší ve svém oboru, tak musí hledat stálá řešení, jak zamezit činnostem, které nepřidávají výrobku hodnotu nebo hledat jiné cesty, jak dosáhnout vyšší konkurenceschopnosti. Může se tak jednat například o snižování ceny pro zákazníky, to však s sebou nese mnohá úskalí v podobě tlaku na snižování nákladů. Toho firmy dosahují snižováním kvality vstupních materiálů nebo úsporami spojenými s chodem firmy, případně v samotném procesu výroby. První z uvedených bodů není pro firmu nijak atraktivní, jelikož dochází ke snížení kvality výstupu, a tak i k potencionální ztrátě zákazníka, jelikož pro něj není žádoucí nekvalitní produkt nedosahující smluvených podmínek kvality. Druhá volba se jeví jako daleko udržitelnější a v mnohých případech i přínosnější pro firmu jako celek. Dojde totiž k tomu, že firma je v bodě, kdy je zapotřebí vymyslet něco nového, co ušetří firmě náklady, čas a přinese inovativní postup, díky kterému se může změnit celý koncept výroby firmy.

Zkoumáním výrobních procesů a všímáním si drobných niancí ve firmě, se věnuje obor průmyslového inženýrství. Právě tito inženýři jsou ti, kteří musí přijít s řešením, které firmu vynese na pomyslný vrchol trhu a ona tak bude schopna dostát všech svých zakázek.

Tato diplomová práce se zaměřuje na výzkum eliminování možných nežádoucích ztrát ve firmě. Teoretická část má za cíl představit detailní popis toho, co znamená průmyslové inženýrství a lean management. Zároveň seznamuje se stěžejními pojmy pro praktickou část diplomové práce a pokládá základ hypotézy, jenž má za cíl určit, která metoda je adekvátní pro co nejefektivnější řešení výměny nástroje lisu.

Na základě teoretických poznatků bude provedena praktická část, jenž má za cíl analyzovat současný stav a navrhnout potřebná zlepšení ve výrobní společnosti Mubea s.r.o., která operuje na českém trhu již několik let a zabývá se výrobou lisovaných dílů pro automobilový průmysl. Analýzou je zapotřebí zjistit, proč vznikají časové prodlevy při výměně nástrojů v lisech a díky tomu navrhnout zlepšení, která povedou ke zkrácení času výměn. Posléze se pokusit navržená zlepšení ověřit v provozu.

1. Průmyslové inženýrství

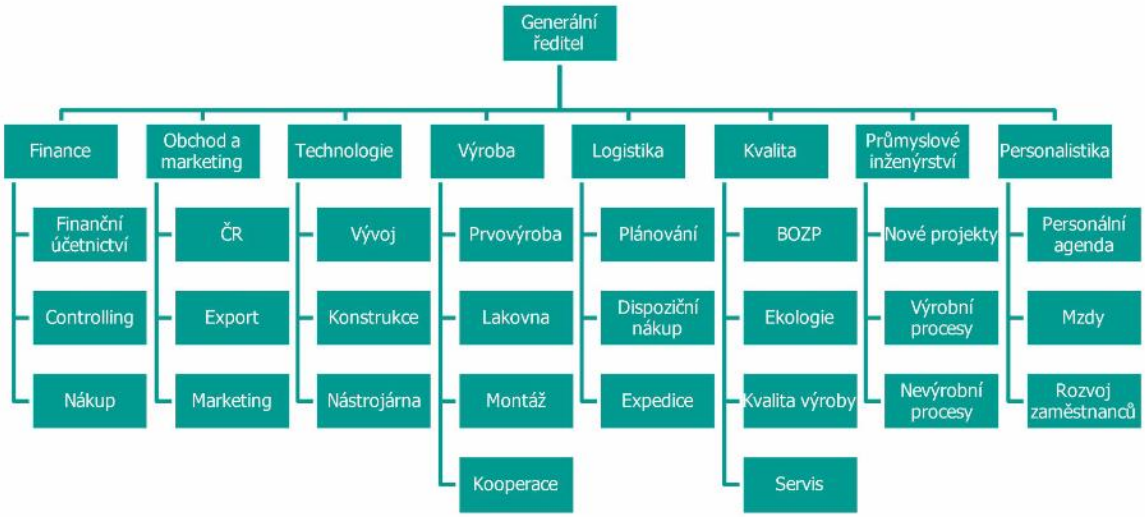
Vhodné vyjádření toho, co znamená průmyslové inženýrství by se dalo popsat následující definicí: „Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor, který kombinuje technické znalosti inženýrských oborů, s poznatky z podnikového řízení. Průmyslové inženýrství se snaží o co nejefektivnější využití firemních zdrojů. Jeho hlavním úkolem je tedy racionalizace, optimalizace a zlepšování nejen výrobních, ale mimo jiné i nevýrobních procesů.“ [20]

Často je průmyslové inženýrství v odborné literatuře nahrazeno pojmy, mezi které patří: procesní inženýrství, engineering, zlepšování procesů či Kaizen.

Aby mohl být plně využit potenciál tohoto oboru, je třeba dodržovat několik zásad, které mohou v konečném důsledku velmi výrazně ovlivnit efektivitu průmyslového inženýrství ve firmě. Mezi nejvýznamnější zásady, které by se měly dodržovat, patří především následující tři body: [22]

1.1. Zakotvení pozice tohoto útvaru v rámci organizační struktury

Začlenění útvaru by mělo vždy vycházet ze strategie organizace a z toho, co si vlastně od průmyslového inženýrství firma slibuje a kam chce jeho činnost primárně směřovat. Ve velkém počtu firem je průmyslové inženýrství zařazeno například pod útvar výroby, technologie nebo logistiky. Aby mohla být naplněna výše uvedená definice, ve které se uvádí, že průmyslové inženýrství zlepšuje výrobní a nevýrobní procesy, je od mnoha autorů doporučováno zařazení průmyslového inženýrství přímo do útvaru pod ředitele. To zaručí využití jeho potenciálu s maximální možnou mírou. Tento útvar má pak jedinečnou možnost ovlivňovat efektivitu napříč celou organizační strukturou. Takové zařazení útvaru je možné vidět na následujícím obrázku č.1-1, který ukazuje organizační strukturu, ve které je průmyslové inženýrství zařazeno přímo pod ředitele firmy.



Obrázek 1-1 *Organizační struktura [20]*

1.2. Definice náplně práce útvaru, odpovědnosti a pravomoci

V předchozím bodě bylo popsáno, na jaké úrovni ve firmě, by se útvar průmyslového inženýrství měl nacházet. V tomto bodě je uvedena náplň práce útvaru, kterou je možné rozdělit z několika hledisek. Dle náplně práce a oblasti působnosti se tyto činnosti dělí na:

a) Zlepšování procesů vývoje a předvýrobních etap

V této oblasti může být útvar nápomocný zejména při kritice navrhovaného řešení, jelikož je schopný zabránit pozdějším případným problémům. Zároveň je nápomocný při zjišťování toho, že dochází k plýtvání, které bylo zapříčiněno zvoleným řešením. V případě znalosti inovačních metod je tento útvar velmi užitečný při jejich zavádění.

b) Zlepšování výrobních procesů

Zlepšování výrobních procesů je nejčastější a stěžejní náplní práce zmiňovaného úseku. Tento útvar může pomoci se zařazením veškerých činností souvisejících s optimalizací a standardizací výrobních procesů.

c) Zlepšování nevýrobních procesů

V současné době se stává stále více populární oblast nevýrobních procesů, kde průmyslové inženýrství pomáhá uspořit prostředky všeho druhu. Může se jednat jak o projekty realizované uvnitř firmy, tak mimo ni. Například u firemních projektů je cílem zkrátit průměrnou dobu dodání produktu zákazníkovi optimalizací administrativních nebo logistických procesů.

d) Tréninky a vzdělávání pracovníků v oblasti zlepšování procesů

Toto je oblast, ve které může útvar průmyslového inženýrství ve firmě, hrát velmi důležitou roli, přestože se v řadě případů jedná o podceňovanou oblast. Vzdělávání a rozvoj pracovníků v oblasti zlepšování procesů je velmi důležitý. Je potřeba zaměstnancům vysvětlit, že navrhované nové postupy je dobré si osvojit, protože mohou přinášet výhody i jim samotným. Velká část podstaty štíhlé výroby stojí, a zároveň padá, na samotných pracovnících. Úkolem průmyslového inženýrství je pracovníky v dané oblasti neustále vzdělávat, ale rovněž dostatečně informovat o realizovaných projektech a dosažených výsledcích. Tím docílíme toho, že je budeme motivovat a zapojovat do aktivit, které firmě pomohou v jejím růstu.

1.3. Systém hodnocení práce

Názor na hodnocení efektivity práce útvaru průmyslového inženýrství, případně průmyslového inženýra jako jednotlivce, není jednotný, nicméně většinou je zastáván názor, že průmyslový inženýr, nebo tedy úsek průmyslového inženýrství, by firmě měl svojí činností uspořit minimálně deseti násobek svého platu nebo nákladů vynaložených na daný úsek. Ve všech případech však nejde jen o ušetřené finanční prostředky. Velice důležitou součástí systému hodnocení je i náplň práce oddělení. V případě, že úsek průmyslového inženýrství pracuje zejména v předvýrobních etapách, je samozřejmě nevhodné odměňovat jeho práci podílem na realizovaných úsporách ve stávající produkci. V tomto případě se jako mnohem vhodnější varianta jeví hodnocení na základě pozdějších zásahů, úprav a realizovaných úspor. Důležité je také zmínit, že práce tohoto útvaru není jen o finančních úsporách a optimalizačních návrzích. Mnohdy je mnohem náročnější danou změnu prosadit u samotných pracovníků či u jiného oddělení, a proto je zde kladen důraz na firemní komunikaci a kulturu. Toto je také činnost, kterou lze jen těžko měřit a následně hodnotit, protože si může v různých případech žádat odlišně vynaložené úsilí. Podobné je to i s určením pravomocí a kompetencí, které jsou u projektu velmi obtížnou oblastí hodnocení. Velmi často bývá hodnoceno oddělení

průmyslového inženýrství v projektu negativně, ale ve své podstatě to může být zapříčiněno tím, že nemělo kompetenci projekt nijak ovlivnit. Toto samozřejmě souvisí již s výše zmíněným začleněním útvaru v rámci organizační struktury firmy.

2. Metody průmyslového inženýrství

Pro optimalizaci procesů ve firmě se užívá celá řada metod průmyslového inženýrství, které tvoří základ moderních výrobních systémů. Zde je uvedeno několik příkladů metod, které se hojně používají [2]:

- předcházení vadám,
- Jidoka,
- nulové úrazy,
- SMED,
- Poka – Yoke,
- Kanban,
- Kaizen,
- MOST,
- TPM,
- 5S,
- týmová organizace,
- motivační systém,
- PDCA (naplánovat-provést-ověřit-vykonat),
- štíhlá výroba,
- metoda Milkrun,
- JIT.

Tyto metody se dělí na dvě základní podskupiny. První z nich jsou metody základní, druhou pak metody komplexní. Každá z těchto skupin obsahuje určité dílčí metody. [5]

2.1. Základní metody

Jedná se o takové metody, které by měly být užívány jako první, jelikož mají obrovskou výhodu při rychlosti zobrazení výsledku. Výsledek je znám téměř okamžitě, a tak není zapotřebí mnoho času na vyhodnocení dat zjištěných touto metodou. Samozřejmě však i tyto metody mohou přinést hmatatelné výsledky a optimální řešení. Aby bylo dosaženo správného výsledku,

každá z těchto metod požaduje důsledné pochopení, následné uchopení a implementaci. Tyto metody tedy spíše slouží jako základ pro zlepšování vybraných procesů. Mezi jejich hlavní nástroje patří především:

- 5S,
- Jednokusový tok,
- Jidoka,
- Kanban,
- MOST,
- Poka – Yoke,
- SMED,
- TPM.

V nadcházejících bodech jsou detailněji popsány vybrané metody z výše uvedených základních metod. [7, 32, 33]

1. Metoda 5S

Metoda 5S byla vynalezena v Japonsku ve firmě Toyota. Slouží především pro eliminaci plýtvání a odstranění ztrát na pracovišti. Tato metoda patří do oblasti standardizace procesů a zeštíhlování pracoviště. Hlavní myšlenkou 5S je zamezení zbytečného pohybu pracovníka tím, že se použijí standardizované techniky. Zjednodušuje se hledání pracovních nástrojů pomocí vizuálního managementu, který určí každému nástroji svoje místo, na které se nástroj odkládá. Další možností zlepšování procesů na pracovišti je navržení takových nástrojů, které lze snadno a rychle uchopit. Přínosy této metody mohou být vidět i v jiných oblastech, jakou jsou například:

- zlepšení kvality vyráběných výrobků,
- zvýšení produktivity a bezpečnosti pracovníka,
- zlepšení pracovních podmínek pracovníka. [6]

Název metody 5S vychází z japonštiny a představuje pět jednotlivých kroků, které metoda přináší. Jejich bližší popis je uveden níže:

1. Seiri (roztřídit) - je první krok, ve kterém je zapotřebí roztřídit věci na zbytné a nezbytné. Věci, které se určí jako nepotřebné se z pracoviště odstraní.

2. Seiton (uspořádat) - v tomto kroku se všem věcem, které jsou potřebné pro vykonávání požadovaných činností, určí vhodné místo. Místo se vybírá s ohledem na dostupnost potřebného předmětu a tak, aby byl předmět pohodlně dostupný.
3. Seiso (uklidit) - tento krok pomáhá předcházet neúnosnému nepořádku a nečistotě na pracovišti. Předcházeno mu je tak, že pro nadcházející směnu je vyžadováno uvedení pracoviště do čistého a původního stavu.
4. Seiketsu (standardizovat) – cílem je zajistit dodržování předchozího kroku zaměstnanci, kteří jsou za pořádek na pracovišti zodpovědní. Je vhodné, pracovníky v dodržování daných pravidel proškolit tak, aby jejich znalost měli osvojenou nazpaměť.
5. Shitsuke (udržet a neustále zlepšovat) - je potřeba zajistit dodržování zavedených pravidel. Jako možné řešení pro kontrolu dodržování pravidel je použití dotazníků nebo například kontrolní karty, do které se budou zapisovat vykonané činnosti stvrzené podpisem příslušného pracovníka. [6, 8, 33]

Metoda 5S je velice oblíbeným nástrojem ve výrobních podnicích a z toho důvodu se hledají neustálé inovace. Nástroj 5S byl rozšířen o bezpečnost pracovníků, a tak se všechny navrhované zlepšení na pracovišti se koncipují s požadavkem na bezpečnost pracovníka. V poslední době byla metoda v některých případech rozšířena ještě o šesté a sedmé “S”. Cílem šestého “S” je nejen eliminace úrazu na pracovišti, ale také identifikace potřebných bezpečnostních zařízení. Sedmé “S” se zaměřuje na ochranu životního prostředí. V rámci tohoto kroku se hledí zejména na odpadovou politiku podniku. Tento krok zahrnuje správné ukládání a třídění opadů do předepsaných kontejnerů.
Následující obrázek 2-1 ukazuje na levé polovině stav pracoviště před zavedením metody 5S. Pravá polovina obrázku pak ukazuje znatelné zlepšení z hlediska přehlednosti a čistoty pracoviště po zavedení a dodržování 5S.

Obrázek 2-1 *Zavedení metody 5S [19]*

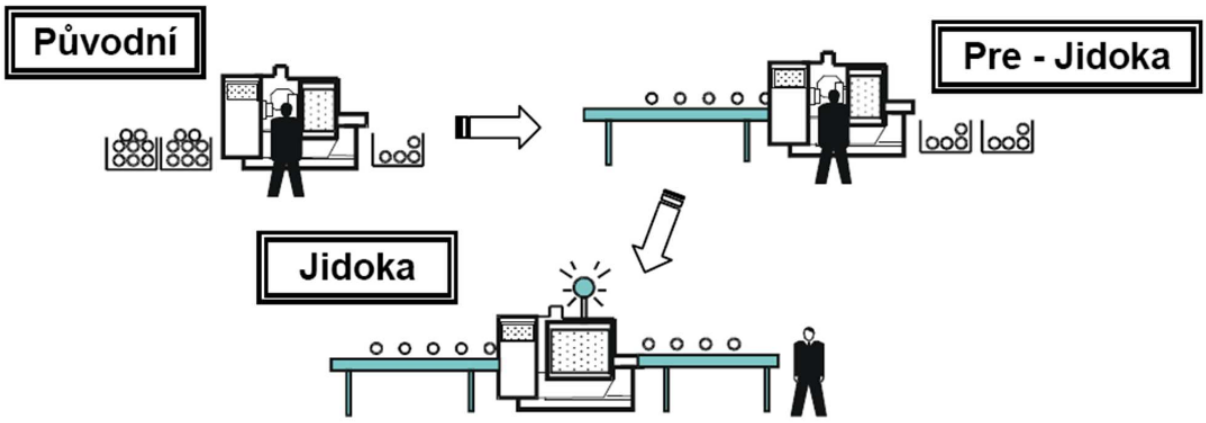
2. Jidoka

Pod označením Jidoka se skrývá koncept, který se zaměřuje na autonomnost pracoviště. Tato metoda vychází z faktu, že pasivní sledování chodu stroje obsluhou nezvyšuje přidanou hodnotu výrobku, ale zvyšuje náklady a může produktivitu dokonce snižovat. Jidoka je založena na tom, že stroje jsou vybaveny takovými funkcemi, které umožní, že obsluha nemusí kontrolovat chod stroje. Mezi tyto funkce se řadí především to, že je stroj schopen sám zastavit chod při výskytu problému a dát signál obsluze (též známo jako *andon*). Tento signál je pro obsluhu příkazem pro řešení daného problému. Označení Jidoka zahrnuje technická opatření a řešení, kterými se stroj stává schopným rozhodovat o průběhu operace do značné míry samostatně. Zároveň je systém často navázaný na metodu Poka – yoke, která má za cíl odhalit a zachytit abnormalitu v kvalitě vyráběných výrobků. [12]

Na následujícím obrázku 1-3 je vidět stav pracoviště před zavedením systému Jidoka, kdy stroj musí pracovník neustále obsluhovat. Poté je na obrázku zobrazen stav pracoviště, na kterém byl zavedený včasný a rovnoměrný přísun materiálu systémem Just in Time. Ve spodní části obrázku je zobrazeno zavedení systému Jidoka, kdy je stroj včasně a rovnoměrně zásobován materiálem, a zároveň je vybaven signalizačním zařízením, které v případě potřeby zavolá obsluhu stroje.

Z obrázku je naprosto zřetelné, že pracovník nemusí stroj neustále obsluhovat

a může se tak během směny starat o více strojů. Tím podnik šetří peníze a zvyšuje tíženou produktivitu nejen práce, ale i výroby.[13]



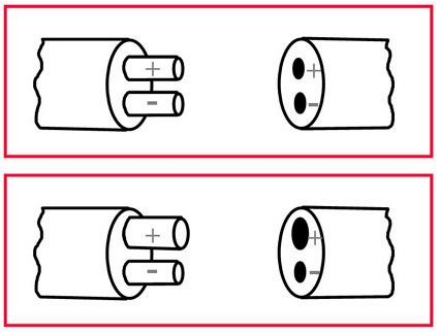
Obrázek 2-2 *Zavedení Jidoka[18]*

3. Poka – Yoke

Poka yoke *(ポカヨケ)* je metoda, která byla vyvinutá v Japonsku. Nejvíce se o její rozšíření zasloužil *Shigeo Shing,* díky němu se tato metoda stala, jako mnoho dalších metod, součástí systému Toyota Production System. Název této metody vychází z japonských slov Poka (chyba) a Yokeru (vyhnout se), v překladu tedy tento pojem znamená zmenšení neúmyslné chyby. Poka Yoke je nízkonákladové, vysoce spolehlivé zařízení používané v systému JIDOKA, které zastaví proces a tím preventivně chrání výrobu před zmetky, nebo také pomáhá usnadnit pracovní postup, který umožňuje vykonat činnost pouze jediným možným způsobem. Metoda Poka – Yoke se dělí především na fázi konstrukce a fázi používání. Fáze konstrukce má za cíl navrhnout zařízení tak, aby nemohla nastat chyba. Druhou fázi je ověření použití zařízení v chodu.

