



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU S CÍLEM ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY

OPTIMIZING THE PRODUCTION PROCESS TO INCREASE PRODUCTIVITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ingrid Zulay Fonseca de Novak

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2020

ÚST FSI VUT v Brně

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Studentka:	Bc. Ingrid Zulay Fonseca de Novak
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Optimalizace výrobního procesu s cílem zvýšení produktivity

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh konceptu opatření pro zvýšení produktivity na předmontáži hlav vysokotlakých čerpadel CP4 pro následující období.

Cíle diplomové práce:

- Analýza současného stavu výrobních procesů a plánovaných výrobních kapacit.
- Identifikace potenciálů pro zvýšení produktivity výroby – automatizace, optimalizace apod. pro období následujících dvou let.
- Zhodnocení a priorizace jednotlivých navržených opatření, stanovit podmínky realizace a očekávané přínosy.
- Ekonomické zhodnocení navržených variant/opatření.
- Návrh časového plánu realizace zvolených variant/opatření.

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016. 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

KOŠTURIÁK, J., Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno, Computer Press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

SVOZILOVÁ, A. Projektový management. Praha Grada Publishing, 2008. 356 s. ISBN 978-80-2-7-3611-2.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha: GRADA Publishing, 2008. 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

RUSSELL, R. S. Operations management: creating value along the supply chain. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009. ISBN 9780470095157.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací layoutu výrobní linky před-montáže hlavy s cílem optimalizovat stávající výrobní proces a její produktivitu. V teoretické části jsou představeny teoretické poznatky získané studiem odborné literatury zaměřené na prostorovou optimalizaci pracoviště, štíhlou výrobu a projektové řízení. Tyto poznatky jsou východiskem pro část analytickou, která popisuje stávající stav výrobní linky včetně analýzy výrobního procesu. V navazující projektové části je vypracován projekt na optimalizaci výrobní linky.

Klíčová slova

Lean management, produktivita výroby, štíhlá výroba, zlepšování, optimalizace výrobního procesu, layout

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the optimization of the layout of the production line of the pre-assembly head in order to optimize the existing production process and its productivity. The theoretical part presents the theoretical knowledge gained by studying the literature focused on optimization of the workplace, lean manufacturing and project management. These findings are the basis for the analytical part, which describes the current state of the production line, including the analysis of the production process. In the following project part, a project for the optimization of the production line is developed.

Key words

Lean management, production productivity, lean production, improvement, optimization of production process, layout

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FONSECA DE NOVAK, Ingrid Zulay. *Optimalizace výrobního procesu s cílem zvýšení produktivity*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129485>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marie Jurová.

Citace elektronického zdroje:

FONSECA DE NOVAK, Ingrid Zulay. *Optimalizace výrobního procesu s cílem zvýšení produktivity* [online]. Brno, 2021 [cit. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129485>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marie Jurová.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **OPTIMALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU S CÍLEM ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY** vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....
Datum

.....
Bc. Ingrid Zulay Fonseca de Novak

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Jiří Jonáš za cenné připomínky, odborné rady a vedoucí této práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc., kterými přispěla k vypracování této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat společnosti XY a.s. za poskytnuté informace a získané pracovní zkušenosti, mým kamarádům-rodině, co mi podporovali během studia.

OBSAH

ABSTRAKT	6
PROHLÁŠENÍ.....	7
PODĚKOVÁNÍ.....	8
OBSAH	9
ÚVOD	9
1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	11
1.1. Definice projektu	11
1.2. Cíle projektu (SMART).....	12
1.3. Životní cyklus projektu.....	13
2 LEAN MANAGEMENT	14
2.1. Historický vývod lean managementu	14
2.2. Definice Lean Managementu.....	15
2.3. Principy Lean Managementu	15
2.4. Plýtvání.....	17
2.4.1. Druhý plýtvání.....	18
2.5. Vybrané nástroje Lean management	19
2.5.1. Mapování hodnotového toku (Value Stream Mapping)	19
2.5.2. Business Production Systém (BPS).....	20
2.5.3. Rychlá výměna nástroje (SMED).....	20
2.5.4. Totálně produktivní údržba (TPM).....	21
2.5.5. Systém 5S	23
2.5.6. Shopfloor Management Cycle (SMC)	24
2.5.7. Řízení spotřebou	25
2.6. Produktivita (OEE)	27
2.6.1. Měření produktivity	28
2.6.2. Produktivita práce.....	29
2.7. Layout Pracoviště	30
2.8. Ergonomie.....	30
2.8.1. Ergonomický audit	31
2.8.2. Základní ergonomické principy uspořádání práce pro repetitivní typy prací rukou a zápěstí.....	33

3	PŘEDSTAVENÍ ŠPOLEČNOST XY	35
3.1.	Produkty.....	35
3.2.	Výrobní prostoru.....	35
3.3.	Hala předmontáž hlavy	37
3.4.	Detail základu hlava.....	37
4.	ZADÁNÍ PROJEKTU	42
4.1	Projektový list:.....	42
5	ANALÝZA SOUČASNÉ MONTÁŽNÍ LINKY (stanice 1 – 4).....	47
5.1.	Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 4)	48
5.2.	Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 1).....	49
5.3.	Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 2).....	50
5.4.	Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 3).....	51
5.5.	Současné layout před změnu.....	52
6.	NAVRHOVÁNÍ VARIANTY LAYOUT	53
7.	VÝBĚR NOVÉHO LAYOUT A POSTUP STĚHOVÁNÍ.....	57
7.1	Layout pro kompletaci hlav klasika 1 a 2.....	57
7.2.	Layout pro kompletaci hlavy s integrovaným sacím ventilem (iSV).....	58
7.4.	Nový materiálový tok	59
7.5	Point CIP pro ML1	62
7.6	Point CIP ML2.....	63
7.7	Aktuální montážní linka po realizaci projektu	64
8.	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	65
8.1	Výpočet maximálního aktuálního výkonu stroje:.....	65
8.2	Skutečný výkon stroje	66
8.3	Výpočet efektivity stroje (OEE).....	66
8.4	Analýza neproduktivní čas	66
8.5	Analýza nové produktivního taktu v roce 2019 (po změnu)	67
8.6	Porovnání produkce v letech 2018 oproti 2019.....	67
9.	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOHY.....	73

ÚVOD

Lean management je základním principem automobilového průmyslu dnešní doby a ve všech odvětví strojírenství ve kterých se vyrábí ve velkých sériích. Lean managementu se ve strojírenství využívá již více než 70 let a neustále se rozvíjí do nových směrů a každá společnost ho přizpůsobuje svým potřebám.

Všichni dodavatelé výrobních strojů se snaží tento trend reagovat a zlepšovat technologie ať už se jedná o výrobní technologie, zvýšení bezpečnosti nebo zlepšení kontroly kvality. Z pohledu výrobní společnosti není důležité pouze pořízení nejnovějších technologií, nebo zavedení jednotlivých nástrojů lean managementu. Důležitý je především metodický postup při implementaci nové technologie nebo nástrojů lean managementu do stávajících procesů. Při zavedení nových technologií a metod se ne vždy využije jejich plný potenciál. Proto se může stát, že i přes jejich zavedení se celková produktivita výroby nezvýší, nebo naopak poklesne. Zásadní je proto jednak optimalizace ale také kvalitní kultura lean managementu ve firmě, která zahrnuje všechny pozice podílející se na výrobě, od top managementu až po obsluhu na výrobní lince. Kultura lean managementu je tedy mnohem důležitější než zavádění jednotlivých nových technologií, nebo jednotlivých nástrojů lean managementu odděleně. Zásadní roli hraje aktivní zapojování zaměstnanců na všech úrovních do procesu optimalizace a motivování jich k pozitivnímu přístupu ke změnám a učení se z chyb vlastních i ostatních. Společnosti, které pochopili filosofii lean managementu se nespolehají na nové nápady pouze z oddělení technologie, ale mají nastavené procesy pro oceňování všech zaměstnanců, kteří projeví vlastní názor na navrhované zlepšení, nebo přijdou se svým vlastním nápadem na zlepšení. Úlohou nižšího managementu ve firmě je potom zejména motivace zaměstnanců, vyhledávání nových nápadů na zlepšení, jejich implementace a v neposlední řadě jejich rozšíření mezi ostatní výrobní závody.

Implementace změn v praxi probíhá za provozu a zavádění změn, ať už rozvržení strojů, úprava strojů, nebo jejich nastavení, či softwaru, se provádí v předem naplánovaných intervalech, většinou během plánované údržby výrobních strojů. Proto je implementace nové technologie a následná optimalizace velmi zdoluhavá a každá změna se musí ověřovat v několika fázích. V praxi proto může nastat situace, kdy se předpokládá, že optimalizace zrychlí čas taktu linky v dlouhodobém horizontu, v krátkodobém horizontu ale může dojít naopak ke zpoždění z důsledku ladění všech nastavení stroje, pomalé přizpůsobivosti obsluhy na nové procesy a podobně. Z toho důvodu se někdy celý projekt optimalizace prodlouží, nebo zcela odloží do doby, kdy potřeba stabilního taktu nebude tak kritická.

Nepostradatelnou částí je také optimalizace softwaru, které se provádí jednak lokálně (na konkrétní jedné výrobní stanici) a dále optimalizace celé výrobní linky. I v tomto případě může nastat situace, kdy nebude výhodné naplno optimalizovat software stanice, kvůli zachování optimalizace celé linky. Výhodu mají provoz, ve kterých existuje větší počet identických výrobních linek. V takovém případě můžeme zavádět optimalizaci postupně, což nám zajistí dostatečný prostor pro případné chyby a s nimi spojené zpoždění.

Poslední zásadní doménou, která se dotýká této práce je rozvržení výrobních strojů (tzv. layout). Layout se nejen významnou měrou podílí na časové náročnosti výroby, ma ale i velký vliv na a na ergonomii a v návaznosti na chybovost obsluhy. V ideálním případě se dají správným rozvržením pracoviště snížit nároky na obsluhu a zredukovat tak počet pracovníků na lince.

Z výše uvedeného je patrné, že implementace a následná optimalizace výrobních linek je velice komplexní téma a je proto je nutné postupovat systematicky a s ohledem na všechny ovlivněné parametry linky. V teoretické části rozebírám historii optimalizace a její kontext v dnešní

průmyslové výrobě, do kterého jsem získala vhled díky jednak díky odborné literatuře a zejména také díky studiu procesů lean managementu, používaných společností XY. V praktické části se dále zaměřuji na analýzu současného stavu výrobní linky s ohledem na rychlost materiálového toku výrobků. Na základě této analýzy je pak představen návrh optimalizace technologie kamerového systému montážní linky O-ring a celkové optimalizace linky, v rámci které proběhla úprava softwaru i úprava layoutu.

1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Projektové řízení je definované jako umění a věda na koordinaci lidí, materiálů, peněz a časových plánů tak, aby byl daný projekt ukončený ve stanoveném čase a při plánovaných nákladech. Většina projektantů z praxe k projektovému řízení poznamená, že je to dobrý nástroj, ale i tak se v každém projektu překročí náklady, termíny a někdy se i v původních cílech projektu hledají kompromisy. Úkol projektového řízení je důležitý už v prvních fázích projektu, kde je nutné sestavit, organizovat a řídit jednotlivé projekční týmy tak, aby sledovaly harmonogram projektu. Význam a rozsah činností projektového řízení stoupá s průběhem projektu, kde se do projektu postupně zapojují další specialisté, externí firmy, dodavatelé stavebních prací a zařízení. [1]

Jurová (2016, str. 70-72) ve své knize říká: „Principy a nástroje využívané při projektovém řízení využívá lidstvo od počátku civilizace. V současné době jsou využívané při řízení projektu shrnuty v mezinárodně uznávaných standardech. K těm celosvětově patří PMI (Project Management Institute), PRINCE2 (project in Control Environments)

Mnohdy se ale různé projekty velmi podobají, proto jsou definovány standardní procesy, které jsou podporou pro řízení projektu.“ [2]

V projektech existuje šest aspektů výkonnosti, které musí projektový manažer řídit po celou dobu životního cyklu projektu:

- Čas – dobu trvání projektu
- Náklady – nakladu na změnu nesmí překročit určitou danou částku
- Rozsah – co vše je zahrnuto do rozsahu projektu a co leží mimo něj
- Kvalitu – určuje zákazník svým očekáváním
- Rizika – pozitivní i negativní co může stát, a jak se může využít, a co s tím můžeme dělat
- Přínosy – udávají důvod pro realizaci projektu, který je v souladu se strategickými cíli podniku a definují úspěšnost projektu

Tyto aspekty na sebe vzájemně působí a změna jednoho obvykle ovlivní i další aspekty.[1]

1.1. Definice projektu

Je cílevědomý návrh na uskutečnění určité inovace v daných termínech zahájení a ukončení. Uvedená definice je poněkud zjednodušující a reflektuje spíše projekty realizované soukromými subjekty, neboť tvrzení, že projekt je cílevědomý návrh na uskutečnění určité inovace neplatí zcela jistě stoprocentně u všech typů projektů. Přestože je inovační charakter projektu zpravidla zohledňován hodnotiteli při jeho posuzování, často se můžeme setkat s projekty, kdy nelze inovační charakter naplnit. Takovým příkladem mohou být projekty realizované subjekty veřejného sektoru, které jsou zaměřené např. na výstavbu a obnovu zařízení pro občanskou vybavenost a služby v oblasti volnočasových a sportovních aktivit, kultury, zdravotnictví, zařízení sociální péče, zlepšení kvality života (rekonstrukce parků, náměstí) apod. Obecně lze tedy konstatovat, že spíše u projektů realizovaných subjekty veřejného sektoru se výše uvedená definice stává rozporuplná, a to s ohledem na jejich inovační charakter. Jako příklad nám může posloužit rekonstrukce náměstí v historickém centru obce. Pro potvrzení argumentu ohledně inovačního charakteru projektů realizovaných veřejným sektorem, nám poslouží definice inovace uvedená v příručce pro rozvojová partnerství (2006, s. 2), která uvádí, že inovace je obnova a rozšíření škály výrobků a služeb a s nimi spojených trhů, vytvoření nových metod výroby, dodávek a distribuce, zavedení změn řízení, organizace práce, pracovních podmínek a kvalifikace pracovní síly. Tato definice tedy potvrzuje, že projekty realizované veřejným sektorem nejsou cílevědomým návrhem na uskutečnění určité inovace. Tato definice je tedy, jak bylo naznačeno výše, spíše charakteristická pro projekty

realizované soukromými subjekty, jejichž snahou je prostřednictvím inovací získat komparativní výhody v postavení na trhu, a tím pádem i vyšší míry zisku. [1; 27, str. 11]

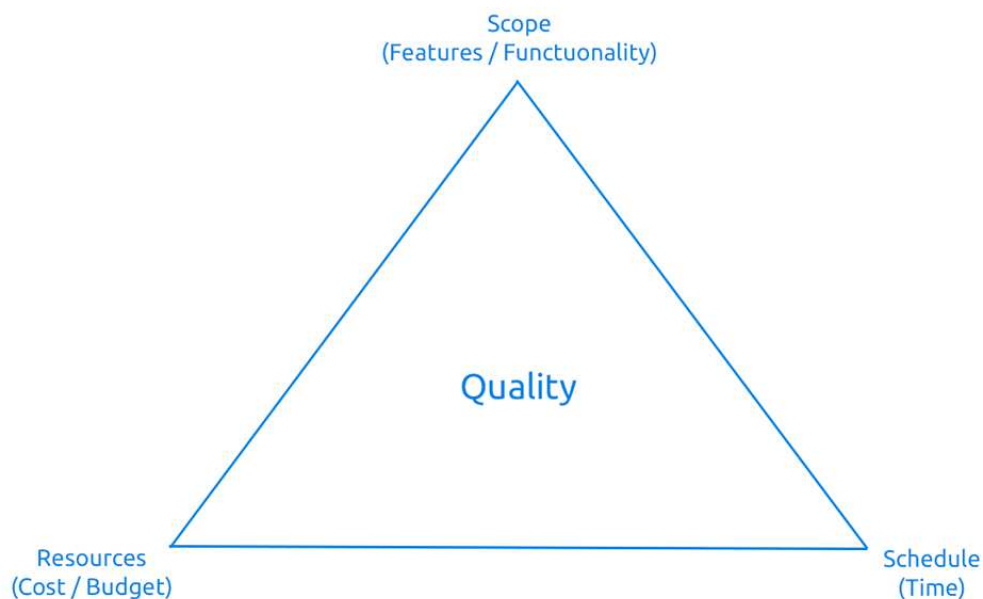
Jako na výsledek materiální nebo nemateriální povahy založený na strategickém plánu, navržený, organizovaný a realizovaný pod řízením někoho v zájmu vlastníka nebo zadavatele.

Na základě výše uvedených definic lze stručně shrnout, že mezi základní atributy projektu patří cílovost, časový horizont, rozpočet, projektový tým a jeho schopnosti, znalosti a zkušenosti. [1; 27]

Z této definice lze vydedukovat základní charakteristické vlastnosti projektu, kterými jsou:

- **jedinečnost** - projekt se provádí pouze jednou, jde o něco, co se dříve nedělalo;
- **neopakovatelnost** - i jiný podobný projekt je vždy v něčem odlišný;
- **dočasnost** - projekt má vždy stanovený začátek a konec. [1; 28, str. 12-13]

Pokud se u projektu hovoří o cílech, hovoří se zároveň o jeho troj imperativu. V tomto případě se totiž počítá se třemi základními pojmy –výsledky, čas a zdroje (Doležal, 2012, s. 66). Troj imperativ projektu je potom vyvážením těchto tří stránek. [29]



Obr. 1: železný trojúhelník [29]

1.2.Cíle projektu (SMART)

Podle Svozilové; cíle projektů představují slovní popis účelu, kterého má být prostřednictvím realizace projektu dosaženo. Obvykle se jedná o hierarchickou strukturu definovaných podmínek, stavů a vlastností, které popisují budoucí výsledek projektu. Cíle projektu jsou podstatným prvkem řízení a mají pro projekt zcela zásadní význam. A to z následujících důvodů:

- jsou základem kontraktu a všech souvisejících obchodních dohod mezi zákazníkem projektu a jeho dodavatelem,
- jakmile dojde ke schválení cílů projektu, stávají se centrálním bodem komunikace mezi zadavatelem projektu, projektovým manažerem a projektovým týmem,
- ohraničují předmětnou stránku projektu a definují výstupy, které jsou od projektu očekávány,
- jsou základem pro plánovací procesy projektu, volbu postupů a metod, jejich správného načasování a stanovení nákladů na realizaci projektu,
- poskytují rámec požadovaných parametrů a cílů měření pro kontrolní procesy deklarují stadium dosažení úspěšného dokončení projektu nebo jeho dílčí části a jsou podkladem pro formulaci závěrečných akceptačních kritérií projektu. [3, s. 82]

S	<i>Specific</i>	Cíle mají být specifické a konkrétní.
M	<i>Measurable</i>	Cíle mají být opatřeny měřitelnými parametry, podle nich lze rozpoznat, zda cílů bylo dosaženo.
A	<i>Assignable</i>	Cíle mají být přidělitelné jedinému subjektu s odpovědností a autoritou k výkonu rozhodnutí.
R	<i>Realistic</i>	Cíle mají být realistické a dosažitelné s použitím disponibilních zdrojů.
T	<i>Time-bound</i>	Cíle mají být termínované (časově ohraničené)

Obr. 2: SMART technika formulace cílů projektu. [3]

1.3. Životní cyklus projektu

Projekt je prvkem, který má charakter procesu. V době své existence se vyvíjí a nachází se v různých fázích, které se nazývají životním cyklem projektu. Existuje celá řada definic životního cyklu projektu – v této oblasti se neshodnou ani teoretici, hospodářské sektory či jednotlivé společnosti. [3]

Jisté je, že každý projekt má svůj životní cyklus skládající se z několika fází. Zpravidla je možné se setkat s rozdělením na 4-8 fází. [9]

rozděluje životní cyklus projektu na následující fáze:

- **výběr projektu** – obsah této fáze je v podstatě shodný s obsahem příslušného podnikatelského plánu, na jehož základě se management rozhodne iniciovat projekt.
- **koncepce, plánování** – v této fázi je zpracována studie proveditelnosti, definován předmět a rozsah projektu, definována struktura projektu a jeho organizační struktura, jsou definována rizika projektu a jeho podrobný rozpočet, je sestaven harmonogram projektu (podrobný prováděcí plán), plán kvality atd.

- **Realizace** – v této fázi jsou plněny úkoly dle prováděcího plánu, jsou monitorována a řešena rizika, projekt je průběžně vyhodnocován a průběžně je prováděn reporting, tedy projektové výkaznictví.
- **Uzavření projektu** – výsledky realizace jsou předány, schváleny managementem a je provedena konečná dodavatelská fakturace.
- **Audit projektu** – jedná se o průběžné vyhodnocování výsledků projektu, odstranění případných chyb, zdokonalování výsledků a zákaznický servis. [9, s. 24-25]

2 LEAN MANAGEMENT

2.1. Historický vývod lean managementu

Společnost TOYOTA byla založena v roce 1937. Kiichiro Toyoda byl jmenován výkonným viceprezidentem. Silný a nekompromisní v duchu jako jeho otec, v roce 1933 oznámil cíl vývoje celostátně vyráběných automobilů pro širokou veřejnost: „Naučíme se výrobní techniky americké metody hromadné výroby. Ale nebudeme to kopírovat tak, jak je ». Je považován za otce japonského vozidla.

Americký průmysl té doby měl velké vybavení a montážní linky. Tato úroveň zařízení vyžadovala vysokou úroveň investic, které způsobily, že výroba velkých šarží produktu snížila jednotkové výrobní náklady. Toyota neměla potřebné zdroje.

V té době se auto začalo prosazovat a trh začal požadovat pestřejší nabídku modelů.

Kiichiro Toyoda vymyslel svůj vlastní systém založený na kreativitě a vlastním výzkumu: produkce v čase. Výroba velkých šarží produktu vyžaduje značné investice a značnou pokladnu na nákup, přesun a skladování velkého množství surovin a polotovarů. Výrobní systém Toyota musel zohledňovat nízkou dostupnost zdrojů a být schopen uspokojit rozmanitou poptávku po vozidlech. Takže výrobní systém musel být založen na:

- malé stroje, na které bylo potřeba méně investic,
- vysoce flexibilní, aby se co nejdříve přizpůsobil změnám v poptávce a zkrátil dobu přechodu,
- minimální množství zásob, protože se potřeba peněžních toků snižuje a peněžní tok se zlepšuje,
- víceúčelové pracovníky a,
- silné systémy samokontroly, které zabraňují výrobě vadných produktů.