Na následujícím obrázku 1-3 jsou vidět dvě možnosti propojení stejnosměrných vodičů proudu pomocí konektoru v podobě dvou kolíků. Na horním obrázku je zobrazen postup, kdy

je konektor možné zapojit + na – nebo na +. Lehce tedy dojde k tomu, že se pracovník může splést při zapojení konektoru. Na spodním obrázku je však vidět, že kolík + má větší průměr, a proto jej není možné zapojit do otvoru pro -. Toto je jeden z příkladů POKA-YOKE konstrukce, kdy už ve fázi konstrukce bylo vyloučeno nesprávné, opačné zapojení. [17]



Obrázek 2-3 *Ukázka Poka –Yoke [17]*

4. Kanban

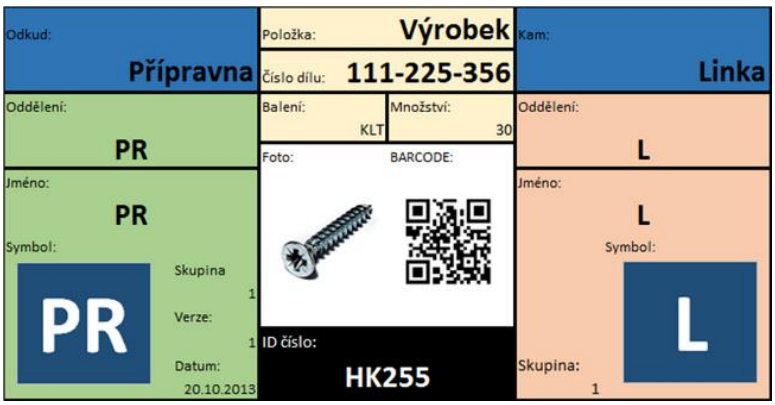
Stejně jako předchozí metody, tak i metoda Kanban pochází z Japonska. Překlad slova Kanban je štítek, kartička nebo informace. Tato metoda se používá především u tahové výroby. Tahová výroba je specifická tím, že vychází z odhadu poptávky, a díky tomu je schopná předpovědět prodeje každého jednotlivého produktu. Základní myšlenkou pojetí této metody je připodobnění jednotlivých pracovišť k zákazníkovi a prodávajícímu. Každé pracoviště se stává zákazníkem, který vlastně „nakupuje“ materiál nebo suroviny pro zpracování od předchozího stupně, a také se stává dodavatelem pro následující stupeň zpracování materiálu. [10]

Tento proces je zajištěn pomocí oběhu sběrných skladových karet Kanban.

Během realizace systému Kanban je potřeba dodržovat níže uvedené zásady, jsou totiž nezbytné
pro správný chod celého systému:

- není připuštěna výroba jiného množství, než je uvedené na kartě a nesmí se tak stát, že by se vyrábělo na sklad,
- předání karty objednávky a objednaného množství dodavateli a tuto kartu opět převzít. Nepřejímat nekvalitní práci z předchozí operace, a zároveň ani nepředávat nekvalitně provedenou práci na následující pracoviště,
- možnost přepravování materiálu pouze s Kanban kartami,
- množství Kanban karet musí být minimální pro zdárné dokončení výroby.

Ukázka Kanban karty je na následujícím obrázku 2-4.



Obrázek 2-4 *Ukázka Kanban karty [21]*

2.2. Komplexní metody

Komplexní metody jsou známé pod označením *zastřešující metody*. Jedná se o metody, které se vyznačují tím, že spojují nebo zastřešují metody základní. Správné použití těchto metod je o něco náročnější než u základních metod, proto jejich zavádění vyžaduje zkušenější pracovníky v oblasti problematiky průmyslového inženýrství. Zde je uvedeno několik nejznámějších komplexních metod [7, 32]:

- Just – in –Time,
- Kaizen,
- Six Sigma,
- TOC (teorie omezení),
- trvalé zlepšování procesů,
- týmová práce.

Vybrané metody z výše uvedených komplexních metod budou dále detailněji popsané.

1. Just – in- Time

Just-in-Time (JIT) je metoda řízení logistiky, organizující tok materiálu ve firmě s ohledem na minimalizování dopravních a skladovacích nákladů. Hlavní myšlenkou JIT je zajištění jednotlivých materiálních dodávek do výroby ve stanovené kvalitě, v požadovaném množství a přesně v momentě, kdy mají být použity ve výrobním procesu. Díky tomu se minimalizuje pohyb materiálu v podniku. Nicméně výrobní linky musí být organizovány tak, aby se co nejvíce snižovaly skladové a dopravní náklady. Stejně jako metoda Kanban, tak i tato metoda je určená především pro tahový způsob výroby. [16]

Základní principy metody JIT:

- zakázkové plánování výroby,
- realizace výroby v malých dávkách,
- plynulý tok ve výrobě,
- odstranění nadbytečných zásob,
- zajištění jasné strategie výroby.

Aby se podnik vyvaroval nedostatku materiálu, je potřeba, aby se management a zaměstnanci firmy přizpůsobili podmínkám JIT. Přizpůsobení se a zavedení správných principů JIT vede k požadovanému snížení zásob, a tím úspoře prostoru a peněz vázaných v zásobách. Zavedení JIT přispívá k vyšší přidané hodnotě a omezení plýtvání.

2. Kaizen

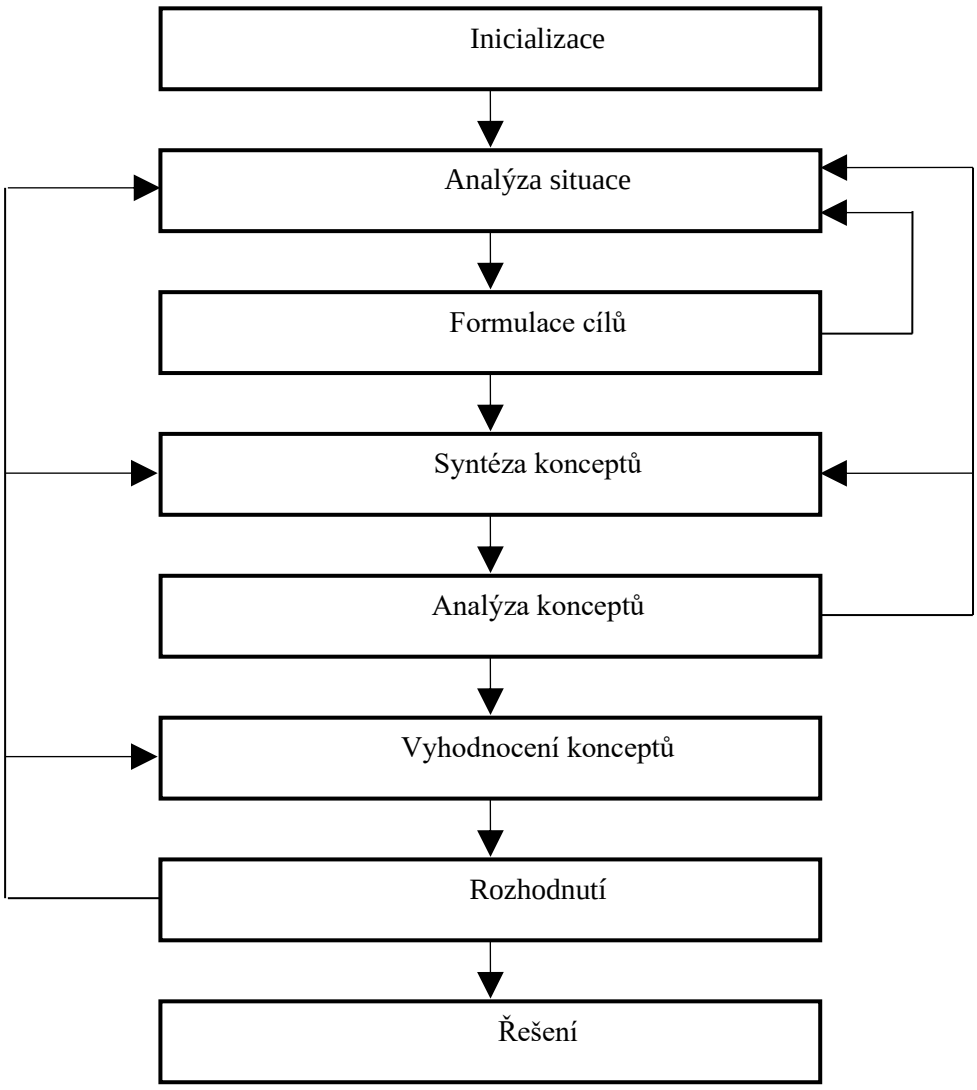
Kaizen znamená neustálé zlepšování. Celá metoda je založená na neustálém zlepšování po malých krůčcích. Kontinuální zlepšování se vztahuje na všechny zaměstnance ve firmě, nejen na manažery společnosti, ale i na dělníky ve výrobě. Filozofie Kaizen má základ v myšlence, že člověk se snaží neustále zlepšovat svůj život. Člověk se již od přírody zdokonaluje nejen profesně, ale také osobnostně, ale i doma a ve společnosti. Tato metoda vnímá vyskytující se chyby a nedokonalosti jako možnost se učit. V organizacích, kde je zaveden Kaizen, se z chyby nesnaží obviňovat jednotlivce, ale poučit z ní ostatní a navrhnout nápravná opatření, která chybu příště nedopustí. V takové firmě se učení stává nepřetržitým procesem, který pomáhá zaškolit nové pracovníky nebo podřízeným pracovníkům předat znalosti již nabité. Díky takovému pojetí předávání zkušeností by se ve firmě mělo omezit plýtvání. [14]

V různých firmách se liší pojetí této metody. Jinak je chápána ve firmách evropských a severoamerických, jinak v Japonsku, odkud tato metoda pochází.

Pan Masaaki Imai ve své knize Kaizen poukazuje na existující dva pohledy, kdy uvádí, že je ke Kaizenu přistupováno dvěma pohledy, z nichž jeden je graduistický a druhý skotský. Japonské firmy upřednostňují přístup graduistický, který se projevuje pomalým postupným zlepšováním, které není okamžitě vidět, protože Kaizen chápou jako kontinuální proces zdokonalování. Západní firmy kladou spíše důraz na inovaci. Inovace se projevuje zásadní změnou, která nejčastěji následuje hned po technologickém pokroku. Západní firmy se tedy snaží skokově změnit způsob managementu nebo výrobní techniky. Taková změna na sebe

oproti japonskému přístupu poutá mnoho pozornosti. [15]

Obrázek 2-5 ukazuje proces neustálého zlepšování, který začíná inicializací problému a končí jeho řešením. Na obrázku je možné vidět, že mezi začátkem a koncem procesu zdokonalování je mnoho dílčích kroků, které celý proces provází a mezi kterými se lze vracet.

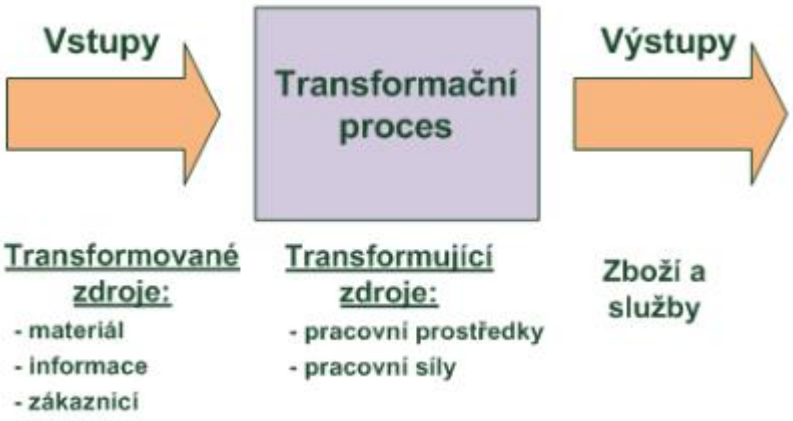


Obrázek 2-5 *Řešení problému za pomoci Kaizen, vlastní zpracování dle [15]*

3. Produktivita výroby

V předchozí kapitole je uvedený význam průmyslového inženýrství ve firmě. Tato kapitola se věnuje výrobě a produktivitě výroby, jelikož optimalizace výrobního procesu je pro výrobní firmu velmi důležitou oblastí. Optimalizovaná produktivita podniku dokáže přinést náskok oproti konkurenci, a také může vést k úspoře vynakládaných finančních prostředků na výrobu a dosahovat tak trvalého ekonomického růstu. Právě toho se snaží firmy dosahovat, a tak jsou nucené zavádět nové metody, strategie a nástroje, které jim dopomohou k lepším výsledkům výroby. [4]

Ve většině případů slouží výroba v rámci podniku k vytváření materiálových i nemateriálových statků, které by měly odpovídat poptávce. Vyrobené statky se jinak mohou nazývat výstupy. Výstup vzniká tím, že vstupní faktory, kterými bývá ve většině případů materiál, projde procesem přeměny, který se nazývá transformační proces. Celý proces názorně ilustruje následující obrázek 3-1.



Obrázek 3-1 *Přeměna zdroje na výstup [4]*

Tak jako všechno, i výroba potřebuje řídit, proto nedílnou součástí výroby je proces jejího řízení. Ten je třeba chápat jako složitý proces úkolů týkajících se základních rozhodnutí o zaměření výkonů, jejich zabezpečení i rozhodování o ekonomickém provedení probíhajících procesů tak, aby byla zabezpečená celá přeměna materiálu na finální výrobek.

3.1. Produktivita

V současné době jsou v rámci dodavatelsko-odběratelských smluv zcela běžné klauzule o každoročním snižování ceny za jednotku produkce, za výrobek či polotovar. Toho ovšem nelze jednoduše dosáhnout, když se stane, že dojde k nárůstu cen vstupů. Aby bylo možné snížit cenu produktu, musí se začít se zvyšováním efektivity, produktivity a výkonnosti vlastních

procesů. Zlepšení dosavadních procesů v podniku je možné jedině po jejich změření. Následně s využitím analytických metod a nástrojů se musejí nalézt rezervy, jejichž využití přinese zvýšení efektivity nebo produktivity. Celý systém je dále nutné nastavit a udržovat tak, aby byl schopen trvalého zlepšování.

Klečka (2011) ve své knize uvádí, že lze produktivitu chápat jako účinnost nebo efektivnost, s jakou jsou výrobní faktory využívány ve výrobě. Výrobními faktory se rozumí například pracovníci, materiál, suroviny, stroje nebo energie. Úroveň produktivity se určuje jako poměr množství produkce ku objemu použitých vstupů za určité období. Z toho plyne, že produktivita vykazuje růst, pokud je použito méně vstupů ve vztahu k rostoucí výrobě. Růst produktivity by se neměl negativně odrážet na kvalitě výstupu. [26]

Dle Kislingerová (2008) se obecně produktivita vypočítá tímto vzorcem: [3]

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{výrobní výstup}}{\text{vstup}}$$

Pro přesnější výpočet produktivity je vhodnější použít následující vzorec podle Cejthamr (2005), který poměřuje výstup se vstupem za určité období a bere v potaz i kvalitu výstupu:

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{výrobní výstup}}{\textit{vstupy za dané období a s danou kvalitou}}$$

Výstupem tohoto vzorce je hodnota, která vyjadřuje množství, objem nebo jednotky. Hodnota tak může být podle druhu produkce uváděna v litrech, kusech nebo kilogramech. Výstup je v určitých případech definován i ve finančních jednotkách, ve formě ceny za produkci.

Produktivitu ovlivňuje řada přímých nebo nepřímých faktorů, které na ní mají pozitivní či negativní vliv. Mezi tyto faktory patří například:

- výrobní postupy firmy,
- využívání kapitálu,
- kondice strojního zařízení ve firmě,
- úroveň znalostí a dovedností zaměstnanců,
- vyspělost ekonomiky a úroveň národního hospodářství.

Jako další dělení produktivity se uvádí hledisko fyzikální a psychologické. Fyzikální faktory jsou technologie, metoda zpracování, doprava a další. Psychologické faktory souvisí výhradně s pracovníky. Jde o chování a odměňování zaměstnanců nebo schopnost přizpůsobit

se novým postupům. Faktorů, které ovlivňují produktivitu je nespočet. Zde byl uveden pouze výčet toho nejdůležitějšího, co by mohlo mít vliv. [1]

3.2. Plýtvání ve výrobě

Ve vztahu k produktivitě výroby, zvyšováním jejího objemu a zdokonalováním jednotlivých výrobních procesů je potřeba správně odhalit neproduktivní faktory a určit jejich zdroj, aby se zabránilo nechtěnému plýtvání. Za plýtvání se označují veškeré činnosti, které nepřidávají vyráběnému produktu nebo poskytované službě přidanou hodnotu. To jsou všechny provedené aktivity, které zákazník nepožaduje a neplatí za ně. Také jsou to činnosti, které nepřetvářejí materiál nebo informaci. Činnosti, které nepřidávají hodnotu se ještě mohou dělit na čisté plýtvání a nezbytné, nebo také na skryté činnosti nepřidávající hodnotu. Čistým plýtváním se rozumí nadvýroba a čekání. Jako nezbytné činnosti se uvádí v literatuře kontrola nebo přeprava. Z hlediska skrytých činností se jedná o činnosti, jenž je potřeba provést, a proto je nelze zcela eliminovat, ale podnik by se měl snažit o jejich minimalizaci. [8, 34]

3.3. Druhy plýtvání

Nejčastěji se plýtvání v literatuře a studijních materiálech dělí do sedmi bodů, které jsou známé pod označením Muda nebo také zkratkou TIMWOOD (počátečními písmeny jednotlivých ztrátových činností v angličtině). V poslední době se těchto sedm ztrátových činností rozrostlo ještě o jednu. Všech osm druhů plýtvání je uvedeno zde: [8, 34]

1. **Nadprodukce** – tento druh plýtvání se často uvádí jako jeden z nejhorších. Jde o plýtvání, které má pozdější náklady v podobě dvojí manipulace s výrobkem, náklady na skladování a v neposlední řadě také na potřebný prostor pro skladování.
2. **Zásoby** – mezi tento druh plýtvání patří především nadbytečné zásoby materiálu a v rozpracované výrobě.
3. **Chyby pracovníků** – nedodržení pracovního postupu pracovníkem vede k plýtvání materiálem, časem nebo opotřebením nástroje.
4. **Zbytečné pohyby** – toto plýtvání lze často přisoudit na vrub nevhodnému rozvržení pracovitě, jehož následkem jsou zbytečné pohyby pracovníka.
5. **Transport** – přeprava materiálu je nezbytná během každé výroby, ale když je přemísťování několikanásobné, hrozí poškození materiálu, každý přesun něco stojí a nepřidává výrobku žádnou hodnotu.

6. **Čekání** – řadí se sem nejčastěji čekání na materiál, na přestavbu stroje a na opravu stroje.
7. **Zmetkovitost** – každý nepovedený výrobek je ztráta, protože nelze prodat a musí se likvidovat. Také je v určitých případech potřeba kvůli nezdařenému výrobku zastavit výrobu, což přináší obrovské ztráty v podobě nákladů ušlé příležitosti a v neposlední řadě je rizikem poškození stroje.
8. **Nevyužití schopností lidí** – nevyužití znalostí, schopností a tím celkového potencionálu pracovníků.

3.4. Zvyšování produktivity

Během zvyšování produktivity by se měl podnik nejvíce koncentrovat na zvyšování růstu a zlepšování čtyř faktorů, které ovlivňují produktivitu. Mezi faktory, které jsou pro výrobu stěžejní, patří výkon, kvalita, metody výroby a využití zdrojů, kterými firma disponuje. Při identifikaci zdrojů, které umožní vyšší produktivitu ve výrobě je potřeba se soustředit na: [9]

- podmínky pro vysokou produktivitu,
- využívání technik a metod vedoucích ke zvyšování produktivity,
- motivování pracovníků do práce,
- odstraňování plýtvání v jednotlivých procesech,
- zaměření se na vývoj a inovace.

Neustálé zvyšování produktivity práce si žádá dosahovat optimálního spojení metod a technik s motivací a zaujetím pracovníků do procesu na rozličných úrovních ve firmě (management, výkonní pracovníci, odbory). Samotný růst produktivity nestačí, je nutné jej skloubit s cíli výrobních útvaru a s cíli organizace jako celku. Proto je pro zvyšování produktivity důležité, aby se nástroje a myšlenky, které jsou v podniku zavedené, snažili pochopit a naučit pracovníci uvnitř celé organizace napříč jednotlivými odděleními. [9]

4. SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) je zkratka, která se do češtiny překládá jako „výměna nástroje během jedné minuty“. Tato metoda je původně pouze soubor technik a teorií, které měly umožnit provedení seřízení a výměny dílů nebo nástrojů na stroji pod časem deseti minut. SMED je metoda, která poskytuje radikální redukci seřizovacích časů prakticky za všech okolností, proto je SMED jedním ze základních metod štíhlé výroby. Autorem metody je významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo, který je jeden ze zakladatelů výrobního systému Toyota. [25]

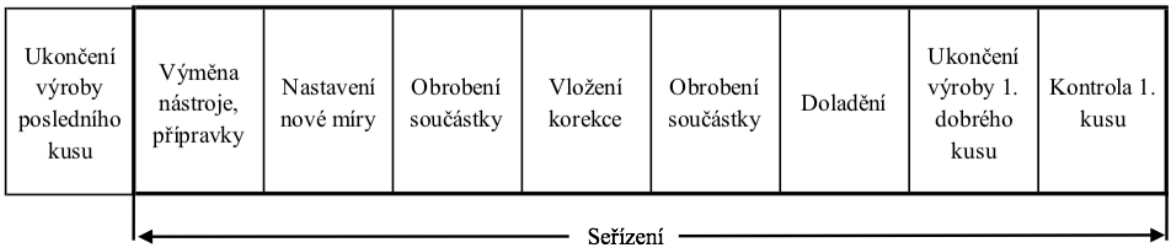
Autor metody definoval deset bodů, které zní následovně:

1. Výměna a seřizování je plýtvání.
2. Nikdy neříkat „je to nemožné“.
3. Zkrácení času seřízení je práce týmu.
4. Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepšími argumenty.
5. Standardizovat proces seřízení.
6. Příprava pomůcek a nástrojů předem.
7. Při výměně se pohybují ruce, ne nohy.
8. Šrouby jsou nepřátelé (otočení každého závitu stojí čas) využití přítlačných pružinových spojů, páky a jiné rychle upínací pomůcky.
9. Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy.
10. Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává.