Po vytvoření výrobního systému byla jeho implementace zahájena krátce po 2. světové válce. Na konci války si Kiichiro Toyoda stanovil cíl společnosti dosáhnout úrovně produktivity amerických společností za 3 roky. Produktivita amerického pracovníka byla poté považována za 9krát vyšší než produktivita japonského pracovníka. Pokud ne, „japonský automobilový průmysl nepřežije“.

V roce 1942 byl Toyoda Yarn and Knits rozpuštěn a Taiichi Ohno (1912-1990) byl převeden na Toyota Motor. Tento inženýr byl zodpovědný za úplný vývoj výrobního systému Toyota (TPS) a jeho nasazení v celé společnosti. Díky dobrým výsledkům sklízí vedení společnosti postupně svoji odpovědnost až do roku 1975, kdy byl jmenován výkonným viceprezidentem. V roce 1978 odešel do důchodu.

Bylo to v důsledku dalšího výletu do Spojených států, který provedl Ohno v roce 1956 k návštěvě výrobních závodů General Motors a Ford, když další ze základních myšlenek TPS vznikly nechtěným způsobem: „Měl jsem největší dojem v důsledku velká implantace supermarketů v Americe ». Supermarket je místo, kde zákazník může získat to, co potřebuje, kdy to potřebuje a v množství, které potřebuje, a kde je doplněno pouze v případě stažení produktu. Ohno představil kanban, základní kámen výroby Just In Time, a myšlenku „supermarketu“, který by snížil zásoby a usnadnil kontinuální výrobu toků. [10]

2.2. Definice Lean Managementu

Koncept štíhlé výroby má svůj původ v metodice devadesátých let, která je odvozena od výrobního systému Toyota. V motorovém podniku Toyota Motor Taichii Ono a Shigeo Shingo začali inženýři společnosti Toyota začleňovat do výrobního systému určité techniky a metodiky dílů, kusů a automobilů společnosti Toyota. Vývoj těchto nových konceptů ve výrobě byl později známý jako Toyota Production System, který uznal ústřední význam zásob, motivaci zaměstnanců, rozmanitost nebo změnu modelů nebo produktů a konfigurací. Termín Lean znamená štíhlý, to znamená odstranění všech těch činností, které absorbují zdroje, ale nevytvářejí hodnotu; Vady, výrobní zásoby, čekání, pohyby a převody, mimo jiné, v Japonsku se nazývá Mudas. Systém Lean Manufacturing stále usiluje o úplné vyloučení činností, které pouze zvyšují náklady na náš produkt nebo službu a které jsou nadměrné nebo „rostou“ různými způsoby. Myšlení v rámci konceptu Lean Manufacturing poskytuje metody vytváření hodnoty pro výrobní procesy; sladuje produktivní akce podle logické a optimální sekvence; vykonává produktivní činnosti nepřetržitě; vždy usiluje o neustálé zlepšování celého procesu. [7]

2.3. Principy Lean Managementu

Štíhlá výroba využívá následné klíčové principy pro tvorbu výrobků:

- plynulý tok materiálu a informací ve výrobě;
- malé velikosti výrobních dávek;
- vykonávání výrobních operací správně hned napoprvé;
- zavedení totálně produktivní údržby (TPM);
- rychlé přetypování (SMED);
- strategie nulové chyby v každém procesu;
- aktivní zapojení a motivace pracovníků pro tvorbu přidané hodnoty;
- redukce variability dílců a procesů;
- vizuální signalizace atd. [7, s. 44]

Jak vidíme, myšlení Lean nebo Lean Enterprise je logickým vývojem štíhlé výroby; to znamená, že jde o aplikaci zásad výrobního systému Toyota na společnost, na kterou se pohlíží integrálně, ať už jde o výrobní, obchodní nebo servisní společnost jakékoli povahy. Společnost řízená podle filozofie společnosti XY může dosáhnout výhod, jako například:

- Výrazně omezovat odpadní řetězec.
- Snížit výrobní náklady.
- Snížit zásoby a prostor ve výrobní hale, skladech a prodejních místech.
- Vytvářet robustnější výrobní systémy.
- Vytvářet dodací systémy pro vhodné materiály.
- Vylepšovat rozvržení zařízení a zvyšovat flexibilitu.
- Snižovat dodací lhůty.
- Zlepšovat kvalitu.
- Optimalizovat práci.

- Zaručovat vyšší účinnost zařízení.
- Minimalizovat čekacích dob (zpoždění) [11]



Obr. 3: štlhlá výroba košturiak a frolík [11]

V užším kontextu se ve výrobních firmách definuje termín štlhlá výroba, jejíž prvky popisují autoři Košturiak a Frolík následovně:

1. **Štlhle pracoviště a vizualizace** – štlhlé pracoviště se považuje za základ štlhlé výroby. Produktivita práce jako výsledek spotřeby času, výkonové normy, výrobní kapacity závisí na pohybech pracovníka, které jsou závislé na tom, jak je navrženo a postavené pracoviště. Vizualizace je důležitým prvkem všech štlhlých podnikových procesů. Jejím prostřednictvím je možné rychle rozpoznat průběh daného procesu a co je abnormalita. Vizualní management využívá jednoduché vizualní nástroje umožňující pochopení situace na první pohled.
2. **Týmová práce** – důležitou součástí většiny štlhlých podniků a jejich fungování je týmová práce, jejíž význam spočívá zejména v komunikaci a spolupráci mezi lidmi. Prohloubení týmové spolupráce znamená pro podnik lepší výsledky, protože tým rozpoznává více problémů, vstřebává více informací a všeobecně myslí komplexněji než jednotlivci. Z toho potom vyplývá rychlejší řešení problémů a aktivní odstraňování jejich příčin.
3. **Kaizen** – jako neustálé zlepšování podnikových procesů.

Mezi základní principy filozofie Kaizen patří:

- a. Zaměření na zlepšení, která vycházejí ze znalostí a zkušeností lidí ve výrobě.
- b. Zapojení lidí do zlepšování procesů jim přináší možnost seberealizace a vyšší uspokojení z práce. Přispívá také k rozvoji schopností lidí a ke zlepšování podnikové kultury.

- c. Kaizen je atmosféra, v níž lidé spontánně přicházejí se svými nápady a zapojují se do jejich realizace.
- d. Změny „zvenčí“ jsou většinou spojeny s vyššími náklady a bývají méně stabilní.

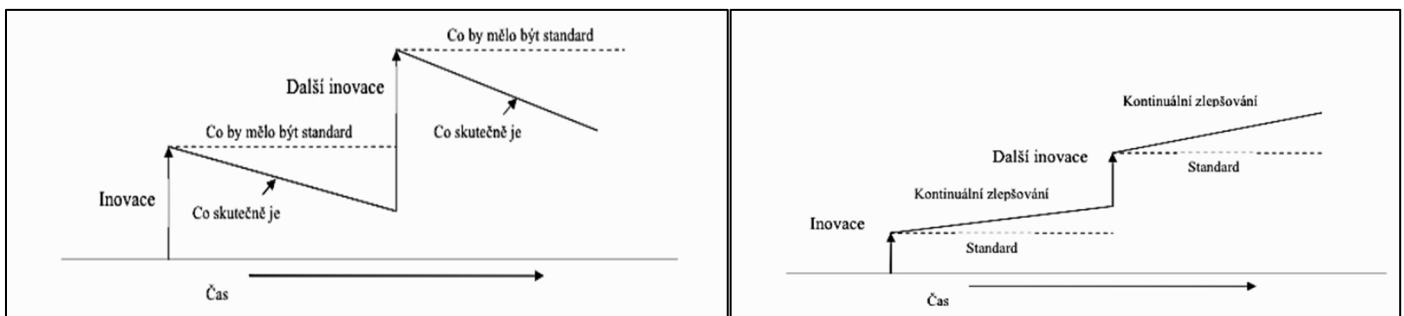
Při realizaci takových změn bez přímé účasti výrobního personálu bývají navíc takové změny hůře přijímány.

- e. Lidé by neměli být ve výrobě placeni jen za plnění výkonů a dodržování norem a předpisů. Je třeba od nich požadovat, aby se kolem sebe rozhlédli a hledali možnosti, jak práci udělat rychleji, lépe a levněji. Měli by se také snažit odhalovat plýtvání za tuto činnost je také potřeba zaměstnance odměňovat.
- f. Kaizen je filozofie vnitřní nespokojenosti se současným stavem, která říká, že zítra musí být lépe než dnes. [11, stran. 119]

4. **Štíhlý layout a výrobní buňky** – pro týmovou práci ve výrobě je nutné vytvoření vhodných prostorových a organizačních podmínek. Štíhlé uspořádání významně zjednodušuje a zkracuje toky materiálu, podporuje lepší využití nástrojů, přispívá k lepšímu využití prostorů ve výrobním provozu a efektivnosti týmové práce.

5. **Management toku hodnot** – vyvážené toky ve výrobě jsou obvykle vrcholem při zeštíhlování výroby. Plynulý tok znamená méně plýtvání, rychlejší obsluhu nebo službu pro zákazníka, spolehlivější plnění termínů a přehlednost ve výrobě. Používá se tahový systém řízení typu Kanban v různých podobách či modifikacích. [11]

Jak z obr.4 vidíme, inovace je jednorázová záležitost, po čase její účinky slábnou vlivem úpadku z důvodu dodržování standardů. Zde je pak nutnost zavedení opět nové inovace, tím se dostáváme do tzv. kolotoče na rozdíl od japonského přístupu, kde zlepšování probíhá kontinuálně. Standardy se nejen dodržují, ale zároveň se v případě potřeby aktualizují. Západní management si neuvědomuje, že zdokonalování je pomalý a postupný proces, jehož účinky se projevují až v delším časovém horizontu. [3]



Obr. 4: Vztah mezi inovacemi a metodou Kaizen dle Imai [3]

2.4. Plýtvání

Důležité je neustále zlepšovat procesy, které přidávají hodnotu (mění se produkt, činnost je provedena správně napoprvé a zákazník ji požaduje a je ochoten za ni zaplatit) a naopak eliminovat ty procesy nebo činnosti, které hodnotu výrobku nepřidávají. Štíhlá výroba je často spojována s koncepcí „just in time“, což v praxi znamená vyrábět pouze to, co je potřeba a tehdy, kdy to je potřeba.

Základem této filozofie je eliminovat plýtvání, zaangažovat všechny a neustále zlepšovat. [8]

2.4.1. Druhý plýtvání

Ve štíhlém managementu se setkáváme s označením plýtvání pocházejícím z japonského managementu – Muda a označuje ztráty, tedy činnosti nepřidávající hodnotu. Toyota definovala těchto 7 druhů plýtvání, ke kterým byl přiřazen ještě osmý typ:

Nadvýroba – jde o výrobu položek, na které nejsou objednávky. Nadvýroba může být způsobena například nesprávnou prognózou prodeje a jejím výsledkem je hromadění zásob nebo časová nadvýroba. Ta vzniká tehdy, pokud se práce vykoná dříve, než je následující pracoviště schopné přijmout produkty. Zásoby si vyžadují dodatečnou manipulaci, pracovníky, prostor na skladování nebo dopravní prostředky, což má za následek zvýšené náklady. Dalším důvodem nadprodukce je obava vedoucích výrobních linek z problémů, jako jsou poruchy strojů, zmetky, absence operátorů, a proto cítí potřebu vyrábět víc, než je potřeba (pro jistotu). Tento druh plýtvání označil T. Ohno jako „kořen všeho zla“, protože umožňuje další druhy plýtvání.