4.1. Čas seřizování

Čas přestavby neboli čas seřízení je časový úsek, který se začne měřit od ukončení výroby posledního kusu. Zahrnuje tedy čas na odmontování původního nástroje a přípravků, nastavení nového nástroje, nastavení a doladění parametrů procesů až po výrobu prvního dobrého kusu.

Čas seřizování je znázorněn na následujícím obrázku.



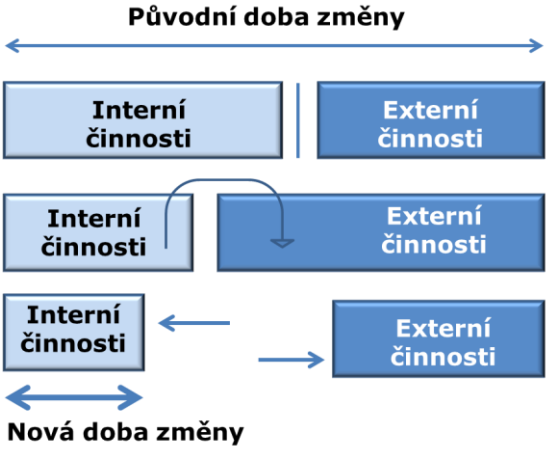
Obrázek 4-1 *Čas seřizování [23]*

4.2. Základní koncepce

Základní koncepce metody vychází ze tří kroků:

1. oddělení operací externího a interního seřizování
2. přeměna interního seřizování na externí
3. zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování

Tyto tři kroky znázorňuje následující obrázek.



Obrázek 4-2 *Tři základní kroky SMED [23]*

V přípravné fázi, kdy se plánuje, jak uplatnit systém SMED, je potřeba podrobně studovat a analyzovat skutečné provozní podmínky, ve kterých jsou interní i externí operace směšovány. Určit, které operace je možné provádět, jako externí seřizování a které je potřeba provádět jako interní na vypnutém stroji. Pro takovou analýzu je výhodné použít jak klasické přístupy průmyslového inženýrství (např. studium metod a měření práce), tak i strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. Nejlepší metodou je však natočení videozáznamu celého postupu seřizování stroje, který se pak snáze vyhodnocuje. Není na škodu ukázat pořízený video záznam pracovníkům, kteří výměnu nástroje přímo provádí. Od nich je možné se dozvědět spoustu užitečných postřehů, které pomůžou k lepšímu rozdělení činností na externí a interní. [24]

1. Krok – oddělení interních a externích operací

Určení činností prováděných při výměně na interní a externí činnosti. Interní operace jsou takové, které mohou být prováděny pouze v případě vypnutého stroje. Tyto operace zahrnují např. vlastní seřizování nástroje, matrice či zápustek. Naopak externí operace zahrnují např. dopravu materiálu do skladu a přípravu nástroje u stroje. Tyto operace mohou být provedeny i při chodu samotného stroje. [25]

2. Krok - převedení interního seřizování na externí

Převedení co nejvíce interních činností na externí činnosti, u kterých je možné provádět operace i za chodu stroje. Samotná inverze interních činností na externí se provádí analýzou procedur, které jsou jinak prováděny až po zastavení chodu stroje. [25]

3. Krok – zlepšování externího a interního seřizování

Závěrečným krokem je detailní analýza jednotlivých operací a následné zkracování doby změny. Při tomto kroku se můžeme u externích operací zaměřovat např. na procesy přípravy a transportu nástrojů. V případě interních operací se zaměřujeme na rychlejší způsoby upevňování nástrojů, zkracování zkušební doby, standardizaci dílů a eliminaci činností. [25]

4.3. Výhody SMED

Největším přínosem zavedení metody SMED je radikální redukce času na seřízení. Dále je jasným přínosem systematické redukování času na seřízení, které vede k všeobecnému zlepšení výrobního procesu. To zajišťuje eliminaci ztrát kapacity stroje a v důsledku toho dojde ke snížení průběžné doby výroby. Aplikací systému SMED se sníží počet chyb při seřizování a tím se zvýší bezpečnost práce. Snížení počtu chyb při seřizování vede ke zlepšení jakosti výrobků a menšímu opotřebení nástroje. Pozitivní vliv lze spatřit i na straně zákazníka, jelikož zrychlení výroby znamená rychlejší dodání produktu. [26]

4.4. Rizika SMED

Velké riziko při implementaci metody SMED spočívá v tom, že se zkrácením doby výměny nástroje dosáhne jen během workshopu, aniž by se daný proces následně standardizoval či vyhodnocoval, nejsou tak následně uplatněny změny v reálným procesu.

Další riziko je možné nalézt v tom, že pro zlepšení procesu výměny nejsou osloveni pracovníci, kteří činnost vykonávají běžně. Pak se akceptování navržených změn z jejich strany nesetkává s úspěchem. [26]

4.5. Význam metody

SMED mění předpoklad, že pro přenastavení stroje je zapotřebí dlouhého času. Pokud lze výměnu nástroje provést rychle, je možné jej provádět i častěji, když si to výroba žádá nebo může být stroj delší dobu v chodu. To znamená, že firma může vyrábět produkty v menších výrobních dávkách nebo ve větším množství.

5. Představení společnosti Mubea spol, s. r.o.

Obrázek 5-1 *Logo společnosti*

Obrázek 5-2 *Vchod na recepci v hale lisovny v Mubee*

Společnost Mubea dnes hledá odpovědi na otázky zítřka. Bylo tomu tak vždy, a proto je dnes mnoho mezinárodních norem založeno na jejím technologickém vývoji. Je to také důvod, proč je dobře připravena na nejdůležitější úkoly automobilového průmyslu: trvalé snižování spotřeby paliva a úrovní emisí. S využitím nových technologií odlehčené konstrukce, nových materiálů a metod zpracování vytváří inovativní řešení pro konstrukci odlehčených vozidel. Souběžně s tím je její výrobek i proces řízení jakosti vždy nastaven tak, aby splňoval nejvyšší normy. Není pochyb, že firma Mubea má výjimečnou kompetenci v otázkách odlehčení konstrukcí, snížení tření a redukcí objemu namontovaných dílů do automobilů. [11]

5.1. Historie společnosti závodu Žebrák

Mubea byla založena na ploše 110.000 m² v industriální zóně v Žebráku roku 1994. Stavba první výrobní haly a posléze start výroby v oblasti výroby nástrojů a přípravků, tak jako výroba produktů pro domácnost, začala až o rok později v roce 1995. Roku 1998 byla postavena druhá výrobní hala a v roce 1999 došlo k zahájení montáže napínacích systémů klínového řemene.

Rok 2003 byl pro společnost rokem, kdy se začalo s výstavbou třetí výrobní haly pro výrobu lisovaných a svařovaných dílů na podvozky aut se startem produkce v 09/2004. O dva roky později, v roce 2006, se firma spojila s učňovskou školou a byl zahájen provoz učňovského střediska, kde bylo k 1.1.2013 až 61 učňů.

Aby došlo k zajištění bezproblémového dodání nástrojů pro výrobní stroje ve firmě, byla v roce 2010 zakoupena a zrenovována výrobní hala (Intos – stroje, T.PAVEL stroje a zařízení s.r.o.) kde se nachází nástrojárna se zakázkovou výrobou. Roku 2018 firma zaměstnávala 910 zaměstnanců. Je držitelem certifikace v oblasti dle ISO/TS 16949, ISO 14001. [11]

5.2. Vyráběné produkty na vybraném pracovišti

Pro účel zpracování diplomové práce byla vybrána lisovna firmy Mubea, ve které se vyrábí následující druhy výrobků:

- stabilizační svorky,
- stabilizátory řízení – přední,
- součásti pro pedály,
- ramena zavěšení kol.

Na následujících dvou obrázcích jsou ukázané výrobky, které se na pracovišti lisují.

Obrázek 5-3 *Ukázka stabilizační svorky*

Obrázek 5-4 *Stabilizátor řízení*

Výše uvedené a ukázané výrobky jsou vyráběné pro tyto přední automobilové výrobce: Audi, BMW, Daimler, Fiat, Chrisler, Land – Rover, Peugeot, Porsche, Renault, Saab, Seat, Škoda, Volkswagen a Volvo.

Na pracovišti, které je předmětem optimalizace, se pro výrobu výše zmíněných dílů používá celkem šest lisů, které se liší nejen svojí lisovací silou, ale především možností použití nástroje. Nástroje, které se v lisech používají jsou buď postupové nebo se jedná o nástroje s transferem. Podle typu vyráběného výrobku se určuje, který nástroj je potřeba použít a následně se určí, který ze šesti lisů je vhodný pro jeho vyhotovení. Lisy, které se na pracovišti používají jsou uvedeny v následující tabulce a jsou seřazeny sestupně podle pracovní síly.

Tabulka 5-1: *Používané stroje v lisovně [Vlastní zpracování]*

Rok výroby	Pracovní síla lisu	Název lisu	Zdvih min./max.	Maximální tloušťka materiálu	Používaný nástroj
2018	400 t	Servo Press Arisa	25 - 80 mm	6 mm	Nástroj s transferem
2003	400 t	Press Manzoni	25 - 50 mm	6 mm	Postupový nástroj
1994	400 t	Press Weingarten	25 -120 mm	6 mm	Nástroj s transferem
1961	350 t	Press Schuler	12 -18 mm	4 mm	Postupový nástroj
1987	250 t	Press Hydraulick Müller	6 - 28 mm	5 mm	Nástroj s transferem
1988	160 t	Press Raster	35 -180 mm	3 mm	Postupový nástroj

Na následujícím obrázku je ukázána část lisovny ve firmě Mubea.

Obrázek 5-5 *Snímek lisovny v Mubee*

5.3. Popis současného stavu

Lisovna v dnešní době těžko stíhá výrobu nasmlouvaných zakázek. Nové zakázky musí odmítat nebo nechat vyrábět formou outsourcingu, pokud o danou zakázku nechtějí přijít. Proto vedoucí pracovníci hledají možnosti, kde najít volné výrobní kapacity. Podle údajů od výrobce lisu Arisa je současný čas na výměnu nástroje dlouhý a je možné ho zkrátit.

Nástroje se v lisech mění průměrně 1x za den. Pracoviště funguje ve třísměnném provozu nepřetržitě. Časy výměny nástrojů u jednotlivých lisů dosahují následujících hodnot:

- doba výměny pro postupové nástroje je 3 hodiny,
- výměna u transferových nástrojů trvá 6 hodin,
- nástroje s podavačem matek se mění 4 hodiny.

Při dosavadním způsobu provádění výměny nástroje tvoří podle vedoucích pracovníků největší podíl času příprava na výměnu nástroje, která zabírá velký časový prostor a různí se podle počtu pracovníků, kteří se výměny účastní. Nejčastěji se výměna prování ve dvou pracovnících. V některých případech ve třech, ale na nočních směnách výměnu provádí pouze jeden pracovník.

Dále mají vedoucí pracovníci vypozorované, že hodně času při výměně je možné ušetřit správnou přípravou a opravou nástroje v nástrojárně.

5.4. Návrh řešení

Využitím metody SMED lze významně zkrátit čas potřebný pro výměnu nástroje. Jejím hlavním přínosem pro okamžitou výměnu je očekávaní snížení času přestavby minimálně o několik desítek procent původní výměny. Jako další výhoda zavedení metody SMED se dá označit zvýšení bezpečnosti práce, plynulost procesů nebo maximalizace vytížení strojů. Aplikace metody SMED také umožní zapojit do procesu zjišťování nedostatků při výměně obsluhu lisu. Pracovník tak má možnost sám přispět ke zrychlení výměny nástroje a pořádku na pracovišti předložením svých vlastních návrhů, které z jeho pohledu pomohou zefektivnění seřizování.

Tím, že se vytvoří standardizovaný postup pro výměnu nástroje se zamezí zbytečným prostojům během seřizování a případným výkyvům v časové vytíženosti stroje.

Jako vhodné řešení pro analýzu problému se zdá použití následujících metod a nástrojů:

1. Video-analýza a foto-analýza – pořízení videozáznamu a fotografií, jak probíhá výměna nástroje. Její pozdější vyhodnocení a důkladné rozdělení na externí a interní činnosti související s výměnou. Současně provedení převodu co největšího počtu interních činností na externí, aby mohl lis pracovat delší čas.
2. Pozorování pracovníků – pozorování pracovníků při výkonu výměny nástroje, zapisování jednotlivých činností a potřebného času pro vykonání činnosti.
3. Rozhovor – zjistit, co nejvíce informací o procesu výměny od samotného pracovníka, poradit se s ním, které činnosti by bylo možné ještě převést na externí a jaké jsou jeho návrhy k vylepšení procesu.
4. Spaghetti diagram – zaznamenání všech cest, které pracovník během výměny nástroje vykonal. Pracovník by měl během výměny nástroje, co nejméně opouštět místo, na kterém mění nástroj. Měl by pracovat pouze rukami.

Hlavním přínosem vytvoření standardu výměny za pomoci výše zmíněných metod je získání nového potenciálního výrobního času. Zvýšení potenciálního produktivního času lisu může zvýšit vytížení strojů, umožnit vyrábět větší množství výrobků, nebo provést více výměn nástrojů a vyrábět tak více druhů výrobků.

6. Shrnutí poznatků teoretické části

V teoretických východiscích je v první kapitole uveden význam průmyslového inženýrství, jaké by mělo být postavení oddělení průmyslového inženýrství v podniku, aby byl přínos takového oddělení pro firmu co možná největší. Dále jsou v první kapitole vyjmenované vybrané metody, které jsou v oblasti průmyslového inženýrství nejvíce rozšířeny. Autoři odborné literatury je dělí na základní a komplexní metody. V podkapitolách jsou detailněji popsány některé základní a komplexní metody např. 5S, Poka-Yoke, Just–in–Time, nebo Kaizen.

V následující druhé kapitole je obecně definovaná výroba, která je popsána jako přeměna vstupu na výstup. V podkapitolách je vysvětleno, co je produktivita ve výrobě, jaké jsou druhy plýtvání a co by měla firma dělat pro neustálé zvyšování svojí produktivity.

Třetí kapitola se zabývá problematikou metody SMED, nejprve je popsáno její obecné využití, následně jsou uvedeny její výhody, které jsou porovnány s nevýhodami metody.

Po vysvětlení metody SMED následuje představení a analýza společnosti Mubea s.r.o., která byla vybrána pro zpracování praktické části diplomové práce. V popisu firmy je uvedené, které pracoviště se v diplomové práci zkoumá. Dále také jaký bude zvolený postup při měření a zaznamenávání času během výměny nástroje v lisu. V závěru této kapitoly je nastíněno, jaký se očekává přínos pro firmu, od provedeného měření a aplikace vybrané metody.

7. Zadání praktické části

Definice projektu proběhla na základě domluvy s vedoucím pracovníkem lisovny ve firmě Mubea s.r.o. a posléze bylo definováno zadání projektu s vedoucím pracovníkem. Byl domluven průběh, časové ohraničení a jaký má být výstup tohoto šetření.

Znění zadání, které ze schůzky vzešlo, má následující obsah: je zapotřebí zjištění nedostatků při výměně postupového a transferového nástroje na lisu Arisa 400 t a Müller Weingartner 400 t.
Návštěvy firmy za účelem řešení projektu byly domluvené na tyto termíny:

- 1.února 2019,
- 21. března 2019,
- 7. května 2019,
- 3.června 2019,
- 10. června 2019,
- 17.června 2019.

Podmínkou těchto návštěv bylo, aby čas jednotlivých termínů vždy splňoval to, že bylo možné vidět celou výměnu nástroje. Od vypnutí stroje, až po jeho zapnutí. Druhou podmínkou byla možnost po výměně, případně ještě před výměnou nástroje, diskutovat s pracovníky, kteří výměnu provádí.

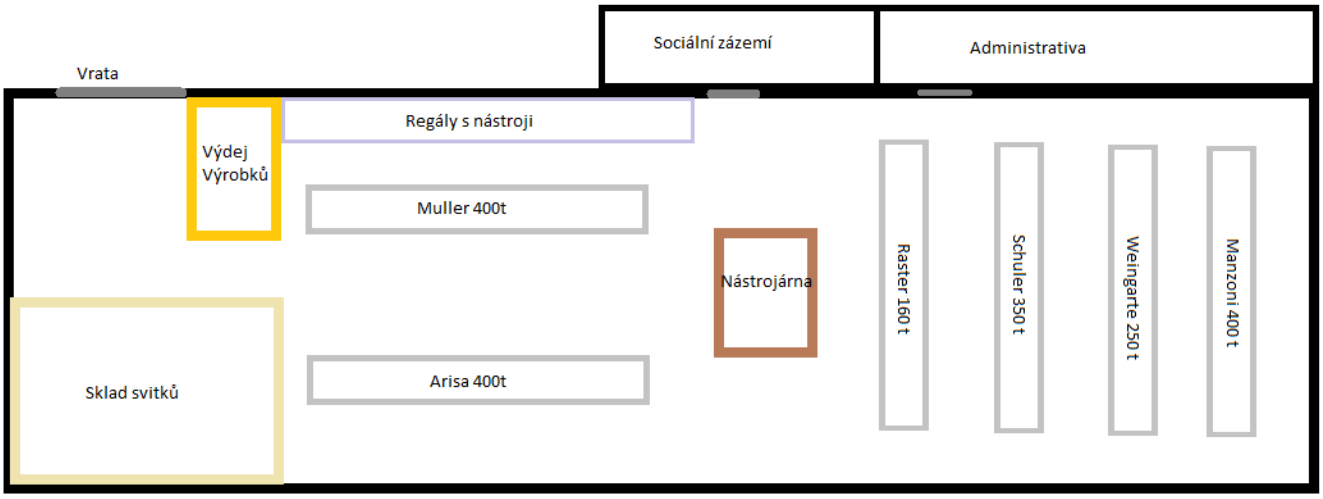
Dalším sjednaným bodem bylo, že když se po analýze záznamů výměn a rozhovorů se zaměstnanci nalezne možnost přímo zlepšit postup výměny, bude umožněno provést ještě kontrolní měření výměny novým postupem.

V průběhu realizace projektu mají být zjištěny a definovány činnosti řízení a zavedení postupů, které souvisí s výměnou nástrojů a vedou tak ke zbytečnému prodlužování výměn.
Cílem projektu má být navržení zkráceného a standardizovaného průběhu výměny nástroje a případné doporučení změn. To vše má být spojeno také s nízkou finanční náročností. Důraz vypracování je tedy kladen nejen na kvalitu a zrychlení výměny nástroje, ale na celé hledisko se pohlíží i z finančního hlediska.

8. Popis pracoviště, technologie stříhání a nástrojů

Pracoviště, které je předmětem optimalizace se nachází v hale lisovny firmy Mubea s.r.o., kde se lisují výrobky v sériích. Hala je rozdělena na část administrativní, skladovací a výrobní. Většinu rozlohy haly zabírá výrobní prostor, na kterém se nachází šest lisů. V prostřední části haly se nachází nástrojárna, ve které se provádí provozní údržba a potřebné opravy nástrojů, jako je například výměna opotřebovaného ohybníku, střižníku nebo výměna ulomeného nahledávacího trnu. Nástrojárna je umístěna uprostřed haly, díky tomu je obklopena lisy a je tak zajištěná její dobrá dostupnost po vyjmutí nástroje z lisu nebo když je potřeba vyrobit náhradní díl během výměny nástroje a jeho seřizování. Přibližně třetinu prostoru haly zaujímá příjmový a výdejní sklad. V části příjmového skladu je skladován materiál pro výrobu lisovaných dílů, materiál je skladován ve svitcích, které jsou připravené k zavedení do výroby pomocí metody First In First Out, to znamená, že se do výroby dostávají svitky v takzvané frontě. Jednotlivé svitky se k lisům dopravují pomocí mostového jeřábu. Po obvodu delší strany haly jsou umístěny regály, které slouží k uskladnění nástrojů. Nástroje jsou do regálů uskladňované zcela náhodně, záleží, kde se nachází volné místo. Manipulace s nástroji probíhá za pomoci vysokozdvižného vozíku, váha nástrojů se pohybuje v řádech jednotek tun.

Hotové výrobky, se z většiny lisů odvádějí pásovým dopravníkem z lisu plynule do připraveného gitterboxu. Výrobky jsou po dokončení zakázky nebo naplnění gitterboxu odvezeny paletovým vozíkem na další zpracování nebo jsou převezeny rovnou do výdejního skladu, záleží na druhu výlisku a požadavcích zákazníka.



Obrázek 8-1: *Prostorové uspořádání haly [vlastní zpracování]*

8.1. Lisovací stroje

Při výběru stroje pro výrobu stříhaného dílce je nutné vycházet z velikosti vypočítané střižné síly, velikosti zdvihu nástroje a rozměrů nástroje. V praxi se musí vybírat stroj hlavně podle strojního vybavení firmy. Mezi další vlivy ovlivňující výběr lisu je cena provozu stroje. Lisy mají lisovací síly udávané v tunách, cena provozu lisu se tak mění právě podle jeho lisovací síly a stáří stroje. Na zmíněném pracovišti se používají hydraulické lisovací stroje s lisovací silou od 160 t do 400 t. Lisovací tlak je u hydraulických lisů vytvořen hydraulickým válcem. Výhodou hydraulických lisů oproti mechanickým jsou:

- neměnná lisovací síla, která působí v celé délce pohybu beranu lisu a stroje (hydraulické lisy umožňují vyvinout větší lisovací sílu než lisy mechanické),
- plynulost nastavitelnosti velikost zdvihu v celém rozsahu zdvihu beranu,
- možnost plynulé regulace rychlosti a tlaku,
- během celé doby tváření je možné zaručit konstantní tlak i rychlost pohybu beranu.

Hydraulický lis v porovnání s mechanickým nemá na své straně pouze výhody, má také řadu nevýhod, mezi něž patří:

- menší účinnost,
- konstrukce pohonu je znatelně náročnější než u mechanického lisu,
- beran se pohybuje nižší rychlostí,
- kvůli komplikovanější konstrukci je i obtížnější odhalit případnou poruchu,
- s náročnější konstrukcí stroje roste i jeho pořizovací cena.

Ve firmě Mubea s.r.o. se zabývají sériovou výrobou, z toho důvodu je každý jejích lis vybavený odvíjedlem, rovnacím zařízením a podávacím zařízením. Racionalizace výměn nástrojů, na které je tato diplomová práce zaměřená se uskuteční na lisu Arisa 400 t a Müller Weingartner 400 t. Následující fotografie ukazuje jeden z používaných lisů ve firmě. [29, 34]

Obrázek 8-2: *Lis Arisa 400 t ve firmě Mubea s.r.o. [vlastní zpracování]*

8.1.1. Odvíjecí zařízení

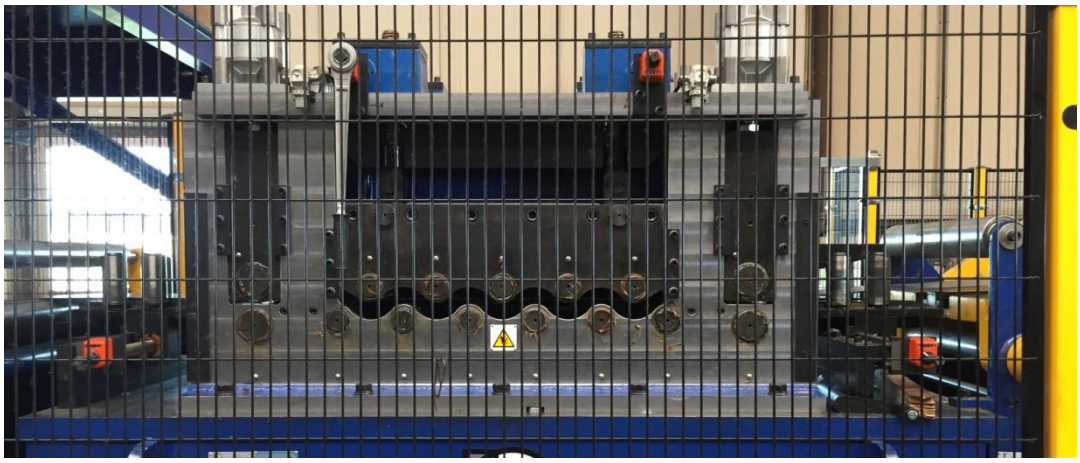
Odvíjedla slouží k navíjení či odvíjení pásů materiálu a dělí se na horizontální a vertikální. Materiál je odvíjen, dokud se nedotkne kontaktu, který dá povel k zastavení odvíjení. Rychlost je závislá na velikosti kroku a kadence stroje tudíž musí být nastavitelná. Na fotografii níže je možné vidět odvíjecí zařízení, které je používané na pracovišti u lisu Arisa 400 t. [31, 32]

Obrázek 8-3: *Odvíjecí zařízení [vlastní zpracování]*

8.1.2. Rovnací zařízení

Slouží k rovnání plechu, pásu pro další proces zejména pro podávání. Počet rovnacích válců je u každého lisu odlišný, záleží na síle vstupního materiálu, obvyklý počet válců je od 5 do 21. O průměru rovnacích válců rozhoduje také tloušťka materiálu a očekávaná přesnost vyrovnání.

Uvedená fotografie ukazuje boční pohled na rovnací zařízení. [31]



Obrázek 8-4: *Rovnací zařízení [vlastní zpracování]*

8.1.3. Podávací zařízení

Slouží k podání svitku, pásu pro další proces zejména pro podání materiálu do nástroje. Nejčastěji se jedná o elektromagnetické válečkové posuvy, které mají válce přitlačovány k sobě pneumaticky nebo hydraulicky, mezi uvolňování, uvolňování, provětrávání, větrání mají volně programovatelné. Tyto posuvy mají náběhový válečkový koš, svisle i vodorovně stavitelný, seřiditelné vedení pásu, schopnost mimostředové polohy pásu vůči posuvu, výškovou stavitelnost, seřiditelnost, indikaci, hlášení, hlídání konce pásu a konce svitku. [31]

8.2. Technologie stříhání a ohýbání

Výlisky se za studena tvarují ohýbáním, tažením, protlačováním, ražením a stříháním. Polotovar vložený do nástroje se trvale deformuje a prostorově tvaruje. Za studena se materiál lisuje v lisovacích nástrojích. Během lisovacího zdvihu beranu směrem dolů ve většině případů dochází k ohýbání, ražení nebo stříhání. Při pohybu vzhůru se může z nástroje odstraňovat výlisek, odpad, posouvat pás nebo zakládat nový polotovar.[12]

8.2.1. Technologie stříhání

Stříhání začíná dosednutím střižníku na stříhaný materiál a končí oddělením materiálu. [29]

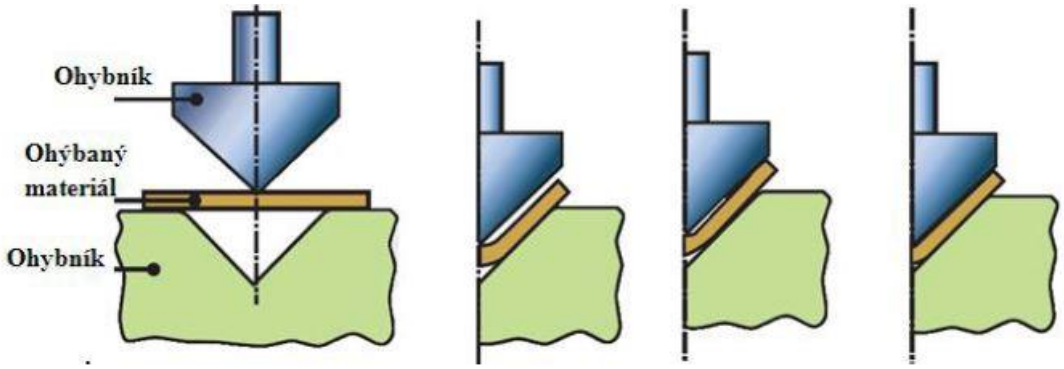
Průběh stříhání rozdělujeme do tří základních fází:

- V první fázi vyvolá střižník napětí menší, než je mez pružnosti stříhaného materiálu, proto zde dochází pouze k pružné deformaci. Razník vniká do stříhaného materiálu 5 až 8 % jeho tloušťky, avšak tato hodnota závisí na mechanických vlastnostech stříhaného materiálu. V rovinách kolmých ke střižným plochám dochází ke vzniku silových dvojic mezi střižníkem a střižnicí, materiál se prohýbá, přičemž vzniká zaoblení hran stříhaného materiálu.

- V druhé fázi působí střižník na materiál napětím větším, než je mez kluzu. Dochází zde k trvalé deformaci stříhaného materiálu, kdy hloubka vniku razníku je od 10 až 25 % a bývá odvozena v závislosti na mechanických vlastnostech stříhaného materiálu a velikosti střižné vůle. Na konci této fáze je napětí o velikosti hodnoty pevnosti střihu.
- Ve třetí fázi dochází k namáhání nad mez pevnosti, hloubka vniku střižníku do stříhaného materiálu se pohybuje v rozmezí 10 až 60 % a také zde závisí na druhu stříhaného materiálu a velikosti střižné mezery. [9, 11]

8.2.2. Technologie ohýbání

Ohýbání je proces tváření a provádí se ve většině případů za studena. Materiál je trvale deformován do různých úhlů ohybu s menším či větším zaoblením hran. Nástroj používaný k ohýbání se nazývá ohýbadlo a skládá se z ohybníku a ohybnice. Takto vytvořený výrobek se nazývá výlisek nebo ohybek.



Obrázek 8-5: *Ohýbání dílu [29]*

Tělesa ohnutá do požadovaného tvaru využívají stejných zákonů plasticity, jako při ostatních způsobech tváření, kde po překročení meze kluzu dosáhneme oblasti plastické deformace, která je doprovázena deformací elastickou.

Při ohýbání nastává deformace průřezu materiálu, kdy větší průřezy jsou deformovány více, než menší. U širokých pásů nedochází k deformaci, protože naproti deformacím v příčném směru, působí odpor materiálu velké šířky vzhledem k jeho malé tloušťce. Vrstvy materiálu na vnitřní straně ohybu jsou v podélném směru stlačovány a zkracovány, přičemž v příčném směru jsou roztahovány. Vrstvy kovu na vnější straně ohybu se roztahují a prodlužují v podélném a stlačují se v příčném směru.

Kolem střední části průřezu jsou tahová napětí malá a dosahují hodnot nižších, než je mez kluzu daného materiálu. V přechodu mezi těmito dvěma pásmy jsou vlákna bez napětí a deformace. Jejich spojnice tvoří tzv. neutrální osu, ve které není napětí a která se při ohýbání neprodlužuje

ani nezkracuje. Neutrální osa je na začátku uprostřed průřezu, při ohybu se posouvá směrem k vnitřní straně ohybu a není tedy totožná s osou těžiště ohýbaného materiálu. [3, 10]

8.3. Postupový nástroj sdružený

Postupové nástroje je možné provozovat na klikových nebo hydraulických lisech. Jako vstupní materiál se používá pás plechu o potřebné šířce, který je odvíjený ze svitku. V několika krocích je pás materiálu posouván postupovým nástrojem a je pomocí postupných kroků ohýbání a stříhání přetvářen do finálního výrobku. Výstupem lisování s použitím postupového nástroje může být jeden díl, více dílů nebo polotovar. Postupový nástroj se skládá zpravidla ze dvou částí horní a dolní poloviny nástroje. Na následujícím obrázku je ukázka, jak může postupový nástroj vypadat. [27]

Obrázek 8-6: *Postupový nástroj [vlastní zpracování]*

8.3.1. Konstrukce nástroje

Základem konstrukce každého nástroje jsou technické parametry lisu, pro který je nástroj určený. Z parametrů lisu se odvíjí jednotlivé kroky konstrukce.

Na základě dílu a výkresu výlisku se zřetelem na tolerance dílu a základní měření dílů se provede rozvin dílu. Rozvin dílu složí pro posouzení, jaké je vhodné umístění dílu do pásu. Podle rozvinu dílu se také určuje přibližná šíře pásu a počet kroků v nástroji. Krok je základní parametr při konstrukci a uvádí, o jakou vzdálenost se díl musí posunout do další operace. Z šíře pásu a kroku lze určit potřebné využití materiálu, které se většinou uvádí v procentech. Využití materiálu je také důležitý parametr pro zákazníka a pro vytvoření cenové kalkulace dílu. Rozvin dílu také určuje umístění a natočení dílu v pasu. Dále také určuje technologii, kterou se bude díl tvořit. Rozvin dílu je také jede z velice důležitých podkladů pro konstrukci metodického plánu.

V další fázi se určí technologie lisování, především s přihlédnutím k požadované kvalitě a rozměru dílu. Velký vliv v tomto kroku má zkušenost lidí, kteří se na této činnosti podílejí, protože se stanovuje jednotlivý sled operací po sobě jdoucích tak, aby vedly k požadovanému tvaru

a rozměru dílu. Pokud je to technologicky a prostorově možné, volí se mezi střižnými a tvarovacími operacemi volné kroky pro doladění dílu, a také proto, aby se vytvořilo místo pro umístění tvarové vložky.

V následující fázi se připraví zmiňovaný metodický plán nebo také nástřihový plán. Při sestavování metodického plánu se začínají propojovat možnosti lisu, technologie lisování dílu, požadavky nástrojárny a lisovny. Vychází se z návrhu šířky pasu s ohledem na rozvin dílu. Dále pak z návrhu jeho nesení v pasu, což je poloha můstků, které jsou spojnicemi mezi díly a pasem. Na začátku, v prvních krocích je důležité dbát na správné umístění a vedení pasu. Proto se zpravidla na začátku pasu předstřihují tzv. otvory pro středění pásu. Na konci pasu pak v posledních krocích dochází k odstřižení dílu nebo dělení spojovacích můstků mezi díly. Poté se v metodickém plánu určují síly, které jsou potřebné na jednotlivé operace, určují se předpokládané zdvihy a určí se hrubý rozměr nástroje.

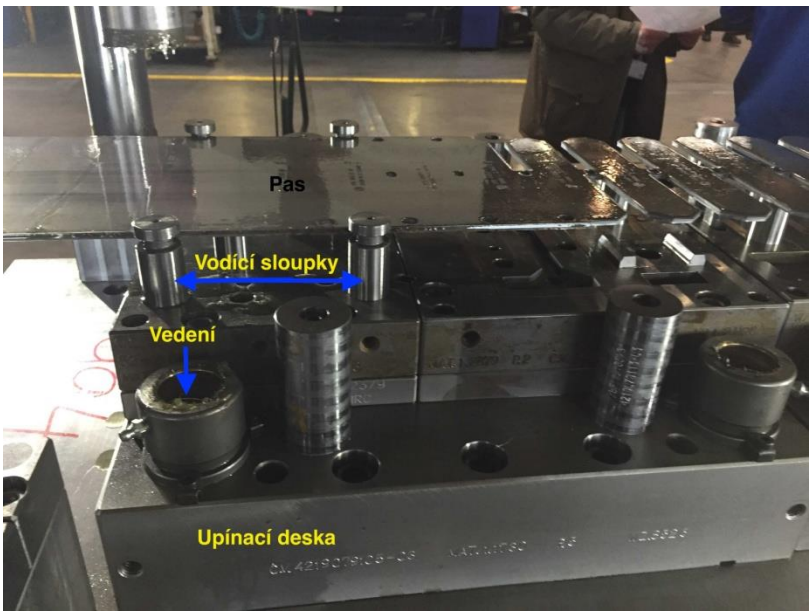
Naznačí se umístění směru odvodu dílu a odpadního materiálu, určí se poloha snímače počtu dílů a v neposlední řadě se určí krok, ve kterém dojde ke označení dílů. Pro kontrolu se ověřuje potřebná celková lisovací síla. Také se stanovuje, zda při velkých délkách nástrojů dojde k rozdělení nástroje. Pokud dojde k rozdělení nástroje na samostatné konstrukční celky, určí se jejich počet. Musí být zajištěno, aby jednotlivé konstrukční celky na sebe navzájem navazovaly. Výsledkem metodického plánu je uspořádání jednotlivých operací za sebou.

Když dojde ke schválení metodického plánu lisování, dochází k zahájení konstrukce nástroje. Na konstrukci nástroje navazuje poslední krok odladění nástroje, které začíná prvním stádiem, při kterém se ve většině případů zkouší tvarové operace tahy, ohyby. Po odladění kontury a měření dílu se následně v poslední fázi řežou kontury, zejména obstřižných operací. Zkoušení tvarů se může provádět samostatně, nebo částečně na nástroji. V této fázi se často využívá laserových výpalků pasu s konturami dílu po obstřihu. Takový pás se posouvá do další operace zkušebním lisováním ručně Výsledkem této fáze je hotový díl vhodný pro měření. Před vstupem nástroje na produkční lis se nástroj zkouší včetně střihů na zkušebním lisu s ručním podáváním pásů. Teprve zkouška na produkčním lisu s náběhem a produkcí, ukáže skutečný stav nástroje. [27]

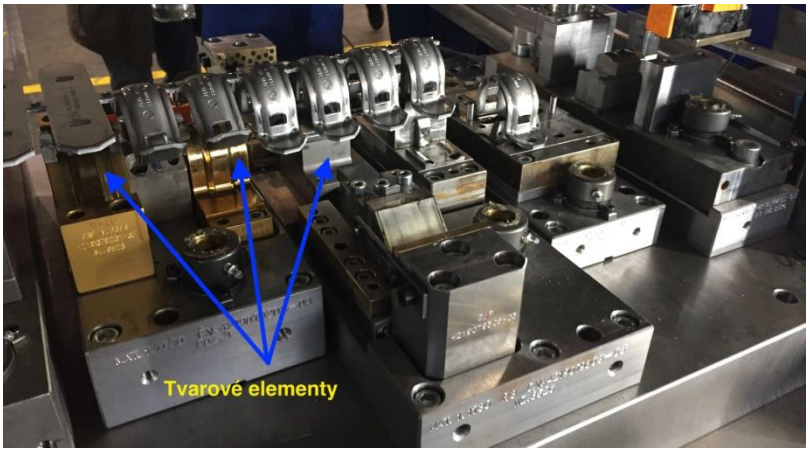
8.3.2. Spodní část nástroje - střižnice

Spodní část nástroje se skládá ze spodního rámu, když se jedná o odlitek, je tento díl z jednoho celku. U nástroje, který je složený, jsou jednotlivé elementy: upínací desky, stojin, tvarové části zvedacího rámu a vedení montovány z dílů. Hlavní spodní desky jsou nosnou částí pro všechny tvarové díly, matrice, zapírací kostky, vodící pouzdra a dorazy. V její horní části je umístěna také sestava zvedání pasu. V závislosti na náběhové výšce pásu mohou být umístěny pro úsporu

materiálu a odvod odpadního materiálu stojiny, které podepírají zároveň základovou desku. Celá spodní část je upnuta, případně středěná přes upínací desku ke stolu lisu. Součástí spodní upínací desky bývají transportní elementy, které musí zabezpečit bezpečnou manipulaci s celou hmotností nástroje. Sestava zvedání pásu obsahuje nejčastěji zvedací rám, vodící lišty, zvedací lišty a vodící pouzdro a sloupky. Zvedací síla je často vyvozena pomocí plynových pružin, pro menší zdvihy jsou vhodné vinuté pružiny. Celá zvedací soustava musí mít stejnoměrný zdvih tak, aby se pás zvedl do stejné úrovně a po těchto elementech došlo k posunu na následující operaci. Jednotlivé části spodního nástroje jsou vidět na následujících dvou obrázcích. [27]



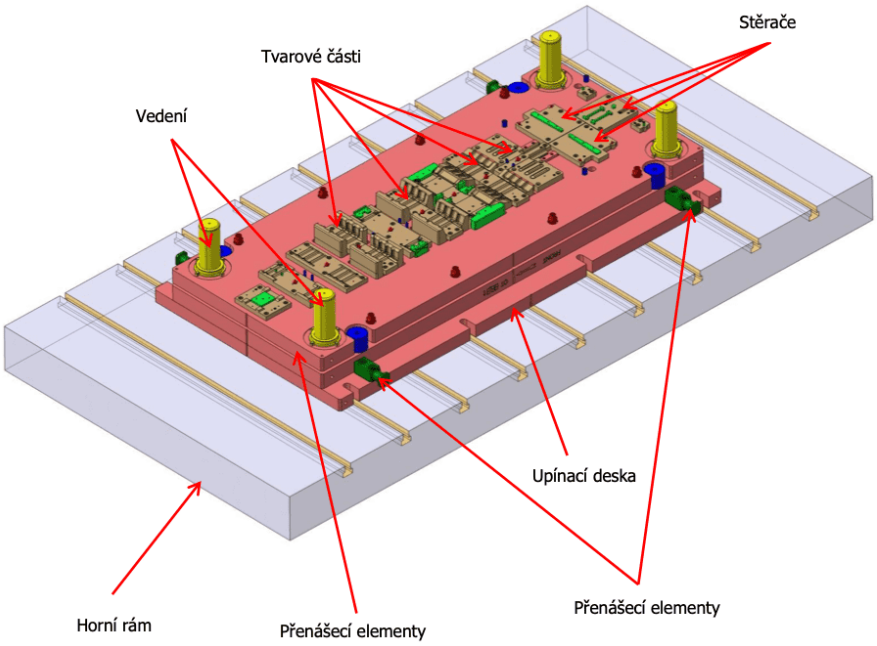
Obrázek 8-7: *Spodní část postupového nástroje I. [vlastní zpracování]*



Obrázek 8-8: *Spodní část postupového nástroje II. [vlastní zpracování]*

8.3.3. Horní část nástroje - střižník

Skládá se z horního rámu a stejně jako u spodního nástroje je odlitek jeden díl nebo může dojít k rozdělení nástroje, a pak jsou jednotlivé elementy: upínací desky, tvarové části, středící desky a vedení, samostatně montovanými díly. Sestava stírací desky je samonosná část konstrukčního celku horního nástroje. Skládá se z hlavní stírací desky, vedení a lokálních stíracích vložek. Stírací deska může být vedena na hlavních sloupcích, nebo má samostatné vedení. Z horní strany desky působí přítlačná síla vyvinutá od plynových nebo vinutých pružin. potřebná síla na přidržení nebo vyvození lisovacího tlaku je určena technologií lisování zpravidla dosahuje 10-20% hodnoty potřebné lisovací síly. Tuto sílu musí překonávat lis při zvedání pasu do pracovní polohy a přetlačení zvedací sestavy. Přes tuto desku procházejí střižníky a tvarové části jednotlivých operací. Horní deska slouží k uchycení vedení, kotevních desek, dorazů atd. V její horní části může být umístěna horní upínací deska s přenašeči pro manipulaci s horní částí nástroje. [1, 13]



Obrázek 8-9: *Pohled na horní nástroj [28]*

8.3.4. Upnutí nástroje

Nástroj se upíná na několika místech hydraulicky nebo mechanicky. Zvlášť se upíná spodní díl nástroje ke stolu lisu, horní díl nástroje se upíná k beranu lisu. Omezení pro upnutí nástrojů jsou rozměr stolu a beranu, lisovací síla a rozsah zdvihu lisu. Následující obrázek ukazuje upnutí nástroje hydraulickým způsobem. [29]

Obrázek 8-10*: Hydraulické upínací zařízení [vlastní zpracování]*

8.3.5. Rozměry nástroje

Postupové nástroje, které jsou ve firmě Mubea s.r.o. požívané, mají ve většině případů délku přesahující 1000 mm, šířka nástrojů dosahuje 700 mm, výška nástrojů je obvykle 500 mm. Díky různým rozměrům nástrojů je i jejich hmotnost rozdílná. Hmotnost nástrojů ve všech případech převyšuje 1000 kg a může dosahovat i více než 2000 kg. Na následujícím obrázku je vidět výrobní štítek postupového nástroje.