Čekání – nejčastěji se projevuje v čekání na materiál, pracovníka nebo zařízení. Tento druh plýtvání se dá rozdělit na dva druhy. První a snadněji odhalitelný je takový, když člověk čeká a pozoruje stroj, jak pracuje. Nebo když člověk čeká z důvodu poruchy stroje nebo nedostatku materiálu. Druhým druhem čekání je takové, kdy se čeká během zpracování nebo montáže produktu na výrobní lince. Může se zdát, že obsluha linky pracuje, ale čekání je skryté v každém cyklu ve formě sekund nebo minut.

Zbytečná přeprava – doprava je nezbytnou součástí výrobního procesu, ale dopravování produktů nebo materiálu nepřidává žádnou hodnotu, a navíc hrozí riziko poškození během dopravy. Tento druh plýtvání tedy vzniká při nadměrné manipulaci s materiálem, ale i při nevhodně rozmístěných pracovištích a meziskladech. Odstranění je možné dosáhnout procesním uspořádáním pracovišť a racionalizací přepravy mezi nimi. Doprava je snadno rozpoznatelná a viditelná, ale její odstranění znamená hlubší zamyšlení nad celkovou organizací podniku.

Nesprávné vykonávání procesů a operací – všeobecně vzniká při ruční práci více neshod než v práci automatizované. Nesprávné vykonávání procesů může nastat i v situacích, kde nejsou aplikované dostatečné prostředky na zabránění vzniku nekvality, jsou špatné nástroje nebo chybné konstrukční řešení výrobku. Projevuje se variabilitou mezi standardními a skutečnými pracovními postupy. Ztráty vznikají i v případě poskytování výrobků vyšší kvality, než je nezbytné.

Nadbytečné zásoby – jedna z hlavních příčin je už zmiňovaná nadvýroba. Nadměrné zásoby zhoršují hospodářské výsledky podniku, mají tendenci zvyšovat výrobní cyklus, průběžnou dobu výroby a představují pro podnik velké břemeno. Je potřebné monitorovat skladové systémy a udržovat zásoby na přiměřené úrovni. Mohou také zakrývat problémy typu nevyváženost výroby, vady, prostoje zařízení, dlouhé seřizovací časy apod. Zásoby rovněž v čase ztrácejí na kvalitě a v nejhorším případě mohou být zničeny či poškozeny. Zásoby jsou někdy přirovnávány k hladině vody, která zakrývá problémy. Pokud je hladina zásob vysoká, není třeba zabývat se problémy jako je kvalita, prostoje nebo absence a využívají se tak příležitosti ke zlepšení. Naopak při snížení hladiny zásob se problémy zviditelní a umožní (přinutí) tak zlepšování procesů.

Zbytečné pohyby – všechny pohyby zaměstnanců, které nejsou přímo spojeny s přidáváním hodnoty, jsou neproduktivní. Nastávají proto, že pracovník nemá hned k dispozici jednotlivé díly, existuje dvojitá manipulace, rozmístění pracoviště není standardizované. K identifikaci tohoto druhu plýtvání je potřeba důkladně se podívat na to, jakým způsobem používají operátoři ruce a nohy. Řešením může být reorganizace pracovního prostředí a ergonomie pracoviště.

Nekvalita (defekty, vady) - nekvalita se projevuje vyřazeným materiálem, dodatečnými kontrolami, nepravidelnou prací, existencí reklamací od zákazníků. Rozsah nákladů na nekvalitu závisí od toho, kde vznikla a kdy jsme ji odhalili. Pokud nekvalitu zjistí až zákazník, nejde jen o náklady na opravy, ale hlavně o ztrátu důvěry ve výrobek a firmu.

Nevyužitá kreativita zaměstnanců – tito pracovníci jsou buď nedostatečně využíváni, nebo není realizovaný jejich plný potenciál a nedostávají prostor na vyjádření svých názorů nebo nápadů na zlepšení pracovního prostředí. [12; stran. 19-21]

2.5. Vybrané nástroje Lean management

Společnost XY pomocí BPS neustále zlepšuje kvalitu výrobků, optimalizuje velikosti a časy dodávek a celých procesů. Dále díky BPS redukuje náklady zapříčiněné například nadměrným plýtváním. Pro zákazníka BPS znamená známku vysoké kvality, přijatelné ceny a spolehlivosti a pravidelnosti dodávání objednaných kusů. Aby Bosch mohl plnit své cíle neustálého zlepšování, aplikuje se BPS nejen na výrobní oddělení, ale také na administrativní a projektové části firmy. Nejmarkantnější uplatnění systému je stále zastoupeno ve výrobní části. Konkrétněji v optimalizaci výrobních procesů pomocí standardizace, soustředění se na mezioperační zásoby, zajištění plynulosti toku a další faktory. [16]

2.5.1. Mapování hodnotového toku (Value Stream Mapping)

VSM Spolu s dalšími je tato metoda řazena do lean production. Mapování hodnotových toků je zobrazování pomocí symbolů znázorňujících jak materiálový tok, tak informační tok. Cílem této metody je opět minimalizace plýtvání právě díky zobrazení jednotlivých toků. Metoda nejprve zmapuje dané proces (výrobní, administrativní,) ze kterého je patrné, jak například materiál proudí výrobou. Díky tomuto zobrazení pomocí několika symbolů s přesnými definicemi se vytvoří komplexní obraz zkoumaného procesu. Díky tomuto přehlednému zobrazení můžeme snadno určit, na kterou část výroby se chceme soustředit a kde se nachází úzké místo. To se potom podle speciálního symbolu zanesou do hodnotového toku. [16]

Pomocí VSM můžeme dále určit:

- sled procesů,
- lead time,
- Value Added Time (VAT) - čas přidané hodnoty,
- Non Value Added Time (NVAT) – čas bez přidané hodnoty.

Obecně se metoda VSM používá pro:

- Implementaci nového výrobního procesu,
- změny ve stávajícím výrobním procesu,
- navrhování budoucích výrobních procesů,
- navrhování změn v procesech,

- analýzách stávajících výrobních procesů. [16]

2.5.2. Business Production Systém (BPS)

Business Production System (BPS) je modifikací štíhlé výroby, implementovaný ve společnosti XY na základě zkušeností, požadavků odběratele a dodavatele a vždy zaváděný s ohledem na zefektivňování logistických a výrobních procesů stávajících i optimalizovaných.

Společnost XY pomocí BPS neustále zlepšuje kvalitu výrobků, optimalizuje velikosti a časy dodávek a celých procesů. Dále díky BPS redukuje náklady zapříčiněné například nadměrným plýtváním. Pro zákazníka BPS znamená známku vysoké kvality, přijatelné ceny a spolehlivosti a pravidelnosti dodávání objednaných kusů.

Aby mohl plnit své cíle neustálého zlepšování, aplikuje se BPS nejen na výrobní oddělení, ale také na administrativní a projektové části firmy. Nejmarkantnější uplatnění systému je stále zastoupeno ve výrobní části. Konkrétněji v optimalizaci výrobních procesů pomocí standardizace, soustředění se na meziperační zásoby, zajištění plynulosti toku materiálu a další, níže popsané faktory. [16]

V následujícím obrázku jsou zaneseny nejužitečnější kroky vyplývající z teoretických, ale i mnohaletých praktických zkušeností společnosti



Obr. 5: BPS principy [16]

2.5.3. Rychlá výměna nástroje (SMED)

Je technika snižování prostojů, tj. časů čekání (přípravy) pracoviště mezi opracováním dvou po sobě následujících různých typů výrobků. Krátké časy výměny umocňují častější výměny, čímž se zvyšuje flexibilita výroby. V případě krátkých časů přetypování se také mohou snižovat zásoby, protože výroba je schopna rychle reagovat na neočekávané zákaznické požadavky. Rychlé výměny jsou také podmínkou uplatnění malých výrobních dávek, které zajišťují krátké průběžné doby výrobků. [13,14]

- Využití této metody má více přínosů, z nejpodstatnějších je možné vybrat následující: Redukce míry defektů tím, že se snižují úpravy instalace a podporuje se kvalita hned na prvním dílu

- Redukce skladových nákladů – snížení velikostí dávek umožňuje lepší využití provozní hotovosti a výrobních prostorů
- Zvýšení flexibility výroby – zlepšení reakce na zákaznické požadavky
- Včasné dodávky – rychlá výměna nástroje podporuje schopnost organizace splnit zákaznické požadavky včas.

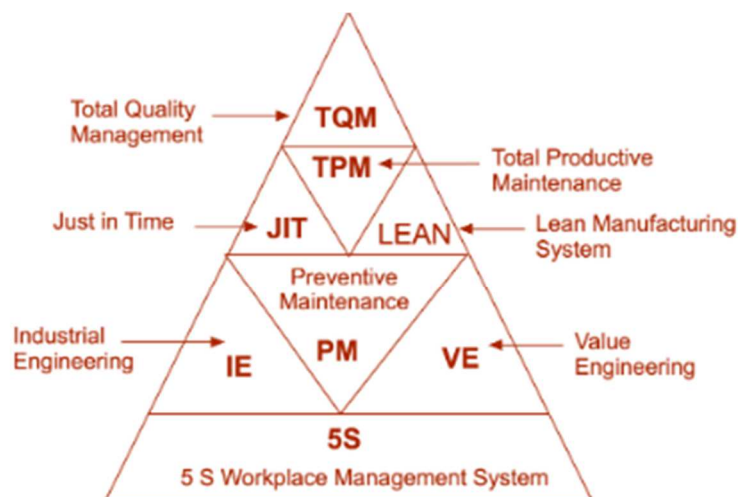
Postup metodiky SMED vychází z precizní analýzy současného stavu prováděné přímo v procesu, na analýzu navazuje změna organizace přetypování, standardizace nového postupu, trénink týmu provádějícího výměnu, dále potom zhotovením různých přípravků, pomůcek a technických zlepšení strojů nebo nástrojů. Jsou definovány dva druhy činností během přetypování interní a externí.

Interní činnosti jsou takové, které se dělají při zastaveném stroji a externí mohou být prováděny při běžící výrobě (většinou se jedná o různé přípravné činnosti před samotnou výměnou). Cílem potom je převedení co největšího počtu interních činností do externích a tím snížit dobu nutnou pro zastavení stroje. Následně je třeba se věnovat interním a externím činnostem a redukovat jejich časy. [13; 14]

2.5.4. Totálně produktivní údržba (TPM)

TPM byla popsána jako strategie výroby zahrnující následující kroky (Nakajima, 1989; Bamberet al., 1999; Suzuki, 1992): maximalizace účinnosti zařízení prostřednictvím optimalizace dostupnosti zařízení, výkonu, účinnosti a kvality produktu; zřízení strategie preventivní údržby pro celý životní cyklus zařízení; jako jsou oddělení plánování, uživatelů a údržby;

- maximalizace účinnosti zařízení pomocí optimalizace dostupnosti zařízení,
- výkon, účinnost a kvalita výrobku,
- stanovení strategie preventivní údržby pro celý životní cyklus zařízení,
- objevení všech oddělení, jako je plánování
- oddělení uživatelů a údržby,
- zapojení všech zaměstnanců od nejvyššího managementu po dělníky,
- a podpora zlepšené údržby prostřednictvím autonomních činností malých skupin. [15]



Obr. 6: Výrobní procesu v Management [15]

Základním pravidlem u TPM je, že údržba musí co nejvíce přispívat k rostoucí produktivitě a stát se tak více produktivní částí.