Obrázek 8-11*: Výrobní štítek postupového nástroje [vlastní zpracování]*

8.4. Transferový nástroj

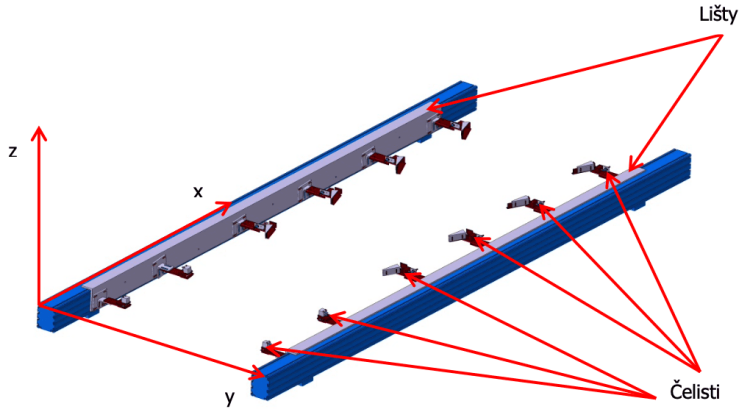
Jednotlivé kroky jsou v transferovém nástroji uspořádány za sebou a postupně přetvoří polotovar v požadovaný výlisek. Tímto je možné vidět shodu s postupovým lisem, ale transfer je rozdílný v mnoha směrech. Hlavní rozdíl je ihned při první operaci, kdy střižný nástroj vystřihne požadovanou konturu, která propadává střižnicí na transfer, kde si jej transferové lišty posouvají pomocí podavače na jednotlivé stanice transferového nástroje a jsou schopny dle potřeby s výstřižkem otáčet o požadovaný úhel nebo jej také překlápět.

Jednotlivé konstrukční kroky jsou u transferového nástroje silně jako u postupového nástroje. V této kapitole tak bude uvedený hlavně popis chodu transferu a popis transferu dílů. [2, 13]

Obrázek 8-12*: Transferový nástroj [vlastní zpracování]*

8.4.1. Transfer dílů

Pro přesunutí dílu do následující polohy se využívá posunu od lisu „transferu dílu“ pomocí kleští. Tato úchopová zařízení jsou mechanická nebo pneumatická. Dělí se na aktivní čelisti nebo pasivní úchopové elementy. Jednotlivé čelisti jsou umístěny na lištách. Většinou jsou potřeba pro zajištění pohybu dílu dvě lišty, každá lišta musí mít stejný počet čelistí, jako je počet kroků v nástroji. Pohyb těchto lišt je synchronizován s pohybem beranu lisu. Časování má vliv na kadenci lisu, to znamená počet zdvihů a tudíž produkci. Pohyb lišt probíhá ve třech osách, úchopové čelisti se tedy pohybují směrem průchodu materiálu lisem, dále se pohybují ve směru pohybu beranu a ve směru od obsluhy lisu. [28, 33, 37]



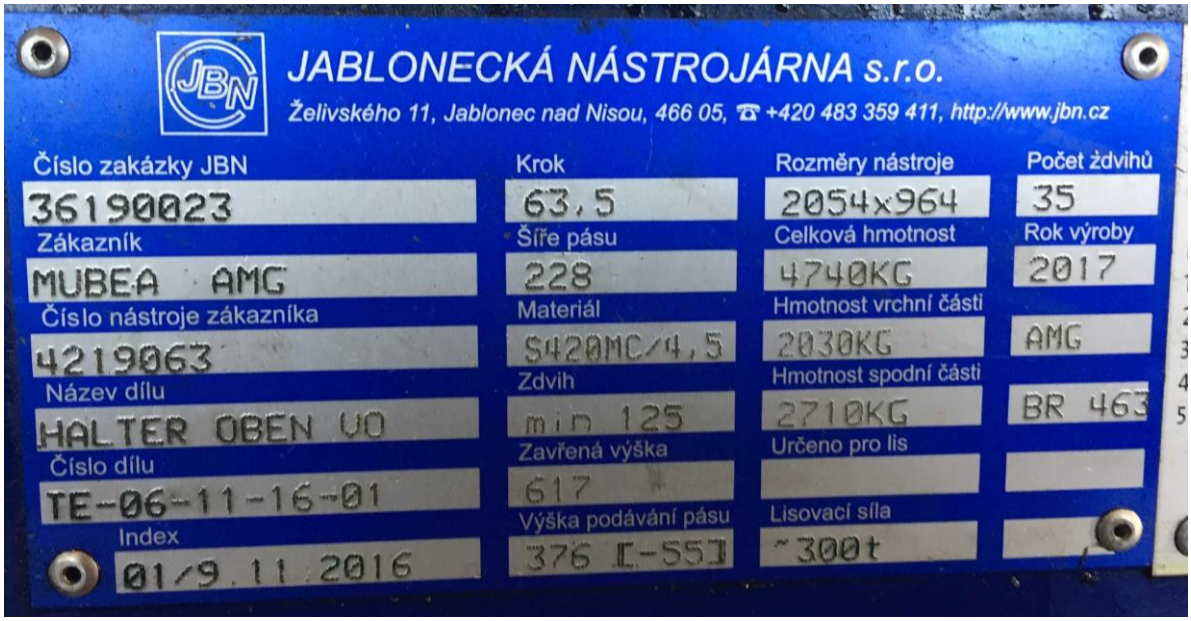
Obrázek 8-13*: Transferové lišty [28]*

8.4.2. Popis chodu transferu

Chod transferu lze popsat tak, že začne otevíráním lisu, čelisti se již při otevírání lisu přibližují v odkládací výšce k dílům do nástroje ve stanoveném směru. Čelisti v odkládací poloze uchopí, nebo podeberou díl a začnou jej zvedat a zároveň posouvat na další operaci, přesouvání dílu probíhá v transferové výšce, než dojde v následném kroku k položení dílu na další operaci. Celkovou trajektorii je možné popsat jako široké obrácené písmeno U. Následně dochází k odjetí čelistí od dílu a uzavírání lisu. Celý transferový cyklus se dokončí přesunutím čelistí podél nástroje do výchozí polohy. Synchronizování transferu a nástroje je na celé výměně nejnáročnější proces, je nutné celý cyklus pečlivě odladit pro zamezení kolizí a dosažení odpovídajících rozměrů produkce. Hodnoty transferu jako je uchycení a puštění dílu, jeho maximální posunutí v nástroji na další krok tváření a rozsah maximálního zvednutí dílu při posunu dílu nástrojem, jsou zadány halou lisovny společně s lisem. [28, 37]

8.4.3. Rozměry nástroje

Transferové nástroje oproti postupovým dosahují větších rozměrů. Ve firmě Mubea s.r.o. délka transferových nástrojů ve většině případů dosahuje 2000 mm, šířka nástrojů dosahuje 1000 mm, na výšku mají nástroje nejčastěji 600 mm. Hmotnost transferových nástrojů je přibližně 4000 kg. Následující obrázek ukazuje výrobní štítek transferového nástroje ve firmě Mubea s.r.o..



Obrázek 8-14*: Výrobní štítek transferového nástroje [vlastní zpracování]*

9. Analýza současného stavu

Na pracovišti, na kterém bude probíhat analýza výměny transferového a postupového nástroje, probíhá výměna postupového nástroje na lisu Arisa 400 t přibližně patnáctkrát během měsíce, na lisu Müller Weingartner 400 t probíhá výměna transferového nástroje šestnáctkrát za měsíc.

Výměna postupového nástroje v současné době trvá ve většině případů více než dvě hodiny dvěma seřizovačům, když nenastane žádná nepředvídaná událost, jakou je například samovolné rozmotání svitku, nepřekračuje výměna tři hodiny, protože to je čas, který je pracovníkům určený na výměnu jako maximální, tento čas mají uvedený v mzdovém lístku a s ním spojené dílenské zakázce.

U transferového nástroje je maximální stanovený čas pro výměnu o poznání delší, protože seřízení nástroje s transferem zabere o poznání více času, než seřízení postupového nástroje, takže je čas pro dva seřizovače na výměnu stanovený u některých nástrojů až na šest hodin.

Samotná výměna v obou případech může obsahovat i výměnu svitku s materiálem, to bývá v případech, kdy předchozí zakázka zcela vyčerpala materiál nebo když měněný nástroj bude vyrábět díl, který vyžaduje odlišnou šířku pásu.

Na pracovišti lisu Arisa 400 t a Müller Weingartner 400 t byly provedené dvě měření pro výměnu postupového a dvě měření pro výměnu transferového nástroje. Všechna měření byla audio vizuálně zaznamenána prostřednictvím kamery. Výměny byly nahrávané zejména z toho důvodu, aby bylo možné efektivněji zjistit činnosti, které seřizovači vykonávají během výměn současným postupem. Zvolený postup zaznamenání výměny má dopomoci lépe aplikovat metodu SMED. Snáze se díky možnosti zpětného promítnutí výměn zjistí, které činnosti jsou během výměny externí, interní a ztrátové. Po výměnách vždy proběhla se zaměstnanci diskuse, během které bylo zjišťované, jaké jsou na pracovišti jiné nedostatky, které ovlivňují výměnu, ale není možné je během výměny vidět. [35, 36]

9.1. Popis výměny postupového nástroje současným postupem

Výměna postupového nástroje v současné době probíhá tak, že pracovníci vypnou stroj nebo se stroj vypne po dokončení výroby posledního dílu zakázky. Když se stroj vypne sám, tak k němu pracovníci přijdou po splnění své rozdělané práce a nejprve musí zvednout beran a ochrannou klec, která brání v přístupu k nástroji. V případě vypnutí stroje pracovníkem následuje zvednutí beranu a ochranné klece pro přístup k nástroji okamžitě. (Tato ochrana je bezpečnostní prvek stroje Arisa 400 t, který je potřeba spouštět vždy, než má dojít k provozu nějaké pohyblivé části lisu, po uskutečněné činnosti je možné bezpečnostní klec zvednout, přikročit a pokračovat na práci s nástrojem).

Následuje odříznutí zbylého materiálu v nástroji od zbytku svitku, pokud nedošlo k vyčerpání materiálu a pracovník by měl provést vizuální kontrolu nástroje, také se odmontuje čidlo na počítání vyrobených kusů a oba pracovníci společnými silami posunou dopravník, který přivádí hotové díly do gitterboxu. Další krok je přiblížení beranu k nástroji a jeho spojení. Následuje odebrání úchytných zařízení, které drží nástroj ve stanovené poloze na stole a beranu lisu. Nástroj je tak uvolněný a je možné jeho vyjmutí ze stroje. Pracovníci si připraví manipulační prostor pro vyjmutí nástroje. K vyjmutí nástroje ze stroje pracovníci používají vysokozdvižný vozík (VZV), pro který si musí dojít na místo, kde jej opustil pracovník, který byl jeho posledním uživatelem. Pomocí vidlic vozíku nástroj nadzvednou za horní okraj nástroje a vypodloží nástroj, aby vznikla dostatečná mezera mezi nástrojem a stolem lisu pro vsunutí vidlic VZV pod nástroj. Nástroj musí pracovníci podkládat na dvakrát, někdy na vícekrát, záleží na šikovnosti pracovníka obsluhující VZV. Úkon vypodložení je nezbytný z toho důvodu, že pomocný stůl, který je součástí lisu pro vyjmutí a vsunutí nástroje do lisu nemá pro většinu používaných nástrojů ve firmě dostatečnou nosnost.

Po vyjmutí nástroje z lisu jeden pracovník nástroj odveze do nástrojárny, pokud bylo zjištěné poškození nástroje při vizuální kontrole. Když nebylo poškození nástroje zjištěno, nástroj odveze do regálu na uskladnění. Musí si však místo pro uskladnění najít, protože žádný nástroj nemá svoje dané místo. Během odvezení a uskladnění nástroje druhý pracovník očistí hadrem stůl a beran lisu a umístí dorazy na stůl lisu, které pomohou umístit nástroj na správné místo.

Pracovník, který odvezl nástroj, pak musí najít nový nástroj, který má být vložen do lisu. Když nástroj najde, naloží ho na VZV a přiveze ho k lisu. Vložení nástroje do lisu probíhá zcela obdobně, jako vyjmutí. Na stůl je položený vymezovací kus kovu, který podepře nástroj a je tak možné vysunout vidlice VZV. Po vysunutí vidlic je nástroj za horní okraj nadzvednutý, druhý pracovník vyjme vymezovací kus kovu a nástroj je položený na stůl lisu. Pomocí vidlic se pak na nástroj zatlačí a řidič VZV upraví nástroj do požadované pozice. Odveze VZV do bezpečné vzdálenosti od stroje. Druhý pracovník zatím přeměřuje správnost pozice nástroje.

Když je ujištěný, že se nástroj nachází na správné pozici, přiblíží beran k nástroji, aby mohli pracovníci umístit hydraulické upnutí nástroje k beranu a stolu lisu. Pokud nastane případ, že nástroj není na správné pozici, vyčká pracovník u lisu na příchod druhého pracovníka, který byl odvést VZV a společnými silami se za pomoci tyčí pokusí upravit pozici nástroje na správné místo. Jeden člověk je prakticky bez šance s nástrojem pohnout vzhledem k jeho hmotnosti, takže musí skutečně počkat na příchod druhého pracovníka. Pak se pokračuje obvyklým přiblížením beranu k nástroji a připevněním hydraulických uchycení nástroje k lisu.

Když je nástroj uchycený ke stroji, zvedne se beran lisu a začne se navádět materiál k nástroji. Pokud nezbyl z minulé zakázky materiál v odvíjecím zařízení, je potřeba jej doplnit, to probíhá tak,

že pracovníci jdou do skladu se svitky, připevní pomocí řetězu svitek k jeřábu a ten s jeho pomocí dopraví k lisu, následně jej vloží do zásobníku a přitlačí na svitek přítlačné rameno, to zajistí, že se svitek nerozmotá. Poté přestřihnou pásky, které držely svitek smotaný a uvedou do chodu odvíjení. Odvíjení dopraví pás k rovnacímu zařízení, pracovník pás k rovnacímu zařízení přiblíží, rovnací zařízení si pás postupně podává, až dojde k navedení materiálu k nástroji.

Po navedení materiálu do nástroje pracovníci udělají první nástřih, který většinou provádí postupně po jednotlivých krocích a mezi jednotlivými kroky provádí vizuální kontrolu, jestli materiál postupuje nástrojem správně, když dojde k jeho zaseknutí nebo jinému problému, přeruší nástřih a seřídí nástroj nebo stroj, aby odstranili problém, když dojdou k poslednímu kroku, jdou výlisek přeměřit na místo, kde jsou umístěné přípravky na měření. nebo si přípravek přinesou k lisu. Pokud během měření zjistí nesrovnalost v rozměru, musí odhalit, co je jeho důvodem a začít v lepším případě seřizovat nástroj znova nebo v horším případě měnit díly již v namontovaném nástroji.

Vzhledem k tomu, že je nástroj již umístěný v lisu, je potřeba problém vyřešit ve stísněném prostoru, který nenapomáhá v rychlosti odstranění problému, je potřeba znova odříznout materiál z nástroje, vyřešit problém a opět provést zkušební nástřih, pak zase přeměřit vylisovaný díl a když dopadne měření dobře, umístí dopravník na místo, aby bylo možné díly dopravovat do gitterboxu. V tento moment je možné stroj spustit. Pracovníci pak umístí pod dopravník, který odvádí hotové výrobky z lisu zkušební bednu počkají, než do bedny vypadne asi deset prvních kusů a jedenáctý jdou znova změřit, když je měření úspěšné a rozměr odpovídá, vymění bednu za gitterbox, do kterého pak padají díly z dopravníku.

9.1.1. Záznam z provedených měření

První měření proběhlo 1.února 2019. v této kapitole je v přehledné tabulce uvedený rozpis jednotlivých činností, ze kterých se skládala pozorovaná výměna. Činnosti jsou v tabulce rozdělené podle postupu metody SMED na externí, interní a ztrátové. U jednotlivých činností je vždy uvedené, kolik času jejich provedení pracovníkovi nebo oběma pracovníkům zabralo. Výměnu prováděli dva zaškolení pracovníci, kteří sdělili, že výměnu provádí obdobným postupem vždy, když mění postupové nástroje. Celá výměna z toho dne probíhala 2hodiny a 31 minut. Jednotlivé činnosti jsou rozepsané v tabulce pod odstavcem.

Tabulka 9-1: *Výměna postupového nástroje I. [vlastní zpracování]*

Stroj:		Arisa 400t	Vypracoval:	Bosman	
		Postupový sdružený nástroj	Čas celkem	2:31:28	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**	**Externí čas**	**Int. čas**	**Ztrát. čas**
0:00:00	0:01:20	Vypnutí stroje - čekání na obsluhu			01:20,00
0:01:21	0:01:30	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:09,00	
0:01:31	0:02:18	Demontáž čidla a vizuální kontrola nástroje		00:47,00	
0:02:19	0:02:29	Odpojení kabelu dopravníku		00:10,00	
0:02:30	0:02:56	Shánění ručníku na utření rukou			00:26,00
0:02:57	0:03:39	Odstranění čtyř distančních zarážek		00:42,00	
0:03:40	0:03:50	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji			
0:03:51	0:04:01	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji			00:10,00
0:04:02	0:04:12	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji			00:10,00
0:04:13	0:04:25	Posunutí dopravníku		00:12,00	
0:04:26	0:04:35	Spojení nástroje – snížení beranu			
0:04:36	0:04:45	Uvolnění hydraulických úchytů		00:09,00	
0:04:46	0:05:34	Domluva pracovníků na postupu			00:48,00
0:05:34	0:05:43	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:09,00	
0:05:44	0:07:01	Pracovníci odebrali úchyty nástroje		01:17,00	
0:07:02	0:07:12	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:07:13	0:07:49	Zvednutí beranu		00:36,00	
0:07:50	0:09:39	Pracovníci opustili pracoviště			01:49,00
0:09:40	0:09:50	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:09:51	0:10:29	Příprava pracoviště na příjezd VZV	00:38,00		
0:10:30	0:13:43	Čekání na příjezd VZV	03:13,00		
0:13:45	0:17:41	Vyjmutí nástroje z lisu		03:56,00	
0:17:42	0:29:39	Uskladňování nástroje	11:57,00		
0:29:40	0:29:54	Hledání hadru	00:14,00		
0:29:55	0:30:38	Čištění stolu lisu		00:43,00	
0:30:39	0:33:36	Hledání nástroje	02:57,00		
0:33:37	0:34:28	Měření pozice pro umístění dorazů a jejich umístění		00:51,00	
0:34:29	0:34:45	Opuštění pracoviště			00:16,00
0:34:46	0:38:25	Umístění nástroje do lisu		03:39,00	
0:35:36	0:35:50	Vyrušení pracovníka nadřízeným			00:14,00
0:38:26	0:38:49	Přeměření pozice nástroje		00:23,00	
0:38:50	0:40:43	Čekání na příjezd VZV – úprava pozice nástroje	01:53,00		
0:40:44	0:42:13	Úprava pozice nástroje		01:29,00	
0:42:14	0:43:11	Hledání měřítka	00:57,00		
0:43:11	0:44:00	Kontrolní měření pozice nástroje		00:49,00	
0:44:02	0:44:12	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:44:13	0:46:39	Programování lisu - spuštění beranu		02:26,00	
0:46:41	0:46:51	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:46:52	0:49:04	Umístění hydraulického uchycení nástroje		02:12,00	
0:49:05	0:49:15	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:49:16	0:49:48	Programování lisu - zvednutí beranu		00:32,00	
0:49:49	0:49:59	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:50:00	0:50:03	Vyjmutí distančních prvků z nástroje		00:03,00	
0:50:03	0:50:13	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:50:13	0:54:07	Programování lisu - zkouška dosednutí nástroje		03:54,00	
0:54:09	0:54:19	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:54:20	1:25:21	Dopravení materiálu ke stroji	31:01,00		
1:25:21	1:25:31	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:25:21	1:30:11	Vložení materiálu do stroje		04:50,00	
1:30:12	1:32:22	Přivedení pásu k nástroji		02:10,00	
1:32:22	1:32:32	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:32:32	1:32:50	Vizuální kontrola přivedení materiálu k nástroji		00:18,00	
1:32:50	1:33:00	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:33:02	1:45:52	Programování stroje - nástřih		12:50,00	
1:45:52	1:46:02	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:46:03	1:50:05	Odnesení dílu na změření - pracovník 1	04:02,00		
1:48:13	1:50:09	Připojení senzoru - pracovník 2		01:56,00	
1:50:10	1:50:22	Porada pracovníků	00:12,00		
1:50:23	2:23:58	Oprava nástroje - obrábění nového dílu - montáž			33:35,00
2:23:59	2:25:37	Přinesení přípravku na měření dílů	01:38,00		
2:25:37	2:25:47	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
2:25:48	2:30:57	Programování stroje - nástřih		05:09,00	
2:30:57	2:31:26	Měření dílu		00:29,00	
2:31:28		Spuštění stroje			
Celkové časy			58:42,00	55:00,00	38:48,00

Druhé měření probíhalo také zaškolenými pracovníky, měření proběhlo 21.března 2019, jeho průběh se zaznamenanými časy je možné vidět v následujíc tabulce.

Tabulka 9-2: *Výměna postupového nástroje II. [vlastní zpracování]*

Stroj:	Arisa 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
Postupový sdružený nástroj II			**Čas celkem:**	2:23:52	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**	**Ext. čas**	**Int. čas**	**Ztrát. čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje			
0:00:02	0:00:12	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:00:13	0:04:13	Pracovníci odešli pro pilku			04:00,00
0:04:39	0:06:22	Demontáž čidla odříznutí zbytku pásu		01:43,00	
0:06:23	0:06:39	Posunutí dopravníku		00:16,00	
0:06:42	0:07:28	Odstranění čtyř distančních zarážek		00:46,00	
0:07:29	0:09:08	Pracovníci opustili pracoviště			01:39,00
0:09:08	0:09:18	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:09:32	0:09:42	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji - pracovník 2			00:10,00
0:09:42	0:10:41	Vizuální kontrola nástroje		00:59,00	
0:10:42	0:10:52	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:10:53	0:12:28	Spojení nástroje – snížení beranu		01:35,00	
0:12:29	0:12:39	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:12:39	0:13:54	Uvolnění/ demontáž hydraulických úchytů		01:15,00	
0:13:54	0:14:04	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:14:04	0:15:36	Zvednutí beranu		01:32,00	
0:15:37	0:17:40	Příprava pracoviště na příjezd VZV	02:03,00		
0:17:40	0:17:50	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:17:50	0:18:53	VZV vandavá nástroj		01:03,00	
0:18:53	0:20:47	Očištění stolu		01:54,00	
0:20:47	0:22:53	Čekání na nástroj			02:06,00
0:22:54	0:28:54	Umístění nástroje do lisu		06:00,00	
0:28:55	0:32:16	Měření pozice nástroje		03:21,00	
0:32:16	0:32:58	Opuštění pracoviště			00:42,00
0:32:59	0:35:02	Umístění dopravníku na správné místo		02:03,00	
0:35:03	0:35:13	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:35:14	0:36:07	Spuštění beranu k nástroji a zvednutí zábrany		00:53,00	
0:36:08	0:36:52	Umístění hydraulického uchycení nástroje		00:44,00	
0:36:53	0:37:03	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:37:04	0:37:49	Zvednutí beranu s polovinou nástroje		00:45,00	
0:37:50	0:38:00	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:38:01	0:38:05	Umístění distančních dorazů		00:04,00	
0:38:06	0:38:16	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:38:16	0:45:39	Programování - přivedení pásu - zkušební nástřih I.		07:23,00	
0:45:39	1:03:26	Zamrznutí systému lisu - restart stroje			17:47,00
1:03:27	1:03:37	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:03:37	1:08:22	Montáž čidla - počítání výrobků		04:45,00	
1:08:22	1:12:08	Uvolnění pásu z nástroje		03:46,00	
1:12:09	1:13:26	Navedení pásu do nástroje		01:17,00	
1:13:27	1:13:37	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:13:37	1:14:52	II. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		01:15,00	
1:14:53	1:15:43	Uvolnění pásu z nástroje		00:50,00	
1:15:43	1:15:53	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:15:53	1:17:50	III. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		01:57,00	
1:17:51	1:18:36	Odříznutí pasu od nástroje		00:45,00	
1:18:37	1:18:47	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:18:48	1:20:16	IV. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		01:28,00	
1:20:17	1:52:09	Oprava nástroje - demontáž dílů - obrábění - montáž			31:52,00
1:52:09	1:52:19	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji			
1:52:19	1:55:31	V. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		03:12,00	
1:55:32	1:58:15	Připojení dopravníku a dotažení šroubu v nástroji		02:43,00	
1:58:16	1:58:26	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:58:27	2:01:49	VI. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		03:22,00	
2:01:50	2:05:34	Měření dílu - hledání správného přípravku			03:44,00
2:05:34	2:12:07	Zvednutí zábrany - Seřízování nástroje - Spuštění zábrany		06:33,00	
2:12:08	2:16:51	VI. Zkušební nástřih		04:43,00	
2:16:52	2:17:51	Měření dílu		00:59,00	
2:17:52	2:20:57	Zvednutí zábrany - Seřízování nástroje - Spuštění zábrany		03:05,00	
2:20:58	2:22:54	VII. Zkušební nástřih		01:56,00	
2:22:55	2:23:51	Měření dílu - odpovídající rozměr		00:56,00	
2:23:52		Spuštění stroje			
Celkové časy			0:02:03	1:18:18	1:02:00

Záznam činností ze třetí výměny ukazuje, že výměny pracovníci provádí opravdu při každé

výměně podobným způsobem, hodně času tráví opravou nástroje, který je již upnutý v lisu, dále značný čas výměny zabere hledání potřebných nástrojů nebo dílů. Ve třetí výměně byla navíc jedna ojedinělá časová ztráta v podobě pauzy na oběd, která pracovníkům vyšla zrovna do výměny, to se podle vyjádření pracovníků nestává pravidelně.

Tabulka 9-3: *Výměna postupového nástroje III. [vlastní zpracování]*

Stroj:	Arisa 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
Postupový sdružený nástroj III			**Čas celkem**	2:27:52	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**	**Ext. čas**	**Int. čas**	**Ztrát. čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje			
0:00:01	0:05:16	Pracovníci nebyli přítomni u stroje			05:15,00
0:05:16	0:05:26	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:05:27	0:07:13	Demontáž čidla		01:46,00	
0:07:00	0:07:21	Posunutí dopravníku		00:21,00	
0:07:22	0:08:57	Odříznutí zbytku pásu		01:35,00	
0:08:42	0:09:31	Odstranění čtyř distančních zarážek		00:49,00	
0:09:32	0:13:11	Pracovníci opustili pracoviště - hledání výkresu dílů			03:39,00
0:13:12	0:14:21	Vizuální kontrola nástroje		01:09,00	
0:14:22	0:14:32	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:10:53	0:12:28	Spojení nástroje – snížení beranu		01:35,00	
0:12:29	0:12:39	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:13:39	0:15:06	Uvolnění / demontáž hydraulických úchytů		01:27,00	
0:15:07	0:15:17	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:15:18	0:15:46	Zvednutí beranu - zvednutí zábrany		00:28,00	
0:15:37	0:18:14	Odvezení gitterboxu s díly	02:37,00		
0:18:14	0:20:05	Čekání na VZV	01:51,00		
0:20:10	0:21:28	VZV - vyjmutí nástroje		01:18,00	
0:21:30	0:22:38	Očištění stolu		01:08,00	
0:22:39	0:24:48	Čekání na nástroj	02:09,00		
0:24:50	0:27:32	Umístění nástroje do lisu		02:42,00	
0:27:32	0:28:56	Měření pozice nástroje		01:24,00	
0:27:32	0:32:43	Odvezení nástroje - čekání na druhého pracovníka			05:11,00
0:32:43	0:36:12	Přivezení VZV pro posunutí nástroje			03:29,00
0:36:13	0:38:34	Posunutí nástroje		02:21,00	
0:38:35	0:41:28	Odvezení VZV - čekání na druhého pracovníka	02:53,00		
0:41:30	0:41:54	Umístění dopravníku na správné místo - oba pracovníci		00:24,00	
0:41:55	0:42:05	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:42:05	0:42:57	Spuštění beranu k nástroji a zvednutí zábrany		00:52,00	
0:42:52	0:43:48	Umístění hydraulického uchycení nástroje		00:56,00	
0:43:49	0:43:59	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:44:00	0:44:49	Zvednutí beranu s polovinou nástroje		00:49,00	
0:44:49	0:44:59	Zvednutí ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:45:01	0:45:05	Umístění distančních dorazů		00:04,00	
0:45:06	0:45:16	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
0:45:16	1:21:27	Pauza na oběd			36:11,00
1:21:27	1:25:06	Programování - přivedení pásu - zkušební nástřih I.		03:39,00	
1:25:07	1:25:51	Zvednutí beranu - zvednutí zábrany		00:44,00	
1:25:06	1:47:12	Výměna dílu v nástroji			22:06,00
1:47:13	1:48:22	Montáž čidla - počítání výrobků		01:09,00	
1:48:23	1:49:08	Spuštění zábrany - navedení pásu do nástroje		00:45,00	
1:49:09	1:52:48	II. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		03:39,00	
1:52:49	1:54:32	Seřízení nástroje		01:43,00	
1:54:33	1:54:43	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:54:44	1:56:14	III. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		01:30,00	
1:56:15	1:58:06	Odříznutí pasu od nástroje - seřízení II		01:51,00	
1:58:06	1:58:16	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
1:58:16	2:00:48	IV. Zkušební nástřih - Zvednutí zábrany		02:32,00	
2:02:49	2:18:11	Oprava nástroje - demontáž dílů - montáž -seřízení			15:22,00
2:18:12	2:18:22	Spuštění ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:10,00	
2:18:10	2:21:27	Přinesení přípravku na měření dílu			03:17,00
2:21:28	2:22:12	Měření dílu		00:44,00	
2:22:13	2:25:31	Seřízení nástroje		03:18,00	
2:25:32	2:27:03	V. Zkušební nástřih		01:31,00	
2:27:04	2:27:49	Měření dílu - odpovídající rozměr		00:45,00	
2:27:52		Spuštění stroje			
Celkové časy			0:09:30	0:46:48	1:34:30

9.1.2. Vyhodnocení provedených měření

Z uvedených měření jasně vyplývá, že ani jedna výměna se neobešla bez externích a ztrátových činností. Je jasně patrné, že činnosti, které mohou pracovníci mít hotové a připravené již před vypnutím stroje provádí až během doby, kdy je stroj vypnutý a firma přichází o drahocenný čas, kdy může stroj pracovat a vydělávat peníze.

Z rozhovorů se zaměstnanci vyplynulo, že jen zřídka kontrolují nástroj, během jeho vyjmutí ze stroje. To má za následek, že poškozený nástroj se dostane do regálu a následně se pak zase při výměně vloží do stroje a jeho oprava neprobíhá v nástrojovně, která je z toho důvodu ve výrobní hale zřízená, ale ve stroji. Z naměřených časů je patrné, že kvůli nedodržování nastavených pravidel se výměna často zcela zbytečně prodlouží o více než půl hodiny.

Další nedostatek, který byl od pracovníků zjištěný je, že nemají u stroje připravené distanční plátky, které používají pro drobnou úpravu pozice jednotlivých elementů nástroje. Tyto distanční plátky si chodí v případě potřeby vyzvedávat takřka přes celou halu, kdy jen cesta k výtahu, kde jsou díly umístěné jim zabere přibližně minutu času, dále musí na výtahu navolit, co potřebují a čekají, než jim díl přijde, pak se s dílem vrací ke stroji. Velmi často se jim při výměně také stává, že je nefunkční čidlo na počítání vyrobených kusů. Proces jeho získání je zcela totožný jako u zmíněných distančních plátků.

Důležité sdělení od pracovníků je, že je vůbec nic nemotivuje výměnu nástroje zrychlit, protože mají daný čas podle mzdového lístku na tři hodiny a nemají žádný důvod se snažit zrychlit výměnu, protože by jinak museli jít dělat něco jiného, kde by bylo snáze možné zjistit, jestli pracují svědomitě. Druhý důvod, proč je nic nemotivuje se snažit zrychlit výměnu je, že vědí, že je nikdo nebude kárat a popohánět do práce a vést je k zefektivnění jejich činnost, protože jejich bezprostřední vedoucí mluví pouze německy, a tak se s částí pracovníků nedokáže domluvit.

Pracovníci uvedli, že celkem dobře vědí, jak by měla probíhat správná výměna, z toho plyne, že sami jsou si vědomi toho, co dělají při výměně špatně.

Z naměřených časů vyplynulo, že zaměstnanci provádí hledání a přivážení nástroje a svitku k lisu, až když je stroj vypnutý a zrovna tak pro nástroj, který vyjmou ze stroje jedou hledat místo v regálů v době probíhající výměny.

Jedno měření a rozhovor se zaměstnanci ukázal, že stroji Arisa občas zamrzne, jeho operační systém a je pak nutný jeho restart.
Náprava nastalé události podle měření trvá přibližně 20 minut. [32, 33, 39]

9.2. Popis výměny transferového nástroje současným postupem

Při výměně transferového nástroje se postupuje zcela obdobně jako při výměně již zmiňovaného postupového nástroje.

Opět dojde k vypnutí stroje samovolně po dokončení zakázky nebo vypotřebováním materiálu nebo stroj vypnou sami seřizovači. Výměna na stroji Müller Weingartner 400 t je jednoduší oproti stroji Arisa 400 t v tom kroku, že z důvodu jeho dřívějšího data výroby nemá automatickou zábranu v podobě klece, která brání v přístupu k nástroji. U tohoto stroje se zábrana zavírá ručně, takže zcela na uvážení seřizovače. Není tak potřeba čekat například při pohybu beranu než se spustí zábrana.

Vyjmutí nástroje u tohoto lisu probíhá snáze, protože má mohutnější pomocný stůl, který unese větší váhu, takže pracovníci nemusí nástroje při jeho vkládání nebo vyjímání z lisu podkládat.

I transferový nástroj, který bývá často ještě těžší, než postupový se vyjímá a vkládá za pomoci VZV.

Pracovník VZV pak jede nástroj uložit a přiveze nový. mezi tím druhý pracovník připraví plochu stolu a beranu na nový nástroj, takže obě plochy důkladně otře od nečistot. Po vložení nástroje do lisu pracovníci přeměří jeho pozici případně jí upravují pomocí tyčí, přiblíží beran k horní části nástroje, připevní hydraulické upevnění, pro zajištění pozice nástroje na beranu a stolu. Zvednou beran, aby se nástroj rozevřel. Následuje přivedení materiálu k nástroji, pokud je v odvíjecím zařízení, jinak je potřeba ještě vložit svitek do odvíjecího zařízení, pro ten musí napřed zajít pracovníci do skladu materiálu a pomocí jeřábu svitek dopravit k odvíjecímu zařízení, poté je potřeba přitisknout rameno odvíjecího zařízení ke svitku, odříznout pásky, které svitek zajišťovaly proti rozmotání a navést pás svitku do rovnacího zařízení, když pás projde rovnacím zařízením, musí se pás navést do vodícího zařízení. Následuje další fáze, a to je vložení transferových lišt do lisu. Lišty jsou umístěné v bezprostřední blízkosti lisu a pracovníci je nevkládají z boční strany jako nástroje, ale z přední strany lisu. Poté začnou seřizovači synchronizovat posun dílu podle jednotlivých kroků nástroje. Toto je značně náročná část na seřízení. Seřízení transferu vyžaduje preciznost a součinnost obou pracovníků. Každý pracuje z jedné strany lisu, potažmo nástroje. ve většině případů po seřízení transferových lišt si udělají pracovníci deset až patnáct minut pauzu. Na pauzu mají nárok, protože na výměnu transferového lisu mají předepsaný čas od tří až do šesti hodin v závislosti na měněném nástroji. Proto se k této výměně vztahují pauzy. Po pauze se pokračuje nástřihem dílu. ten probíhá po jednotlivých krocích nástroje a pracovník vždy vizuálně kontroluje, jestli se díl pohybuje nástrojem správně a jestli transfer podává díl na správné místo v nástroji. Když nedojde k chybě díl se po posledním kroku přeměří. Přípravek na měření je v jiné části haly, proto si pro něj musí pracovníci dojít nebo chodí s dílem k přípravku. Pokud proběhlo měření dílu v odpovídající toleranci, stroj se spustí a díly padají do připraveného gitterboxu. Když díl neodpovídá, následuje seřízení

transferu nebo upravení nástroje, často se také stává, že pracovníci musí nějaký díl nástroje vyměnit nebo dokonce vyrobit, to je samozřejmě časově dost náročné a výrazně to zdrží celou výměnu nástroje.

9.2.1. Záznam z měření

Měření byla provedená dvakrát, aby bylo možné porovnání dvou výměn, které mají mít teoreticky stejný průběh. Obě měření proběhla bez doplnění materiálu do odvíjecího zařízení. U obou měřených výměn se jednalo o výměnu z postupového nástroje na transferový. Z toho plyne, že nebylo možné určit, jak dlouho trvá vytažení transferových lišt ze stroje, ale podle rozhovoru se seřizovači je případné vyjmutí podobně náročné jako umístění lišt do lisu. první výměna proběhla 7. května 2019. Jednotlivé kroky měřené výměny je možné vidět v následující tabulce.

Tabulka 9-4: *Výměna transferového nástroje I. [vlastní zpracování]*

Stroj:	Müller Weingartner 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
Transferový nástroj I			**Čas celkem:**	2:08:40	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**	**Externí čas**	**Interní čas**	**Ztrátový čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje			
0:00:01	0:04:01	Pracovníci opustili pracoviště			04:00,00
0:04:02	0:04:05	Otevření ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:03,00	
0:04:06	0:08:13	Demontáž čidla odříznutí zbytku pásu a odebrání uchycení		04:07,00	
0:08:14	0:11:13	Čekání na VZV			02:59,00
0:11:14	0:11:42	Vyjmutí nástroje		00:28,00	
0:11:43	0:16:21	Odvezení a uskladnění a přivezení nástroje	04:38,00		
0:13:39	0:14:28	Pracovník II - očištění stolu a beranu		00:49,00	
0:16:22	0:19:29	Umístění nástroje do lisu		03:07,00	
0:19:30	0:21:21	Hledání měřítka a tyče na úpravu pozice nástroje			01:51,00
0:21:21	0:23:52	Úprava pozice nástroje - měření a posunutí		02:31,00	
0:23:52	0:26:13	Připevnění nástroje k lisu		02:21,00	
0:26:13	0:29:07	Zvednutí beranu a připevnění čidla počítání kusů		02:54,00	
0:29:07	0:38:31	Přivedení a seřízení pásu k nástroji		09:24,00	
0:38:31	0:51:23	Pauza			12:52,00
0:51:24	0:52:41	Vložení transferové lišty I		01:17,00	
0:52:41	0:54:34	Vložení transferové lišty II		01:53,00	
0:54:35	1:27:05	Seřízení transferu nástroje a transferových čelistí		32:30,00	
1:27:06	1:32:32	Porada pracovníků			05:26,00
1:32:32	1:35:43	Vymontování vadné součásti	03:11,00		
1:35:43	1:53:25	Oprava vadného dílu	17:42,00		
1:53:25	1:55:29	Montáž upraveného dílu	02:04,00		
1:55:29	2:05:16	Nástřih dílu a seřizovíní nástroje		09:47,00	
2:05:16	2:07:29	Přinesení přípravku na měření dílu	02:13,00		
2:07:30	2:08:32	Měření dílu		01:02,00	
2:08:40		Spuštění stroje			
Celkové časy			0:29:48	1:12:13	0:27:08

Druhá výměna proběhla 3. června 2019 i druhá výměna, stejně jako první proběhla zaškolenými pracovníky, kteří výměnu transferových nástrojů provádějí pravidelně a vědí, jaký má být průběh výměny a jaká mohou nastat úskalí při seřizování transferu. Průběh jednotlivých činností, ze kterých se výměna skládala je uvedený v následující tabulce číslo 4.

Tabulka 9-5: *Výměna transferového nástroje II. [vlastní zpracování]*

Stroj:		Müller Weingartner 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
		Transferový nástroj II		**Čas celkem:**	1:31:23	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**		**Ext. čas**	**Int. čas**	**Ztrát. čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje				
0:00:05	0:00:31	Zvednutí beranu			00:26,00	
0:00:32	0:00:35	Otevření ochranné zábrany pro přístup k nástroji			00:03,00	
0:00:36	0:03:11	Demontáž čidla odříznutí zbytku pásu			02:35,00	
0:03:11	0:06:23	Čekání na VZV				03:12,00
0:06:24	0:06:48	Spuštění beranu			00:24,00	
0:06:49	0:08:03	Odebrání uchycení nástroje			01:14,00	
0:08:04	0:08:31	Zvednutí beranu			00:27,00	
0:08:31	0:09:12	Vyjmutí nástroje			00:41,00	
0:09:12	0:14:24	Odvezení a uskladnění a přivezení nástroje		05:12,00		
0:14:25	0:15:37	Pracovník II - očištění stolu a beranu			01:12,00	
0:15:37	0:16:07	Umístění nástroje do lisu			00:30,00	
0:16:07	0:17:21	Odvezení VZV		01:14,00		
0:17:22	0:17:45	Porada pracovníků – kde najít měřítko				00:23,00
0:17:45	0:19:11	Hledání měřítka a tyče na úpravu pozice nástroje		01:26,00		
0:19:12	0:20:02	Úprava pozice nástroje - měření a posunutí			00:50,00	
0:20:02	0:20:28	Spuštění beranu			00:26,00	
0:20:28	0:21:40	Připevnění nástroje k lisu			01:12,00	
0:21:41	0:24:15	Zvednutí beranu a připevnění čidla počítání kusů			02:34,00	
0:24:15	0:36:46	Přestávka				12:31,00
0:36:46	0:38:04	Vložení transferové lišty I			01:18,00	
0:38:04	0:39:30	Vložení transferové lišty II			01:26,00	
0:39:30	0:40:28	Přivedení a seřízení pásu k nástroji			00:58,00	
0:40:29	1:07:15	Seřízení transferu nástroje a transferových čelistí			26:46,00	
1:07:16	1:09:37	Nástřih dílu I			02:21,00	
1:09:37	1:12:37	Cesta na měření dílu a zpět				03:00,00
1:12:37	1:13:24	Samotné měření dílu			00:47,00	
1:13:25	1:17:41	Porada pracovníků – kde provést změnu v nástroji				04:16,00
1:17:41	1:20:59	Cesta pro distanční plátek		03:18,00		
1:21:00	1:24:06	Umístění distančního plátku do jednoho kroku			03:06,00	
1:24:07	1:26:47	Nástřih dílu II			02:40,00	
1:26:47	1:29:25	Přinesení přípravku na měření dílu		02:38,00		
1:29:26	1:31:22	Měření dílu a umístění gitterboxu			01:56,00	
1:31:23		Spuštění stroje				
Celkové časy				13:48,00	53:52,00	23:22,00

Třetí výměna transferového nástroje byla provedená pro ujištění, že pracovníci provádí výměnu podobným systémem.