Postupem TPM je nejprve analyzovat ztráty a následně se všechny snaží zredukovat, nebo úplně odstranit.

Ve výrobě nalézáme těchto šest největších ztrát:

- prostoje způsobené poruchovostí strojů a dále neplánované prostoje,
- seřizovací a nastavovací časy při změnách typů a výměnách nástrojů,
- ztráty vzniklé přestávkami kvůli krátkodobé poruše stroje,
- ztráty způsobené snížením rychlosti výrobního procesu,
- ztráty způsobené špatnou kvalitou,
- ztráty způsobené náběhem výroby a ztráty při technologických zkouškách. [2, 15]

Buček a Bobák uvádějí základní pilíře TPM jako:

- Měření efektního využívání strojů (OEE) a jeho maximalizace,
- Systém autonomní (samostatné) údržby – důležitou úlohu sehrává samotný operátor, který umí jednoduché věci zabezpečit sám,
- Systém plánované údržby a systém pro návrh preventivní údržby a včasnou kontrolu a opravy zařízení,
- Trénink a vzdělávání operátorů a údržbářů – rozvoj schopností a způsobilostí,
- Systém zlepšování stavu strojů a včasného uvedení nových strojů do provozu. [15]
- K vzniku nějaké velké poruchy často dochází právě proto, že se přehlídí malé, zdánlivě bezvýznamné maličkosti (uvolněný šroub, znečištění, ...). Ztráta času při výrobě znamená, že efektivní čas stroje je nižší, než je celkový čas vyrábějícího zařízení a dále se omezuje i výrobní kapacita (viz obr. 7).

Využití výrobního zařízení z hlediska ztrát



Obr. 7: Využití výrobního zařízení z hlediska ztrát [16].

Jak ztráty zasahují do plánovaného času výroby?

- Ztráty dostupnosti

Technické – ztráty přeseřizováním a poruchami větší, jak 5 minut,
Organizační – nedostupnost lidské síly, nedostatek materiálu.

- Ztráty výkonové

Malé ztráty, které jsou větší, jak 5 minut, způsobené nečinností strojů či pracovníků.

- Ztráty kvalitativní

O produkce zmetků, přepracování kusů a úprava nastavení strojů při výrobě zmetků. Do ztrát u skutečné výroby bychom dále měli zařadit i TPM. Velmi důležitým prvkem při určování TPM je celková efektivnost zařízení, v XY častěji používaná zkratka z anglického Overall Equipment Effectiveness – dále jen OEE.

Uvádí se v procentech a běžně se pro představu hodnota OEE u výrobních jednotek, která je větší, jak 85 % bere za efektivní stanici. [16]

2.5.5. Systém 5S

5S je metodika, jejímž cílem je zlepšit v organizaci pracovní prostředí a tím i kvalitu, nulové chybovosti, snížení nákladů a bezpečného pracovního prostředí. Přístup k metodě je založen na zvýšení samostatnosti zaměstnanců, na týmové práci a vedení lidí. Vlastní označení 5S je tvořeno z pěti japonských slov začínajících na S. Ta slova jsou:

- **Seiri** = pořádek na pracovišti (Organisation), znamená odstranit všechno nepotřebné, co na pracoviště nemá být.

- **Seiton** = vytřídění, uspořádání (Neatness), prvním kroku jako potřebné musí být uloženy na stanoveném místě za snadného a okamžitého použití.
- **Seiso** = čistota, udržování pořádku (Cleaning), pracovníku musí dodržovat pokyn k vyčištění pracovní linky.
- **Seikutsu** = standardizace (Standardisation), se snaží o zařazení kroků čištění a manipulování s prvky, jako běžnou část pracovních postupů,
- **Shitsuke** = standardizace, zaškolení (Discipline). Systematické a trvalé zvyknutí si a udržování zavedené proces. [16]

2.5.6. Shopfloor Management Cycle (SMC)

Jedná se o velmi důležitou oblast, která je velmi významnou částí BPS. SMC obsahuje velké množství prvků od definice jednotlivých částí výroby, až po optimalizační nástroje tvořící spolu s dalšími definicemi optimalizační cyklus. Tento cyklus se ve firmě XY velmi často využívá k optimalizace kolísání faktoru OEE.

Jednotlivé části SMC:

- **Hodnotový tok**

o hodnotový tok poskytuje informaci a toku informací a materiálu v procesu. Obsahuje několik značek pro usnadnění jeho znázornění. Definice těchto faktorů je nezbytná pro orientaci v hodnotovém toku, který znázorňuje tok materiálu a informací ve výrobním procesu. Jednotlivé části hodnotového toku určují typ toku materiálu, maximální a minimální hodnoty materiálu na jednotlivých místech výroby a celkově slouží k usnadnění orientace v daném procesu.

- **Diagram doby taktu**

V tomto diagramu se porovnává zákaznický takt s taktem výroby. Zároveň určuje úzké místo, na které se pak zaměřují optimalizační nástroje.

V diagramu můžeme pozorovat porovnání časů jak strojních pracovišť, tak časy jednotlivých pracovníků. Diagram je tedy ideálním zobrazením vytížení a následného rozložení práce na okolní stroje i pracovníky.

- **Hodinové sledování počtu kusů**

Jedná se o manuální zaznamenávání počtu kusů. Kontroluje POT (přestávky, předávání směny). Údaje by měly být vždy aktuální. Z toho důvodu se zaznamenávají každou hodinu a u společnost se diskutují výsledky vždy na ranní směně při pravidelných poradách. Počty zmetkových kusů se zaznamenávají vždy s přesností na jednotlivé kusy. Plánovaný počet kusů by měl odpovídat POT/h. Hodinové sledování počtu kusů je základem pro stanovení OEE.

- **Sledování OEE**

OEE je měřicí nástroj určený pro odhalení ztrát ve výrobě. Sledování OEE je velmi důležité z hlediska detekce ztrát strojů a procesů pro určení cíle pro optimalizační procesy. Sledování OEE je zaznamenáváno a porovnáváno v grafické podobě.

- **Paretoanalýza**

Opět se jedná o zlepšovací nástroj, který se zaměřuje na tři hlavní chyby sledovaného procesu. Většinou se jedná hlavně o kvalitativní a organizační ztráty. Paretoanalýza potřebuje pro svoji funkčnost sledování procesu po delší časový úsek (minimálně měsíc). Po delším sledování se vyberou nejčastější a největší chyby, které je nezbytné eliminovat. Cílem této analýzy

je detekovat hlavní chyby a zredukovat je na nulu.

- List pro řešení problémů (PLB)

Jedná se o předposlední část SMC. Management zvolí přiměřenou metodu pro řešení daného problému. Dále je prověřováno, zda byla vybrána vhodná metoda řešení problému. Je tedy nezbytné další sledování procesu.

Realizace PLB je prováděna pomocí devíti kroků PDCA (plan = plánování, do = provedení, check = kontrola, act = reakce),

- ✓ Plan (P)– definice problému, shromáždění faktů, okamžitá opatření, analýza dat, analýza příčin,
- ✓ Do (D)– opatření,
- ✓ Check (C)– kontrola účinnosti,
- ✓ Act (A)– standardizace, ukončení.

- PDCA graf

Jedná se o nástroj ke sledování efektivnosti daného opatření. V grafu je zanesen očekávaný užitek, jako výsledek opatření. Stanoví se tedy cíl a doba jeho trvání. I když například vyjdou jednotlivá opatření kladně, tak může PDCA vyjít negativně a je nutné doplnit dalšími opatřeními. [16]

2.5.7. Řízení spotřebou

Současné způsoby řízení výrobního systému jsou definovány z pohledu řízení:

- Informačních toků až ke konkrétní operaci (pracoviště),
- Materialových toků

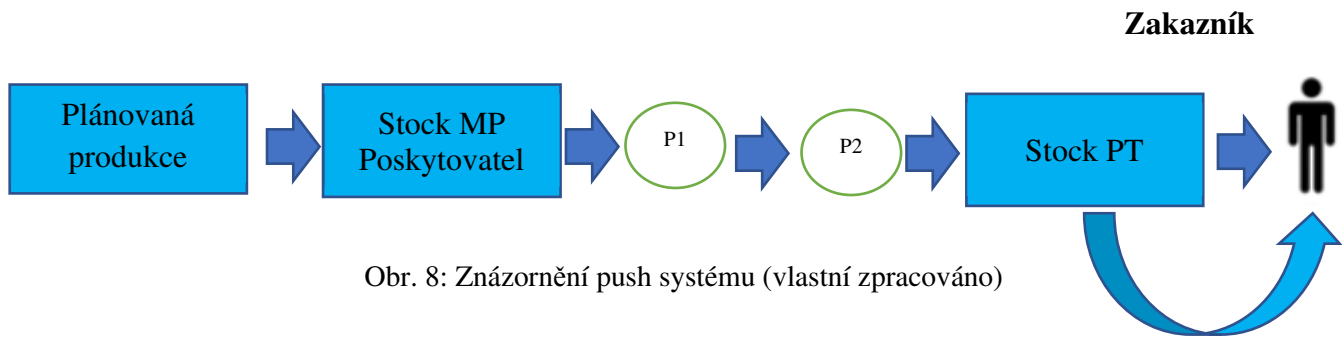
Způsoby řízení a tím i zadávání ukolů na konkrétní pracoviště, jejich sledování a zajištění časové vázanosti jsou prováděny s využitím informačních technologií [17]

➤ System Push

Když plánování tlačí na výrobu (push), jsou velikosti výrobních zakázek založeny na střednědobých nebo dlouhodobých předpovědích, takže jsou obecně velké a variabilní a generují vysoké zásoby, jejichž náklady jsou kompenzovány ekonomikami produktová škála. Tento přístup je vhodný, když výroba produktu čelí významným úsporám z rozsahu.

Systém začíná výrobou, bez ohledu na požadavky trhu, a poté, aby se nezastavily výrobní prostředky, bude se nadále vyrábět, dokud nebude mít vysokou zásobu produktů a následné skladování, dokud nebude tlačit k prodeji na trhu viz obr.10. To znamená, že se vyrábí vše, co umožňuje produktivitu a je tlačeno směrem k dalšímu procesu, a tak dále až do dosažení konečného zákazníka, který rozhodne o nákupu nebo počká, dokud se neobjeví produkt nebo služba, která vyhovuje jejich potřebám.