Tabulka 9-6: *Výměna transferového nástroje III. [vlastní zpracování]*

Stroj:		Müller Weingartner 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
		Transferový nástroj III		**Čas celkem:**	1:46:38	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**		**Ext. čas**	**Int. čas**	**Ztrát. čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje				
0:00:00	0:04:21	Pracovníci dokončují rozdělanou práci				04:21,00
0:04:22	0:04:48	Zvednutí beranu			00:26,00	
0:04:49	0:04:56	Otevření ochranné zábrany pro přístup k nástroji			00:07,00	
0:04:56	0:06:07	Hledání pilky				01:11,00
0:06:07	0:09:57	Demontáž čidla odříznutí zbytku pásu			03:50,00	
0:09:58	0:10:23	Spuštění beranu			00:25,00	
0:10:24	0:11:37	Odebrání uchycení nástroje			01:13,00	
0:11:38	0:12:02	Zvednutí beranu			00:24,00	
0:12:03	0:15:26	Čekání na VZV			03:23,00	
0:15:27	0:16:21	Vyjmutí nástroje			00:54,00	
0:16:22	0:21:31	Odvezení - uskladnění - přivezení nástroje		05:09,00		
0:16:23	0:17:16	Pracovník II - očištění stolu a beranu			00:53,00	
0:21:32	0:22:05	Umístění nástroje do lisu			00:33,00	
0:22:06	0:23:21	Odvezení VZV		01:15,00		
0:22:07	0:24:15	Měření pozice nástroje			02:08,00	
0:24:16	0:25:32	Úprava pozice nástroje - pomocí tyče			01:16,00	
0:25:33	0:27:02	Čekání na VZV				01:29,00
0:27:03	0:28:37	Úprava pozice nástroje - pomocí VZV - nevhodný postup				01:34,00
0:28:37	0:30:12	Odvezení VZV				01:35,00
0:30:13	0:32:06	Úprava pozice nástroje - pomocí tyče II			01:53,00	
0:32:07	0:32:32	Spuštění beranu			00:25,00	
0:32:33	0:33:48	Připevnění nástroje k lisu			01:15,00	
0:33:49	0:36:21	Zvednutí beranu a připevnění čidla počítání kusů			02:32,00	
0:36:22	0:38:03	Shánění paletového vozíku		01:41,00		
0:38:04	0:39:56	Odvezení Gitterboxu s díly		01:52,00		
0:39:57	0:58:44	Přestávka				18:47,00
0:58:45	1:02:15	Porada pracovníků o dalším postupu výměny				03:30,00
1:02:16	1:03:32	Vložení transferové lišty I			01:16,00	
1:03:33	1:05:05	Vložení transferové lišty II			01:32,00	
1:05:06	1:06:36	Přivedení a seřízení pásu k nástroji			01:30,00	
1:06:37	1:33:21	Seřízení transferu nástroje a transferových čelistí			26:44,00	
1:33:21	1:35:12	Nástřih dílu I			01:51,00	
1:35:37	1:37:04	Přinesení přípravku na měření dílu		01:27,00		
1:37:04	1:37:51	Měření dílu I			00:47,00	
1:37:52	1:40:12	Cesta pro náhradní díl do nástroje				02:20,00
1:40:13	1:42:11	Výměna děrovacího dílu				01:58,00
1:42:12	1:43:54	Nástřih dílu II			01:42,00	
1:43:55	1:46:11	Cesta pro prázdný Gitterbox		02:16,00		
1:45:48	1:46:37	Měření dílu II - odpovídají rozměr			00:49,00	
1:46:38		Spuštění stroje				
Celkové časy				13:40,00	57:48,00	36:45,00

9.2.2. Vyhodnocení měření

Vyhodnocené a zjištěné informace z výměn transferového nástroje se v mnoha ohledech shodují s výměnou u postupového nástroje. Provedená měření také ukázala možnosti pro zlepšení výměny.

Ani u výměn transferovaných nástrojů nemají pracovníci připravený nový nástroj v blízkosti lisu. Je však třeba vyzdvihnout dvě věci, že pracovníci mají v blízkosti lisu umístěné transferované lišty ve stojanech a lis Müller Weingartner 400 t má dostatečně robustní pomocný stůl, díky kterému je možné nástroj z lisu vyjmout v kratším časovém intervalu. To výrazně pomáhá výměnu zrychlit. Vzhledem ke stanovené časové náročnosti mají pracovníci během výměny dovolené pauzy na odpočinek. Tyto pauzy však bohužel využívají i během výměn, kde vědí, že časová náročnost nedosáhne více než tří hodin, a tak výměnu předloží minimálně jednou pauzou o patnáct minut. Stejně jako při výměně postupového nástroje se stává, že se do lisu vloží nástroj, který není po předešlé výměně řádně zkontrolován. Na poruchu se přijde až po jeho vložení do lisu, rozevření a nejčastěji až po prvním nástřihu. Nastává tedy nutnost opravy nástroje ve stroji, která výrazně prodlužuje čas výměny. Díky tomu se v podstatě ve výměně ztratí čas ztrátových nebo jiných externích činností jako je hledání měřítka nebo diskuse pracovníků.

10. Návrh řešení

V této kapitole jsou uvedené návrhy řešení pro problémy, které jsou společné u výměn postupového i transferového nástroje. V podkapitolách pak jsou uvedené návrhy zvlášť pro výměnu u postupového nástroje a zvlášť u transferového nástroje.

1. Kontrola nástroje

Nejdůležitější opatření, které je nutné zavést, protože nejvíce ovlivňuje výměnu nástrojů je zodpovědná vizuální kontrola nástroje, zde je možné zavést systém, ve kterém se bude muset pracovník podepsat na zelený nebo červený papír, který umístí k nástroji, u zeleného papíru by stvrdil svým podpisem, že je nástroj v bezvadném stavu a tím pádem jej může s čistým svědomím pracovník nechat zařadit do regálu, pokud si pracovník není jistý bezchybností nástroje, umístil by na něj červený papír, který by nástroj automaticky poslal do nástrojárny. V nástrojárně by měl být podrobený detailnímu prozkoumání a případné opravě. Při opakovaném zjištění, že některý pracovník není schopen rozeznat bezvadný stav nástroje od vadného by musel projít školením v nástrojárně, aby věděl, na které elementy nástroje se zaměřit při vizuální kontrole. Protože by to dalo signál, že jeho prvotní zaškolení neproběhlo správně.

2. Jazyková bariéra

Dalším problémem na pracovišti je jazyková bariéra mezi seřizujícími pracovníky a jejich bezprostředním vedoucím, jazyková bariéra by se mohla alespoň eliminovat například zajištěním jazykového kurzu, jako zaměstnanecký benefit nebo jako povinná součást pracovní náplně. Protože komunikace na tomto pracovišti je důležitá zejména při řešení nastalých nenadálých událostí, jako jsou například poruchy strojů. Také je komunikace důležitá i při správném zadávání úkolů, nepochopení úkolů také vede ke zbytečným chybám.

3. Náhradní čidlo a distanční plátky

Dále je vhodné ke každému lisu umístit jedno náhradní čidlo na počítání vyrobených kusů výrobků, čidlo je dle zjištění od pracovníků silně poruchové, takže když bude jedno náhradní čidlo u lisu mohlo by při výměně uspořit okolo tří minut času. Zrovna tak je vhodné na pracoviště umístit distanční plíšky pro změnu pozice modulárních částí stroje, tyto plíšky jsou dle pracovníků pro velkou část nástrojů shodné a jsou často během výměny potřeba. Jejich získání trvá přibližně stejný čas, jako získání čidla.

4. Systém v uskladňování nástrojů

Z naměřených časů také plyne, že značnou část z výměny zabere hledání nového nástroje. Zavedení systému, který přiřadí každému nástroji svojí pozici by bylo nejúčinnější, ale hlavně by se měl nástroj hledat již před započetím výměny a umístit do blízkosti stroje, na kterém

bude výměna probíhat. Vyjmutý nástroj by se měl také odložit na místo v blízkosti stroje, aby mohli na výměně pracovat neustále dva seřizovači a nemusel tak jeden čekat na druhého, když potřebuje změnit přesné umístění nástroje. Jestli není možné z bezpečnostních důvodů nechat nástroj odložený podobu výměna v blízkosti stroje, systém na uskladnění nástrojů alespoň pomůže zkrátit dobu hledání volného místa pro uskladnění nástroje. Protože by pracovník věděl, kde je pro nástroj místo a neztrácel by čas hledáním.

5. Měření pozice nástroje

Přesné umístění nástroje pracovníci měří, úhelníkem a měřítkem, z pozorování vyplynulo, že pracovníci tyto dvě měřidla během výměny také často hledají, je teda vhodné vždy po dokončení výměny použitá měřidla umístit na určené místo, aby následující směna nemusela měřidla během výměny shánět u jiného stroje.

6. Mzdový lístek

Současný čas je pro výměnu stanovený na základě mzdového lístku, který je podkladem pro odměňování seřizovače. Seřizovač tak nemá důvod nástroj měnit rychleji, než je stanovený čas na mzdovém lístku, který se pohybuje od 3 hodin do 6 hodin. Proto je pro zrychlení výměny vhodné zavést ohodnocení pracovníka jiným způsobem, například bude mít určenou výši příplatku pro výměnu za postupový nástroj a za výměnu transferového nástroje předepsaným postupem, ale nebude mít stanovený maximální čas s rezervou rovnající se času výměny nástroje. Za dodržení postupu má být finančně motivován. Vedoucí pracovník by jen zjišťoval, jestli k případnému nedodržení postupu došlo ze strany zaměstnance nebo z důvodu, že nastala neočekávaná překážka pro dodržení předepsaného postupu, na základě zjištění by pak rozhodl o udělení odměny.

C. zakazky [redacted]00 | MZDOVY LISTEK | Osobni c.

Cislo dilu: 103104 | Oznaceni: [redacted] BR 463 TE-06-11-16-01 | Cislo vykresu: KD-06[redacted]

lf.Nr.	Nazev operace	N.st.	Norma ZE	Prip.cas	MBö VS-Fakt.
10	300 Automat. lisování		110,00	300,00	

Wkz.Nr.: 8511
Vorschub : 63,5
Hubzahl : 25

4015064100 01-160 Stanzautomat Arisa

Dat. zaloz.	Poc. datum	Kon.datum	Mnozstvi	Zmetky	Podp.m.
3.06.19	3.06.19	4.06.19	20000		

dobre kusy	Potr. cas	pro str.	Jmeno	MS	DN	Vykon	Den	Mes.	R ☐ O ☐ N ☐

Obrázek 10-1*: Mzdový lístek [vlastní zpracování]*

10.1. Navržené změny pro postupový nástroj

V této podkapitole jsou uvedené změny pro postupový nástroj, je zde rozepsaný nový postup výměny, prováděný v součinnosti dvou pracovníků, navržená změna na řešení pomocného stolu lisu Arisa

a zamrzání operačního systému.

1. Nový pracovní postup

Nový postup pro výměnu postupového nástroje byl konzultovaný se seřizovači. Seřizovači pomáhali na jeho sestavení, aby bylo možné zajistit správný sled operací, protože vědí velmi dobře, jak na sebe kroky při výměně mají navazovat. Jednotlivé kroky sestaveného pracovního postupu pro dva seřizovače jsou uvedené v následujících bodech:

- Příprava nového nástroje a VZV do blízkosti stroje, když je potřeba doplnění nového svitku, tak také připravit svitek do blízkosti odvíjecího zařízení. Pracovníci také přinesou do blízkosti nástroje přípravek na měření dílu, který se bude vyrábět. Pracovníci také překontrolují, že se na správném místě u stroje nachází nářadí a pomůcky potřebné pro výměnu nástroje.
- V dalším kroku přichází zastavení stroje, odvezení gitterboxu do bezpečné vzdálenosti, druhý pracovník zajistí zvednutí beranu, aby bylo možné překontrolovat nástroj. Po zvednutí beranu jeden pracovník kontroluje nástroj a druhý v případě potřeby odřízne materiál od nástroje a vyjme zbylý materiál z nástroje, pracovník kontrolující nástroj dokončí kontrolu, na místech do té doby přikrytých materiálem. Následuje demontáž čidla. Pak společnými silami posunou dopravník do místa, kde nepřekáží výměně.
- Následuje přiblížení beranu ke stolu, aby došlo ke spojení nástroje a uvolní se hydraulické upnutí nástroje k beranu a stolu lisu.
- Poté je potřeba odebrat hydraulické upevnění nástroje. Každý pracovník má na starost jednu stranu nástroje.
- Pomocí VZV a vypodkládáním nástroje vyjmou seřizovači nástroj z lisu. Vyjmutý nástroj řidič VZV odloží vedle nového nástroje a nabere na vidlice VZV nový nástroj, vloží jej do lisu za pomoci podkládání nástroje. Když pracovník odkládá a nabírá nový nástroj, druhý pracovník očišťuje hadrem stůl i beran a následně změří místo, kam umístí kolíky pro zajištění pozice nástroje.
- Seřizovač, který odstavil VZV, jde na druhou stranu lisu, aby byl každý pracovník z jedné strany nástroje.
- Oba pracovníci přeměří pozici nástroje, poté spustí beran lisu k nástroji, umístí do drážek ve stolu i beranu hydraulické upínky nástroje, odeberou kolíky pro zajištění pozice nástroje,

pak posunou společnými silami dopravník do správné pozice a připojí jeho kabel ke stroji. Jeden z pracovníků nainstaluje čidlo na počítání výrobků.

- V případě potřeby doplnění materiálu do odvíjecího zařízení se pracovníci přesunou k části stroje, kde se nachází odvíjecí zařízení a vloží svitek, který je umístěný v blízkosti za pomoci jeřábu do odvíjecího zařízení. Pak přítlačným zařízením zajistí svitek proti rozmotání a odstřihnou pásky, které jistily svitek ve smotaném stavu. Následně navedou pás do rovnacího zařízení a do podávacího zařízení. Po výměně svitku se oba pracovníci vrátí ke stroji.
- Pracovník ovládající stroj zvedne beran lisu a začne navádět pás do nástroje. Mezi tím druhý seřizovač uklidí měřítka a používané nářadí na určené místo, aby se pracovníci ujistili, že nic nežádoucího nezůstalo v prostoru lisu.
- Po navedení materiálu k nástroji provedou pracovníci nástřih dílu, v tomto kroku jeden seřizovač ovládá stroj a druhý sleduje přes spuštěnou klec, jestli prochází materiál nástrojem správně.
- Po skončení zkušebního nástřihu jeden pracovník přeměřuje první správný výlisek v připraveném měřícím zařízení a druhý pracovník umísťuje gitterbox pod dopravník.
- Pokud odpovídá změřený díl toleranci, je stroj spuštěný. Pracovníci pak v průběhu lisování v určitých intervalech měří díly, jestli odpovídají rozměrům.

2. Pomocný stůl lisu

U lisu Arisa, na kterém byla provedená měření výměn postupového nástroje je vhodné pro snadnější vložení a vyjmutí nástroje investovat do nového robustnějšího pomocného stolu, který bude mít dostatečnou nosnost pro všechny používané postupové nástroje. V případě, že není možnost finanční investice do kvalitnějšího pomocného stolu nabízí se jako řešení jeho demontáž, protože přítomnost pomocného stolu je v jeho současné podobě spíše přítěží pro seřizovače.

3. Zamrzání operačního systému stroje Arisa

Občasné zamrznutí systému a jeho následný restart je pro firmu jen obtížně řešitelné z vlastních zdrojů, protože je potřeba tento problém podle pracovníků řešit přímo se španělským výrobcem lisu Arisa a zde je problém s komunikací, protože techničtí pracovníci firmy Arisa mluví jen španělsky. Zde také dochází k jazykové bariéře, protože zaměstnanec lisovny španělštinu neovládá na takové úrovni, aby byl problém schopný správně vysvětlit.

10.2. Navržené změny pro transferový nástroj

Tato podkapitola obsahuje popis navrženého nového postupu výměny transferového nástroje prováděný dvěma seřizovači a popis dvou navrhovaných změn, které mají pomoci zkrátit čas

přestavby lisu.

1. Návrh nového postupu výměny

Pro návrh nového postupu při výměně transferového nástroje a s ním spojeným seřízením byli oslovení seřizovači, kteří výměnu nástroje provádí často a mají tak dostatečnou praxi. S pomocí seřizovačů byl navržený nový postup výměny a seřízení. Nový postup je uvedený v jednotlivých krocích v následujících bodech:

- Příprava nástroje a VZV do blízkosti stroje, v případě výměny svitku je potřeba svitek dopravit k odvíjecímu zařízení také před zastavením stroje. Také si pracovníci přinesou odpovídající přípravek na měření dílů. Je vhodné se ujistit, zda se na svých místech nachází potřebné nářadí a nástroje.
- V druhém kroku dojde k vypnutí stroje. Pracovník, který má na své straně ovládání lisu zvedne beran. Každý z pracovníků si na své straně nástroje odsune zábranu pro přístup k nástroji. V případě potřeby se odřízne zbývají materiál z postupového nástroje. Jeden pracovník odmontuje čidlo počítání výrobků, druhý pracovník provádí kontrolu nástroje.
- Po dokončení kontroly seřizovač na straně ovládání stroje spustí beran lisu, aby se nástroj spojil, uvolní hydraulické upnutí nástroje. každý pracovník si na své straně nástroje odebere upínací zařízení.
- Seřizovač, který ovládá stroj provede zvednutí beranu. Pracovník na druhé straně lisu může rozložit pomocný stůl a jít do VZV.
- Seřizovač obsluhující VZV vyjme nástroj, nástroj umístí vedle nového, na vidle VZV nabere nový nástroj. Mezi tím druhý seřizovač očistí plochu beranu a stolu. Seřizovač obsluhující VZV vloží nástroj do lisu.
- Pracovníci změří pozici nástroje v lisu, každý ze své strany, pozici nástroje společnými silami za pomoci tyčí upraví na správnou pozici.
- V následujícím kroku pracovník ovládající lis spustí beran. Oba pracovníci umístí do drážek stolu a beranu upínací zařízení.
- Následuje zvednutí beranu, aby došlo k rozevření nástroje.
- Když by bylo potřeba doplnit materiál do odvíjecího zařízení, odeberou se oba pracovníci k odvíjecímu zařízení a vymění svitek stejným způsobem jako bylo popsáno u postupového nástroje.
- Následně jdou pracovníci pro transferové lišty a společnými silami postupně obě vloží do stroje.
- Oba seřizovači zahájí nejnáročnější část z výměny, a to je seřízení transferu s nástrojem.

- Po seřízení transferu jeden z pracovníků na správné místo umístí a zapojí čidlo, které počítá výrobky. Druhý pracovník zkontroluje, zda se v prostoru nástroje nenachází žádné odložené nářadí.
- Následuje zkušební nástřih dílu. Po vylisování prvního dílu, který je možný změřit, jeden z pracovníků díl změří, druhý pracovník vymění gitterbox, do kterého padají vyrobené díly.
- Pokud díl odpovídá požadovaným rozměrům, pracovníci spustí stroj.

2. Pauza při výměně

Pokud seřizovači nebo vedoucí pracovník ze zkušenosti vědí, že skutečná výměna transferového nástroje nebude převyšovat tři hodiny, měl by být dbán zřetel na vykonání přestávky před vypnutím nebo až po spuštění lisu.

3. Výměna svitku v odvíjecím zařízení

Během dvou provedených měření nebylo možné z výměn zjistit, jak probíhá doplnění materiálu do odvíjecího zařízení, ale vzhledem k tomu, že systém je stejný, jako u výměny postupového nástroje je možné předpokládat, že seřizovači mění svitek stejným způsobem, proto by měli změnit svůj naučený postup a svitek si na místo dopravit již před vypnutím stroje.

10.3. Shrnutí navrhovaných řešení

V kapitole Návrh řešení byly uvedené možné řešení odhalených nedostatků, které jsou příčinou dlouhého trvání výměn.