Hlavním problémem tohoto systému je to, že prognózy nejsou vždy správné a často upadají do nadprodukce, což v dlouhodobém horizontu vede společnosti k zbytečnému utrácení velkého množství peněz. [16; 17]



Obr. 8: Znáznění push systému (vlastní zpracováno)

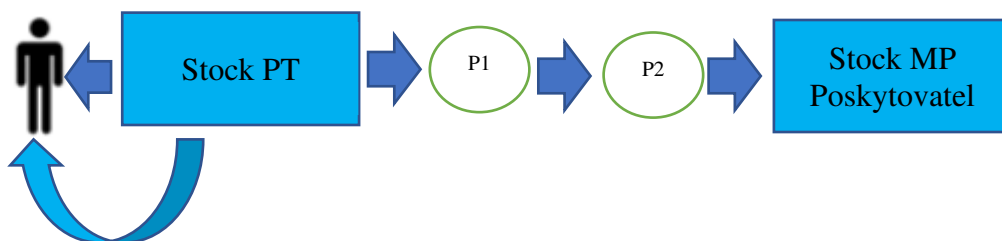
➤ System Pull

Když poptávka po produktu určuje, kolik produkce (tahový přístup), jsou velikosti výrobních objednávek malé, generují se nízké náklady na zásoby a nízké riziko zastaralosti produktu. V systému Pull jsou hlavní zaměřeni spotřebitelé a jejich potřeby.

Nevýhodou tohoto přístupu je nutnost mít kapacitu pro období špičkové poptávky, nižší úspory z rozsahu než tradiční přístup push.

V systému tahu, tahu je pohyb materiálu a výrobků vždy přizpůsoben požadavku (nic se nestane, dokud to není skutečně nutné). V přehledu nebudou výrobci vyrábět nic, pokud nebude poptávka na trhu, a bude to stahovat výrobky z výrobního závodu. Provozně bude první operace (poptávka) vytvářet požadavky na výrobu, zatímco druhá (výroba) bude umožňovat výrobu produktů. [16, 17]

Zakazník



Obr. 9: Znáznění pull systému (vlastní zpracováno)

Cíle řízení výroby by měly být vždy odvozovány z cílů vytyčených v podnikové strategii (business strategy).

Bezprostředně pro oblast řízení výroby z toho většinou bývají odvozeny dva základní širší cíle:

- Maximální uspokojení potřeb zákazníků,
- Efektivní využívání disponibilních výrobních zdrojů

Konkretizace těchto cílů znamená výrobu výrobků vysoké technicko – ekonomické úrovně a kvality v souladu s požadavky zákazníků, včasnou realizace výrobních a technologických

inovací, zvyšování konkurenceschopnosti a optimalizace spotřeby výrobních faktorů. Důležitým dílčím cílem řízení výroby je rovněž integrace a koordinace úsilí pracovníků a zainteresovaných orgaizačních útvarů za účelem dosahování nejlepších výsledků.

Podle konkrétních podmínek bývají vytyčovány některé další cíle řízení výroby:

- Jakost a spolehlivost dodávek/služeb v souladu s očekáváním zákazníka,
- Vysoká pružnost výroby ve smyslu schopnosti pozitivně a rychle reagovat na požadavky zákazníků, týkající se funkcí kvality, množství a cen výrobků a požadovaných termínů jejich zhotovení,
- Zkracování průběžných do výroby,
- Snižování nákladů, zásob a rozpracované výroby,
- Vysoká produktivita,
- Plynulost a rychlost materiálových toků,
- Efektivní využití disponibilních výrobních kapacit,
- Zabezpečení informačních procesů včetně návazností na související subsystemy. [18]

2.6. Produktivita (OEE)

Existuje mnoho způsobů, jak definovat produktivitu. Produktivitu lze definovat jako účinnost využívání výrobních vstupů při výrobě hmotných i nehmotných výstupů. Obecně lze produktivitu vyjádřit poměrem výstup/vstup, měřeným ve výrobním procesu za určitý časový interval. Výrobou se v širším smyslu slova rozumí transformace vstupů v užitečné výstupy výrobky či služby, proto se produktivita týká všech podniků, výrobních i nevýrobních. Objektem měření produktivity tedy je obecně výrobní systém, respektive subsystem, vymezený jednotou výrobního výstupu, výrobního vstupu a výrobního procesu. Výrobní systém obsahuje všechny činitele účastnící se procesu výroby, jako jsou provozní prostory, technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníky, nedokončené a hotové výrobky a v neposlední řadě také odpady. [19; 20]

Efektivní využití výrobních zdrojů je možno zjišťovat produktivitou jako jedním z možných ukazatelů z makroekonomického i mikroekonomického hlediska. Produktivita je významným zdrojem hospodářského růstu, konkurenceschopnosti země a trvalého zlepšování kvality životní úrovně z pohledu národního hospodářství. V podnikových procesech produktivita vyjadřuje míru efektivnosti využití výrobních vstupů a jejich vzájemné působení v transformačním procesu výroby. [19; 20]

Ukazatel produktivity = výstup/vstup např. čas práce

Pro provedení analýzy jednotlivých typů produktivity je nutno vymezit ukazatele a jednotky vyjadřující objem produkce, zadat časové období, za které se produktivita sleduje např. denní, měsíční, roční a vybrat počet a kategorii výrobních faktorů, jejichž produktivita se sleduje. [20,23]

Vysoké produktivity se dosahuje měřením efektivnosti využívání výrobních faktorů. Produktivita pak roste z rozdílů mezi tempem růstu výstupu a tempem růstu vstupu.

Typy produktivity

S níže uvedenými hlavními typy produktivity je možné se setkat v ekonomické teorii a praxi:

Rozlišení podle toho, zda má nebo nemá hodnotový rozměr:

- **Technická**, je relací výstupu a vstupu poměřovaných pouze v naturálních jednotkách,

- **Technickoekonomická**, je relace výstupu a vstupu poměřovaných naturálními jednotkami v hodnotovém peněžním ocenění,
- Rozlišení podle stupně agregace:
- **Mikroekonomická**, se vztahuje k určité konkrétní výrobě nebo podniku,
- **Makroekonomická**, je zjišťovaná za národní ekonomiku rozlišení podle komplexnosti uvažovaného vstupu,
- **Celková**, jsou s výstupem poměřovány všechny použité složky vstupu (všechny výrobní faktory např. kapitál, práce, energie, materiál, služby aj.)
- **Parciální**, poměřuje relaci výstupu a určitého druhu užitého vstupu (např. produktivita práce)

Při řízení podniku i jednotlivých vnitro podnikových útvarů má klíčovou roli sledování a řízení právě produktivita parciálních, především produktivity práce. [20]

2.6.1. Měření produktivity

Produktivita se měřit pomocí různých ukazatelů, cíl produktivity má změřit efektivnost využití výrobních faktorů.

Aby měření byla efektivní musí se tyto body nastudovat:

- **Technologie**

Znamená nové lepší zboží a služby, aby byly lepší jejich produkce a distribuce.

- **Efektivnost**

Je koncept, který je založen na fyzikálním základu, a to poměru inputu a outputu. Efektivnost využití jednotlivých faktorů se může měřit pomocí produktivity výrobních faktorů.

- **Reálné úspory**

Jednoduše může se definovat jako růst reálných úspor způsobený zvyšováním produktivity.

- **Benchmarking v produkčním procesu**

Pomocí tohoto systému se určí neefektivnost ve výrobních procesech

- **Životní úroveň**

Díky zvyšování kapitálu a produktivity práce lze říct že také roste životní úroveň. [18; 22; 23]

Rozdíl mezi efektivností a produktivitou: Efektivnost je užší pojem než produktivita. Efektivnost se týká jen jednoho určitého zdroje, zatímco produktivita se týká okolností a podmínek fungování.

Konkurenční schopnosti výroby můžeme dosáhnout:

- zaměřením na dlouhodobé investice namísto na krátkodobé finanční výsledky,
- podnikáním do zahraničí a vyšším zapojením do mezinárodní spolupráce,
- odstraněním podnikových komunikačních bariér,
- lepší komunikací s ostatními podniky, výměnou informací zkušeností manažerů,
- více investovat do lidí i zařízení,
- úsilím nejen rozvojem výrobků, ale i v rozvoji výrobní základny, [18; 22]

2.6.2. Produktivita práce

Produktivita práce je značně sledovaným ukazatelem. V tomto ukazateli se prací rozumí pouze živá práce. Práce vykonávaná pracovními silami, spotřeba pracovních vstupů, vdané výrobě v daném období vyjadřuje živou práci spotřebovanou v určitém období ve výrobě. Produktivitu práce je možno sledovat a vyhodnocovat na podnikové a vnitropodnikové úrovni, nýbrž i na úrovni národního hospodářství. [23, 24]

Produktivitou práce se rozumí množství výstupů, vyprodukovaného za určité množství odpracovaných hodin produktivita práce udává, jak se zvýší produkce výrobků a služeb při nezměněném množství práce. Produktivita práce vyjadřuje úsilí lidí zvyšovat účinnost vynaložené práce.

Je parciálním ukazatelem produktivity, poměrně snadno měřitelným. Produktivita práce sleduje efektivnost všech druhů práce a jejich vliv na konečnou produkci. V současnosti se chápání produktivity přiklání k vědeckému, technologickému a kvalifikačnímu přístupu vnímání pracovních aktivit místo dřívějšího výrobně technického přístupu. Produktivita práce vyjadřuje objem vyprodukovaných hodnot, které připadají na jednotku spotřebované práce za dané období podle toho, v jakém období se zjišťuje. Vyjádřeno jako množství produkce, vyrobené jedním pracovníkem za jednotku času a měří se pomocí uvedených syntetických ukazatelů. Produktivita práce z pohledu podnikové všeobecně platné zásady by měla růst rychleji než mzdy zaměstnanců – podnikové náklady na pracovní sílu. [20]

Klíčovým faktorem produkce je výrobní faktor práce, z tohoto důvodu jsou v ekonomice stále vyhledávány nové možnosti jejího zefektivnění, tedy zvýšení její produktivity. Hnací silou ke zvyšování produktivity mohou být nové technologické inovace, aplikované v podobě informačních a komunikačních technologií, hmotná zainterесovanost ekonomických aktérů, konkurenceschopnost, design, kvalita, management práce. Vzdělání a motivace pracovní síly, realokace faktorů mezi odvětví, popřípadě změny míry využití vstupních faktorů, v některých odvětvích přírodní podmínky a ekologizace či rostoucí výnosy z rozsahu je nutno brát v potaz při zvyšování produktivity. Míra produktivity práce neměří pouze specifický přínos práce, ale závisí na vlivech recipročního působení všech výrobních faktorů v transformačním procesu. [23, 24]

Následující kapitoly bude popsány podrobnosti, jak se počítá u společnosti produktivita.

Faktory ovlivňující OEE:

- míra využití
- míra výkonu
- míra kvality

Je třeba zahrnout všechny výše uvedené faktory pro správné stanovení OEE. [16]

Pro výpočet OEE v společnosti se používá 2 vzorce vztahující:

$$\text{➤ Celk. efektivní čas zařízení} = \frac{\text{plánovaný čas výroby}}{\text{skutečná výroba}} \times 100 \quad (2.4.)$$

$$\text{➤ Celk. efektivní čas zařízení} = \frac{\text{aktuální množ. produkce} \times \text{čas cyklu}}{\text{plánovaný čas pro výroba}} \times 100 \quad (2.5.)$$

2.7. Layout Pracoviště

Layout, nebo také prostorové uspořádání pracoviště má velmi významný vliv na efektivitu celého podniku. Týká se uspořádání jednotlivých výrobních oddělení, pracovních stanic, nástrojů, strojů a dalšího potřebného vybavení s důrazem kladeným na pohyb práce. Podstatou prostorového uspořádání je účelné rozmístění výrobního zařízení tak, aby pracovník měl co nejlepší podmínky pro výkon své práce. Vhodné uspořádání pracoviště má velký vliv na kapacitu celého systému a stejně tak ovlivňuje i výrobní náklady, především náklady na manipulaci a přepravu materiálu. Nalézt optimální uspořádání pracoviště není vždy jednoduché, ale je velmi důležité. [1 ; 25, str. 13,]

Existují základní okolnosti ovlivňující prostorové řešení výroby, kterými jsou:

- **Generel organizace** – jedná se o situační rozmístění objektů organizace, příjezdových cest, vnitrozávodních komunikací apod.
- **Sít' komunikací**
- **Charakter budov** – představuje informace o účelu objektů, jejich podlahové ploše, půdorysu, prostorovém řešení, nosnosti, rozmístění chodeb, dveří, jejich velikosti atd...
- **Inženýrské sítě** – rozvody elektrické energie, vody, kanalizace, páry apod. Mohou značně ovlivnit prostorové uspořádání výroby.
- **Typ výroby** – čím je vyšší stupeň výroby, tím jsou kladeny vyšší požadavky na uspořádání jednotlivých výrobních prvků.
- **Manipulační prostředky** – například jeřáby s pevnými drahami, závodní železnice nebo další stabilní zařízení.
- **Technologický postup** – technologická náročnost výroby je dalším vlivem, se kterým je nutné předem počítat. [1, 11]

Prostorové uspořádání výroby bývá zpravidla individuální (volné) nebo skupinové. Individuální rozmístění se používá u nižších typů výrob, kde se výrobní procesy neopakují, a celkový počet pracovišť je malý. Pro rozmístění zařízení je poměrně obtížné určit společné znaky jednotlivých výrobků a operací. Skupinové rozmístění je uplatňováno ve složitějších typech výrob. Dělbá práce zde má klíčovou roli v seskupování a úpravě pracovišť. Zařízení jsou orientována podle dvou základních hledisek. Buď na základě příbuznosti operací a použité technologie do technologického uspořádání, nebo na základě charakteru vyráběného předmětu do uspořádání předmětného. V praxi je možné se setkat i s kombinací těchto dvou řešení. [1, 11]

2.8. Ergonomie

Mezi nejčastější pracovní polohy můžeme zařadit sed a stoj, ale vyloučit nelze ani další, jako například leh nebo dřep, zařadit sem musíme také chůzi. Žádný pohyb nebo držení těla však není možné striktně označit za optimální. Aby byly eliminovány záporné fyzikální vlivy, které působí na lidské tělo, doporučuje se v maximální možné míře kombinovat sezení, stání a přecházení. Při dodržování zásad ergonomie je možné snížit zatížení na pracovníka a zjednodušit konkrétní pracovní postupy. Pozitivně se to odrazí také na poklesu zranění pohybového aparátu pracovníků a s tím spojených pracovních neschopností. (Ergonomické hodnocení pracovního místa, 2004)

Základní pravidla ergonomie by se dle definovat takto:

- pracovat v neutrálních polohách (bez zbytečného ohýbání se, s hlavou rovně a svěřenými rameny);
- snižovat přebytečnou sílu (zkrátit vzdálenosti pro přenášení, úprava úchytů);
- mít vše na dosah;
- odstranit zbytečné pohyby využitím pákových mechanismů nebo převodů;
- odstranit tlakové body (zakulatit hrany, vylepšit uchopení – eliminace puchýřů);
- cvičit a pohybovat se;
- poskytovat volný prostor pro chůzi;
- udržovat příjemné prostředí bez hluku, otřesů, zimy, či naopak horka apod.;
- zmenšovat únavu a statické zatížení přestávkami, střídáním poloh;
- pracovat ve vhodných výškách. [1 ; 11, str. 234-235,]

2.8.1. Ergonomický audit

Ergonomický audit se používá ke kontrole podmínek na pracovišti a hodnotí pracoviště z pohledu organizace, uspořádání pracovního místa, vynaložené síly, použití nástrojů atd. V případě, že je zjištěna odchylka od definovaného rozmezí, musí podnik provést příslušná nápravná opatření. [1; 26]

Mezi nejdůležitější kritéria pro hodnocení pracovního místa patří:

rozměry – minimální nezastavěná podlahová plocha, minimální světlá výška, minimální vzdušný prostor, přístupové a únikové cesty, výška pracovních a manipulačních rovin, oblastí dosahů horních i dolních končetin a jejich závislosti na základní pracovní poloze (vsedě, ve stoje, střídání obou poloh).

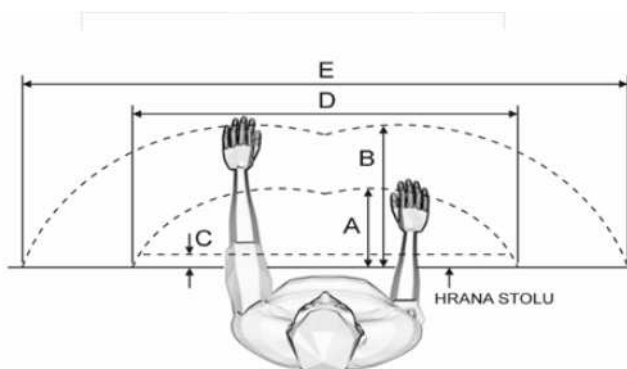
pracovní poloha hlavní a vedlejší – zda odpovídá vykonávaným pohybům, rozměrům a hmotnosti předmětů při manipulaci s nimi, zda ovládací prvky jsou v dosahu, zda přímo sledovaná místa a umístění sdělovačů jsou dobře viditelné ze základní (hlavní) pracovní polohy a zda nedochází k fyziologicky nežádoucí pracovní poloze, jako je např. nutnost trvalejšího předklonu a výponu trupu, jeho otáčení do stran o více než 60 ° apod.

• **pracovní pohyby** – zda jsou střídavě aktivovány různé svalové skupiny a nedochází k jejich dlouhodobému a jednostrannému přetížení, zda dráhy pohybů odpovídají pohybovým stereotypům.

• **fyzická namáhavost** – zda manipulace s břemeny jako jsou obrobky, dílce, vyměnitelné součásti stroje apod. nepřekračují přípustné limity, tj. jejich hmotnost, frekvence zvedání a přenášení, přípustné dráhy a vzdálenosti. Zda je pracovní místo vybaveno mechanizačním zařízením pro přenášení těžkých břemen či je využíváno jiných technických prostředků.

• **technická vybavenost a uspořádání** – zda jsou k dispozici skříňky na nástroje a pomůcky, zda rozmístění technologických prostředků sestavy strojů a dalších technických zařízení je přehledné, snadno přístupné i při vykonávání oprav, seřizování apod. Zda součástí pracovního místa je sedadlo a zda vyhovuje. [1; 26]

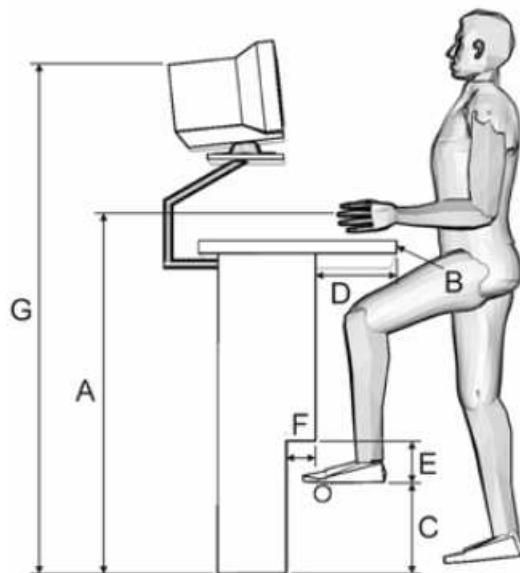
Kritéria	Doporuč. rozměry	Výsledky měření	Přijatelnost
A. Doporučený dosah dopředu	30 cm	_____	ano – ne
B. Rozšířený dosah dopředu	46 cm	_____	ano – ne
C. Min.vzdálenost pro provádění práce dopředu	2,5–10 cm	_____	ano – ne
D. Doporučený dosah do stran	102 cm	_____	ano – ne
E. Rozšířený dosah do stran	152 cm	_____	ano – ne



Obr.11: Checklist pro horizontální dosahové vzdálenosti [26]

• **riziko působení škodlivin** – jak je zamezeno úniku škodlivin např. prachu, chemických látek do ovzduší, přenosu vibrací, záření a dalších faktorů negativně ovlivňujících zdraví. (Ergonomické hodnocení pracovního místa, 2004) Při hodnocení jsou obvykle používána různá hodnotící hlediska. Příklad formuláře pro hodnocení pracovního místa znázorňuje následující obrázek (Obr. 11).

Kritéria	Rozsah	Změřeno	Přijatelný
A. Práce ve výšce rukou			
Jemná práce	97–127 cm	_____	ano – ne
Lehké kompletování	84–107 cm	_____	ano – ne
Těžká práce	71–99 cm	_____	ano – ne
B. Oblé okraje	2 mm (radius)	_____	ano – ne
C. Výška nohy od podlahy	15 cm	_____	ano – ne
D. Prostor pro kolena	min. 13 cm	_____	ano – ne
E. Výška prostoru pro nohy	min. 15 cm	_____	ano – ne
F. Hloubka prostoru pro nohy	min. 15 cm	_____	ano – ne
G. Výška monitoru	137–173 cm	_____	ano – ne



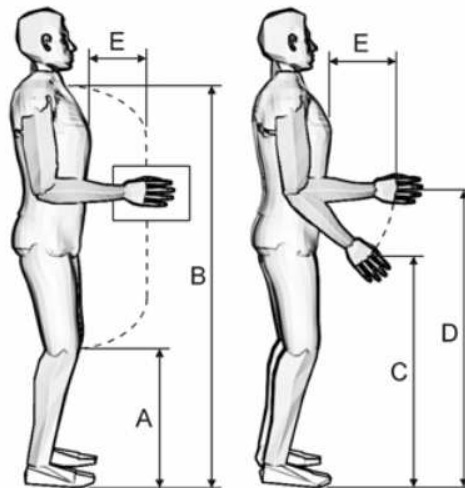
Obr.12: Výběrová kritéria pro pracovní polohu vstoje [26]

2.8.2 Základní ergonomické principy uspořádání práce pro repetitivní typy prací rukou a zápěstí

- Redukovat počtu pohybů za směnu. Kde je to možné, zavádět automatizaci.
- Udržovat neutrální polohy zápěstí:
 - redukovat ohýbání, úklony a rotace zápěstí
 - vyhnout se rotačním pohybům zápěstí
- Snižovat vynakládání velkých svalových sil ruky:
 - je-li to možné, snížit na možné minimum hmotnost ručně manipulovaných břemen a používaného nářadí

- vyhnout se náradí, které způsobují útlak v oblasti dlaně nebo prstů
 - vyhnout se opakovanému silově náročnému tlaku prstů
- d) Uzpůsobovat dosahové vzdálenosti ručně manipulovaného materiálu:
- vyhnout se manipulaci nad výškou ramen
 - vyhnout se repetitivní práci vyžadující zapažení
- e) Vyhnout se nepříznivým pracovním polohám (statické polohy, vysoké frekvence změny polohy).
- f) Výběr vhodného náradí a nástrojů, kontrola přenosu vibrací na ruce, stanovení doby práce s vibrujícím náradím a nástroji, omezit na minimum trvalé držení.
- g) OOPP – výběr vhodných rukavic, problém s vynakládáním větších svalových sil při používání rukavic. [26]

Kritéria	Rozsah	Změřeno	Přijatelný
A. Komfortní zóna spodní části	min. 56 cm	_____	ano – ne
B. Komfortní zóna horní části	max. 124 cm	_____	ano – ne
C. Optimální komfortní zóna spodní části	min. 84 cm	_____	ano – ne
D. Optimální komfortní zóna horní části	max. 97 cm	_____	ano – ne
E. Vzdálenost od těla (od středu k rukám)	max. 15 cm	_____	ano – ne



Obr. 13: Kritéria ruční manipulace s materiálem [26]

3 PŘEDSTAVENÍ ŠPOLEČNOST XY

Tato kapitola shrnuje etapy plánování optimalizace výrobního procesu, diagnostiky a sběru informací. Je zde také vysvětlena funkce každé výrobní operace a poté podrobně popsána.