Všechny navržené změny jsou uvedené s úmyslem odstranit ztrátové a převést všechny možné interní činnosti na externí a díky tomu získat více výrobního času. Některá navržená řešení se týkají i změn v nařízeních nebo komunikaci mezi zaměstnanci, tato nařízení se mohou zdát, že s výměnou nástrojů nesouvisí, ale opak je pravdou i tyto nedostatky výměnu silně znesnadňují a jejich odstranění výrazně pomůže zrychlit výměny nástrojů.

11. Měření a vyhodnocení podle navržených změn

Aby bylo možné navržené změny ověřit byla provedená ještě kontrolní měření výměn transferového a postupového nástroje.

Během ověřovacích náměrů bylo s pracovníky domluvené, že si skutečně potřebné nářadí připraví před výměnou. Před výměnou si raději vyfasovali i nový senzor a nejčastěji používané rozměry plátků. Nový nástroj, který byl vkládaný do stroje byl před výměnou zkontrolovaný, aby byl skutečně v nepoškozeném stavu. Nástroj byl před výměnou umístěný do blízkosti stroje a VZV byl také pár kroků od stroje. Pracovníci před výměnou zkontrolovali, zda mají připravené potřebné nářadí, přípravek na měření dílů a také hadr na očištění ploch stroje. Obě ověřovací výměny byly provedené bez doplnění svitku s materiálem, ten ve stroji zůstal po předchozí zakázce a bylo tedy jen potřeba zbývající materiál odříznout od nástroje. Jednotlivé činnosti, ze kterých se přestavby stroje skládaly, jsou vypsané v tabulkách níže spolu s časy, které byly potřebné pro vykonání uvedených činností. [35, 38]

11.1. Měření postupového nástroje

Před měřením si pracovníci zkontrolovali, jestli mají připravené vše, co mohou připravit před výměnou. Také si před výměnou ještě zopakovali jednotlivé kroky nově navrženého pracovního postupu, aby se ujistili, že výměnu provedou co nepřesněji a nejrychleji.

Výsledek měření ze dne 7. srpna 2019 je možné vidět v následující tabulce, ze které je patrné výrazné zkrácení výměny.

Tabulka 11-1: *Měření výměny postupového nástroje novým způsobem [vlastní zpracování]*

Stroj:	Arisa 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
Postupový nástroj			**Čas celkem:**	0:30:05	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**	**Ext. čas**	**Inter. čas**	**Ztrát. čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje			
0:00:01	0:00:42	Zvednutí beranu a odvezení gitterboxu		00:41,00	
0:00:42	0:03:25	Kontrola nástroje a odříznutí materiálu		02:43,00	
0:03:25	0:05:43	Demontáž čidla		02:18,00	
0:05:44	0:06:40	Posunutí dopravníku		00:56,00	
0:06:41	0:07:29	Spojení nástroje		00:48,00	
0:07:30	0:08:48	Odebrání upínacích zařízení		01:18,00	
0:08:49	0:09:34	Zvednutí beranu a příprava VZV		00:45,00	
0:09:34	0:13:12	Vyjmutí a odložení nástroje		03:38,00	
0:13:12	0:15:35	Očištění beranu a stolu a rozměření a umístění kolíků		02:23,00	
0:15:35	0:19:26	Nabrání nástroje a vložení do lisu		03:51,00	
0:19:26	0:20:09	Přiblížení beranu		00:43,00	
0:20:09	0:20:52	Přeměření pozice nástroje		00:43,00	
0:20:52	0:22:14	Umístění upínacích zařízení		01:22,00	
0:22:14	0:24:52	Instalace čidla		02:38,00	
0:24:52	0:25:41	Posunutí dopravníku na pozici a zapojení		00:49,00	
0:25:42	0:26:32	Navedení pásu k nástroji		00:50,00	
0:26:32	0:29:25	Zkušební nástřih dílu		02:53,00	
0:29:25	0:30:03	Měření prvního správného dílu a umístění gitterboxu		00:38,00	
0:30:05		Spuštění stroje			
Celkové časy			00:00,00	29:57,00	00:00,00

11.2. Měření transferového nástroje

Přestavba stroje během kontrolního měření se prováděla shodně jako předchozí výměny z postupového nástroje na transferový, aby bylo možné výměny objektivně porovnat. Pracovníci si před výměnou připravili na pracovišti vše potřebné a zopakovali si stanovený nový postup výměny. Ze zkušenosti věděli, že když budou výměnu provádět podle stanoveného postupu, nebude výměna trvat za žádných okolností více než tři hodiny, proto si přestávku, která náleží k výměně postupového nástroje nechali až po skončení výměny.

Výměna proběhla 13. srpna 2019. Provedená výměna je rozepsaná po jednotlivých krocích v uvedené tabulce.

Tabulka 11-2: *Měření výměny transferového nástroje novým postupem [vlastní zpracování]*

Stroj:	Müller Weingartner 400t		**Vypracoval:**	Bosman	
Transferový nástroj			**Čas celkem:**	1:05:37	
Začátek	**Konec**	**Název činnosti**	**Externí čas**	**Interní čas**	**Ztrátový čas**
0:00:00	0:00:00	Vypnutí stroje			
0:00:01	0:00:25	Zvednutí beranu		00:24,00	
0:00:25	0:00:28	Otevření ochranné zábrany pro přístup k nástroji		00:03,00	
0:00:29	0:03:12	Demontáž čidla a odříznutí zbytku materiálu z nástroje		02:43,00	
0:03:12	0:05:05	Kontrola nástroje		01:53,00	
0:05:06	0:05:32	Spuštění beranu		00:26,00	
0:05:33	0:06:51	Demontáž upínacích zařízení		01:18,00	
0:06:52	0:07:23	Zvednutí beranu a příprava VZV		00:31,00	
0:07:23	0:08:01	Vyjmutí nástroje		00:38,00	
0:08:01	0:08:58	Očištění beranu a stolu		00:57,00	
0:08:58	0:09:24	Vložení nástroje		00:26,00	
0:09:24	0:09:36	Čekání na pracovníka obsluhujícího VZV	0:00:12		
0:09:36	0:10:39	Měření pozice nástroje a úprava		01:03,00	
0:10:40	0:11:05	Spuštění beranu		00:25,00	
0:11:05	0:12:32	Umístění upínek na pozice		01:27,00	
0:12:33	0:12:59	Zvednutí beranu		00:26,00	
0:13:00	0:14:19	Vložení transferu I		01:19,00	
0:14:19	0:15:52	Vložení transferu II		01:33,00	
0:15:52	0:53:16	Seřízení transferu		37:24,00	
0:53:17	0:56:04	Instalace čidla		02:47,00	
0:56:05	0:59:23	Zkušební nástřih dílu I		03:18,00	
0:59:23	1:00:07	Porada pracovníků			00:44,00
1:00:07	1:02:56	Zkušební nástřih dílu II		02:49,00	
1:02:56	1:03:49	Měření prvního správného dílu		00:53,00	
1:03:49	1:04:56	Hledání paletového vozíku na výměnu gitterboxu			01:07,00
1:04:56	1:05:37	Výměna gitterboxu		00:41,00	
1:05:37		Spuštění stroje			
Celkové časy			0:00:12	1:03:24	0:01:51

11.3. Shrnutí měření dle nového postupu

Z naměřených hodnot po aplikaci nového postupu výměn, které je možné porovnat s předchozími naměřenými hodnotami jednoznačně vyplývá, že čas na přestavbu stroje se v obou případech zkrátil. Nové měření jasně ukazuje, že když se pracovníci neřídí časem uvedeným v mzdovém lístku a provádí výměnu systematicky, jsou schopni provést obě typy výměn o poznání rychleji. U postupového nástroje se čas zkrátil o 1hodinu a 53 minut. Transferový nástroj pracovníci vyměnili o 1hodinu a 3 minuty rychleji. Výpočet uvedených časů je uvedený v následující kapitole Shrnutí praktické části.

12. Shrnutí praktické části

Ekonomické přínosy jsou pro firmu hlavně v možnosti získat díky rychleji provedeným výměnám více potencionálního výrobního času. Výrobní čas je možné získat v podstatě dvěma způsoby, přistoupit k efektivnějšímu měnění nástrojů nebo přikoupit nový lis a s ním spojené vybavení, lis je potřeba umístit do haly, k lisu je také nutní najmout novou obsluhu, kterou je potřeba náležitě zaškolit. Výhodou zrychlení výměn je, že se jedná o změnu, která je v porovnání s pořízením nového lisu, jeho instalací a získáním personálu na jeho obsluhu několika násobně levnější a hlavně rychlejší, téměř okamžitá. [30]

Cílem kapitoly je vyjádřit zisk z potencionálního nového výrobního času, který vznikne po zavedení nového postupu výměn nástrojů ve firmě.

Ekonomické přínosy jsou v této kapitole uvedené jen předběžnou kalkulací, protože firma nemá zájem zveřejňovat svoje cenové a nákladové strategie, proto je potřeba výpočty chápat jako orientační.

Výpočty jsou tedy zaměřené převážně na vyjádření uspořeného času, který vznikne zavedením nových postupů pro výměnu nástrojů a tím vznikne nový potencionální výrobní čas. Uspořený čas je tedy možné využit například pro výrobu většího množství výlisků.

Časová úspora je vypočítána jako rozdíl mezi časem výměny původním postupem a novým postupem. Časová úspora bude vypočítána pro jeden měsíc na stroji Arisa a Müller.

Za měsíc se provede 15x výměna postupového nástroje na stroji Arisa a 16x výměna transferového nástroje na stroji Müller.

Časová úspora = původní postup - nový postup = získaný výrobní čas

Časová úspora postup. = 143 min. - 30 min. = 113 min.

Časová úspora transfer. = 128 min - 65 min = 63 min.

Časová úspora za měsíc= získaný výrobní čas x počet výměn = nový výrobní čas za měsíc

Časová úspora postup. měsíc = 113 min. x 15 = 1695 min.

Časová úspora transfer. měsíc = 63 min. x 16 = 1008 min.

Z výpočtů vyplývá, že časová úspora za měsíc na stroji Arisa při výměně postupového nástroje novým postupem činí 1695 minut, to se po zaokrouhlení na celé hodiny dolů rovná 28 hodin, u výměny transferového nástroje na lisu Müller firma získá 1008 minut výrobního času za

měsíc to odpovídá po zaokrouhlení na celé hodiny dolů 16 hodin.

Firma sdělila, že když stroj Arisa vyrábí, vydělává v průměru 4500 Kč za hodinu, stroj Müller vydělá za hodinu 4250 Kč. Následující výpočty ukážou, kolik firma vydělá převedením času, který využívala na výměny do výrobního času. Nejprve bude vypočítaný zisk pro jednotlivé stroje a následně bude zisk sečtený za oba stroje.

Výpočet pro stroj Arisa:

Zisk = počet nových výrobních hodin x zisk za hodinu výroby = 28 x 4500 = 126 000 Kč

Výpočet pro stroj Müller:

Zisk = počet nových výrobních hodin x zisk za hodinu výroby = 16 x 4250 = 68 000 Kč

Zisk z obou strojů se zjistí sečtením zisku stroje Arisa a Müller:

Zisk celkem = 126 000 + 68 000 = 194 000 Kč

Firma má teda možnost zavedením nového postupu výměn nástrojů vydělat na dvou zkoumaných strojích 194 000 Kč za měsíc. Tohoto zisku může firma dosáhnout bez nutnosti investice, jen díky dodržování systematického pracovního postupu.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo podle zadaného projektu vypracovat postup výměny nástrojů na vybraných lisech, aby došlo k racionalizaci postupu, a tím ke zkrácení potřebného času na výměnu. Na základě teoretické části byla určena metoda SMED, díky které byly odhaleny nedostatky při výměně.

Pro naplnění cíle bylo nejprve potřeba zjistit, jak probíhají výměny současným způsobem, poté bylo nutné získané informace analyzovat a na základě výsledků definovat příčiny, které vedou ke zbytečně dlouhým výměnám. Po zjištění všech příčin bylo zapotřebí navrhnout, jak je možné zmírnit nebo zcela odstranit jejich nežádoucí vliv na výměnu. Po splnění těchto podmínek, byl navržen v součinnosti s pracovníky, kteří provádějí výměny, nový postup výměn. Nový postup výměn by sám o sobě nezaručil, že skutečně došlo ke změně, takže bylo nutné nové postupy ověřit. Proto byla provedena dvě kontrolní měření, která ukázala, že čas přestavby strojů lze skutečně zkrátit.

Změna postupu výměn s jistotou firmě ušetří čas a díky tomu poskytne nový potenciální výrobní časový fond. I kdyby se nepodařilo realizovat zavedení časově náročnějších změn, jako je prolomení jazykové bariéry mezi zaměstnanci, nebo pořízení nového pomocného stolu k lisu, tak by bylo přínosem pro firmu začít alespoň s naplňováním snadněji proveditelných změn jako jsou důraz na eliminování ztrátových operací během výměn a neustálé snahy o zjišťování, které operace by z interních časů bylo ještě možné převést na externí. Z analýzy a kontrolního měření vyplynulo, že zaměstnanci, kteří prováděli měřené operace vědí, jak správně vyměnit nástroje, ale schází jim důvod, proč daný proces vylepšovat. Proto by se firma měla primárně zaměřit na změnu nařízení, aby se všechny výměny přestaly provádět podle mzdového lístku. Ten v současné době stanovuje čas na výměnu nástrojů a zaměstnanci obsluhy strojů je z něj vyměřováno mzdové ohodnocení. Zaměstnanci tak postrádají iniciativu k vylepšení procesu a zkrácení potřebného času na výměnu nástroje.

V závěru diplomové práce je nastíněno, jaký zisk může firmě přinést racionalizace výměn postupových a transferových nástrojů pomocí metody SMED. Zavedením metody SMED může firma dosáhnout vyššího zisku nebo získat větší konkurenceschopnost na trhu. Konkrétní zjištěná hodnota pro dva zkoumané stroje činí možný měsíční zisk v podobě 194 000 Kč. To firmě přináší volné finanční prostředky, které mohou být použity na zlepšení procesů, inovace, výzkum nebo vývoj. V neposlední řadě je zde možnost využití získaných finančních prostředků přímo do zaměstnanců společnosti, kteří tak dále mohou rozvíjet své vlastní schopnosti a pro firmu být přínosem v budoucnu.

Seznam literatury

[1] CEJTHAMR, V. Management a organizační chování: manažerské chování a zvyšování efektivity, řízení jednotlivců a skupin, manažerské role a styly, moc a vliv v řízení organizací. 1. vyd. Praha: Grada Publishing,a.s., 2005. ISBN 80-247-1300-4.

[2] EDL, M., KUDRNA, J. *Metody průmyslového inženýrství*. 1. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-40-8.

[3] KISLINGEROVÁ, E. a kol.Novace nástrojů konomiky managementu organizací. 1.vyd. Praha : C. H. Beck, 2008. ISBN 978-80-7179-882-8.

[4] KOPEČEK, P., Modul 15 - Plánování a řízení výroby v digitálním podniku, [eBook] Plzeň : ZČU Plzeň, 2012.

[5] KOŠŤURIAK, J., FROLÍK, Z. a kol., *Štíhlý a inovativní podnik,* Praha : Alfa Publishing, s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.

[6] Masaaki, IMAI. Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. [překl.] Vilém Jungmann. Dotisk prvního vydání. Brno: Computer Press, a.s., 2011. ISBN 978-80-251-1621-0.

[7] MAŠÍN, I. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 8090223567.

[8] KLEČKA, J. Měření celkové produktivity firmy. In KISLINGEROVÁ, E.,KOPALOVÁ, H.,KRAUSE, J. (ed.) Nová teorie ekonomiky a managementu organizací: Sborník z mezinárodní vědecké konference. 2. díl. Praha: Nakladatelství Oeconomica, 2006. s. 629 -641. ISBN 80-245-1091-X.

[9] KÁBELE, Pavel. *Zkracování přestavovacích časů na svařovacím systému*. Plzeň, 2015. Diplomová. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.

[10] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. *Logistika - teoretická část. 1*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-35-4.

[11] *Https://www.mubea.com/cz/home/* [online]. [cit. 2020-12-02].

[12] *Http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/jidoka: Jidoka* [online]. [cit. 2020-12-03].

[13] *Http://www.svetproduktivity.cz/slovnik/Jidoka.htm: Jidoka* [online]. [cit. 2020-12-03].

[14] KOŠTURIAK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.

[15] MILLER, Jon, Mike WROBLEWSKI a Jaime VILLAFUERTE. *Kultura Kaizen: změňte pohled na svůj business a dosáhněte průlomových výsledků*. Brno: BizBooks, 2017. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-265-0618-8.

[16] *Průmyslové inženýrství: Just in time* [online]. 24.1.2018 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z:

http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-time-co-to-vlastne-je/
[17] *Ikvalita: Poka yoke* [online]. [cit. 2020-12-01]. Dostupné z: http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139
[18] SKOUMALOVÁ, Monika. *Analýza a návrh na zlepšení systému předcházení chybám Poka – Yoke* [online]. [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: http://educom.tul.cz/educom/inovace/VSY_II/VY_03_080-metody%20pr%C5%AFmyslov%C3%A9ho%20in%C5%BEen%C3%BDrstv%C3%AD%202_MZ_4.pdf]
[19] *What is 5S* [online]. [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: http://www.utvadvisors.com/wp-content/uploads/2017/04/what_is_5S_shine_sweep_example.jpg
[20] *Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku* [online]. [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku
[21] *Řízení výroby: kanban výroba tahem* [online]. [cit. 2020-12-03].
Dostupné z: https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm
[22] *Průmyslové inženýsrtví* [online]. [cit. 2020-12-06].
Dostupné z: https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovnik/prumyslove-inzenyrstvi
[23] *SMED* [online]. [cit. 2020-12-02].
Dostupné z: http://www.svetproduktivity.cz/slovnik/SMED.htm
[24] HEREJKOVÁ, Jitka. *SMED analýza vybraných procesů a následná optimalizace ve společnosti GRAMMER CZ s. r. o*. Plzeň, 2017. Bakalářská práce. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI FAKULTA EKONOMICKÁ. Vedoucí práce Ing. Martin Januška, PhD.
[25] ŠABACKÝ, Pavel. *Projekt zavedení metody SMED u konfekčního stroje RCM ve společnosti Mitas, a.s.: Zlín*. Plzeň, 2007. Diplomová práce. UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA MANAGEMENTU A EKONOMIKY. Vedoucí práce Ing. David Tuček, PhD.
[26] ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. /Racionalizace výroby/. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01028-70-4. /Lean manufacturing in the developing world/. New York: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-04950-2.
[27] HYNEK, Martin, Eduard MÜLLER a Radim BUZOVSKÝ. *POSTUPOVÉ STŘIŽNÉ NÁSTROJE: KA 04 - PLECHOVÉ DÍLY* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzn, 2014 [cit. 2021-04-02].
[28] HYNEK, Martin, Eduard MÜLLER a Radim BUZOVSKÝ. *TRANSFEROVÉ NÁSTROJE: KA 04 - PLECHOVÉ DÍLY* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzn, 2014 [cit. 2021-04-02].
[29] KOČKA, Jiří a Kamil PODANÝ. *VÝROBA KONEKTORU: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE* [online]. 2012. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014 [cit. 2021-04-06].
[30] VÝMOLOVÁ, Markéta a Denisa HRUŠECKÁ. *Projekt aplikace metody SMED ve společnosti*

WOCO STV s.r.o.: DIPLOMOVÁ PRÁCE [online]. 2012. Brno: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2019 [cit. 2021-03-28].

[31] *Famtools: Postupove sdruzene nastroje lisy* [online]. Brno, 2020 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: http://www.famtools.cz/postupove-sdruzene-nastroje-lisy

[32] IMAI, MASAAKI. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Brno: Computer Press, 2004. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0461-3.*

[33] *KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.*

[34] ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby*. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4.

[35] *Katedra strojírenské technologie - Oddělení tváření kovů a plastů: technologie plošného tváření - Ohýbání* [online]. Liberec: Technická univerzita Liberec [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.htm

[36] ČADA, Radek. *OHÝBÁNÍ: Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METODVYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVAFAKULTA STROJNÍTECHNOLOGIE TVÁŘENÍ A SLÉVÁNÍ – TEORETICKÝ ZÁKLAD* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2013 [cit. 2021-04-14]. ISBN 978-80-248-3015-5. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/463/edubase/VY_01_004/Technologie%20tv%C3%A1%C5%99en%C3%AD%20a%20sl%C3%A9v%C3%A1n%C3%AD%20-%20Teoretick%C3%BD%20z%C3%A1klad/02%20Text%20pro%20e-learning/publikovat/kapitoly/8.%20OH%C3%9DB%C3%81N%C3%8D.pdf

[37] DVOŘÁK, Radek. *Akademie tváření: Stříhání: Výroba a technologie* [online]. In: . 2010, 17. 05. 2010, s. 8 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: https://www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-strihani

[38] ŠPINLEROVÁ, Marie. *Technologie: Obor nástrojář* [online]. 1. Opava: Střední škola technická Opava, 2007 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: https://sst.opava.cz/technologie/technologie.pdf

[39] HYNEK, Martin, Miroslav GRACH a Eduard MÜLLER. *08 - Lisovací nástroj: KA 03 - pohledové díly* [online]. 1. Plzeň: Západočeská univerziza v Plzni, 2012 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: https://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_03_publikace/KA03.08-LISOVACI-NASTROJ.pdf