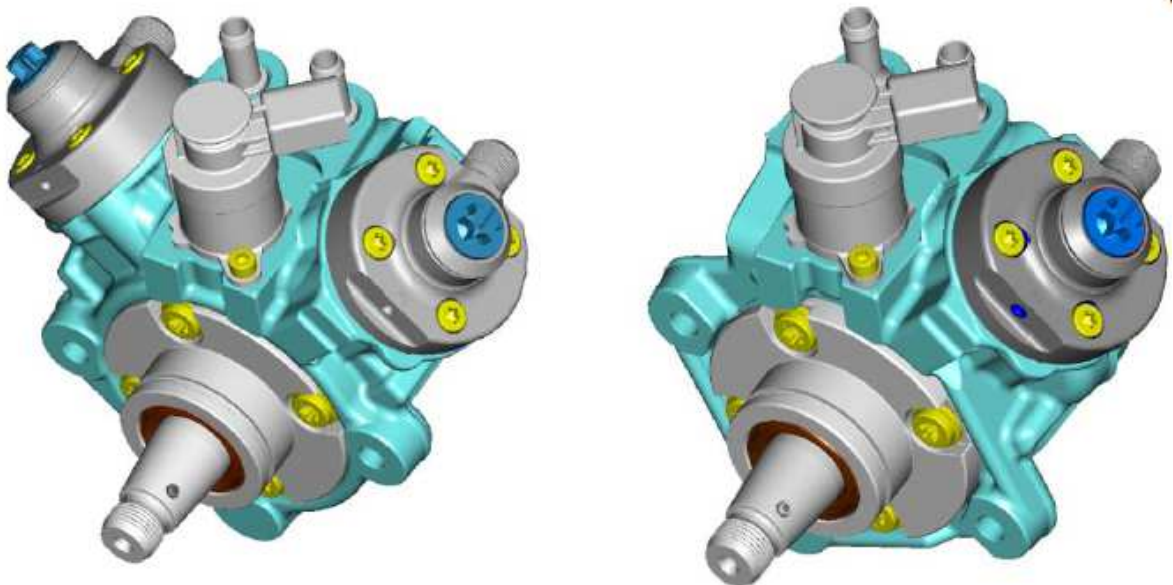
V předchozích kapitolách byla představena výroba, v následujících kapitolách budou rozebrány jednotlivé produkty podrobně.

3.1. Produkty

Základní informace o Čerpadle Comum

Čerpadlo Commun Rail, je označení se dvěma vysokotlakými odděleními s integrovanými vysokotlakými ventily.

Čerpadla je vysokotlaké radiální čerpadlo s 1 až 2 písty. Slouží k vytváření tlaku paliva pro celý vstříkací systém, a to pro všechny provozní podmínky motoru.

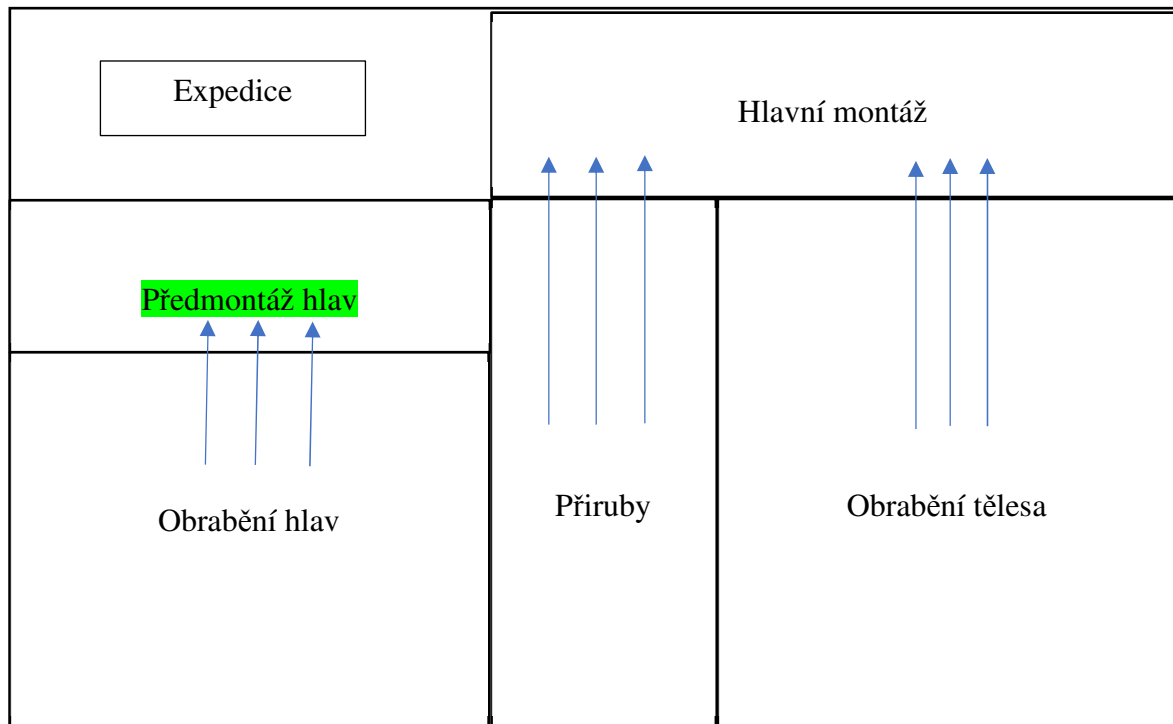


Obr. 14: čerpadel s 2 integrovany hlavy (vlevo) a 1 integrovane hlava [30]

3.2. Výrobní prostoru

Vzhledem k neustále rostoucímu objemu výroby a získávání nových projektů je prostor výrobní haly zásadním limitujícím faktorem. Proto se v pravidelných intervalech kontroluje optimální využití prostoru haly. Pokud je zjištěno, že prostor není optimálně využíván, je vypracován návrh ke změně layoutu výrobní linky v budoucnu.

Výrobní plocha je rozvržena tak jak je naznačeno na obr. 15. Tato práce se ale zaměřuje pouze na pracoviště předmontáže hlav, které bude představeno podrobně v následující kapitole.



Obr. 15: výrobní hale čerpadla (vlastní zdroje)

Základní části čerpadla:

1 Regulační prvky:

- Přepouštěcí ventil
- Dávkovací jednotka

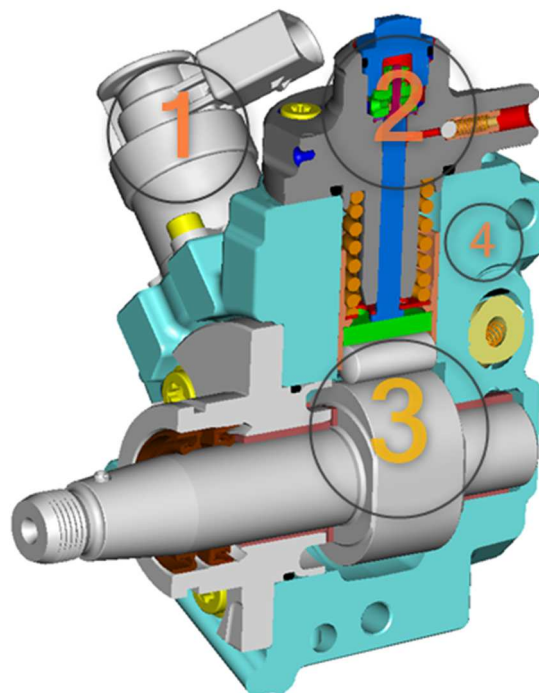
2 Hlava válce:

- sací ventil (nízkotlaký)
- zpětný ventil (vysokotlaký)
- pružina
- píst

3 Pohonné ústrojí:

- vačková hřídel
- kladka
- zvedák

4 Těleso a Příruba

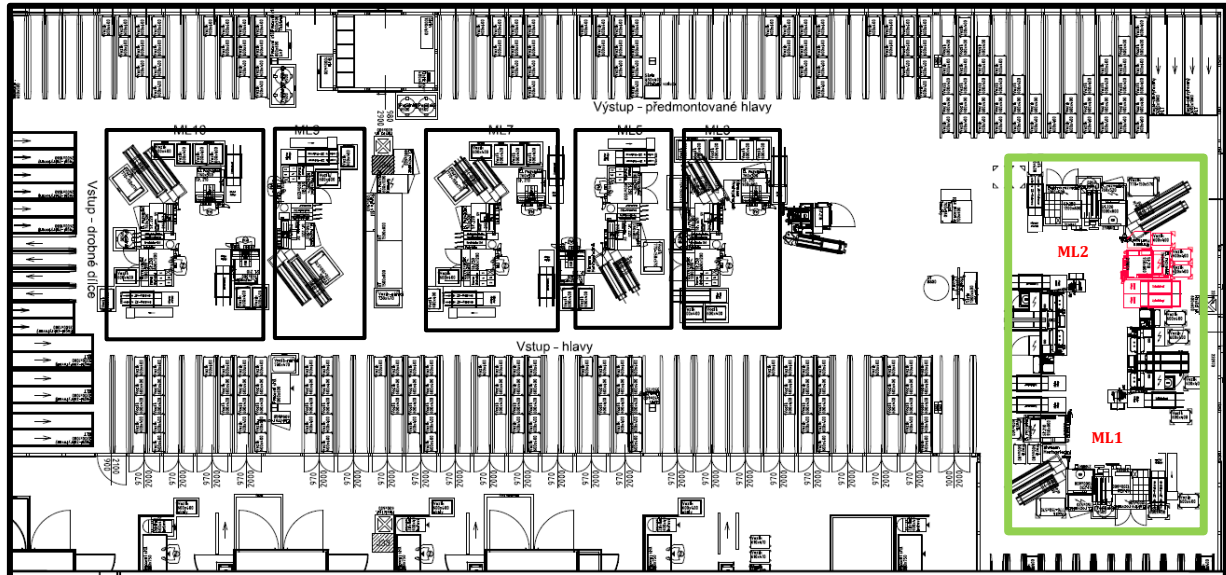


Obr.16: řez čerpadel [30]

3.3. Hala předmontáž hlavy

Hala se nachází v klimatizovaném prostoru, mimo hlavní montáže, kde se nachází celkově 7 výrobních linek pro standardní produkty, a 2 z 7 linky zejména pro integrovaný sací ventil

Cílem rozvržení označeném modře na obrázku xx je optimalizace 2 výrobních linek, které jsou pro speciální produkt integrování sací ventil a také klasika 1,2.



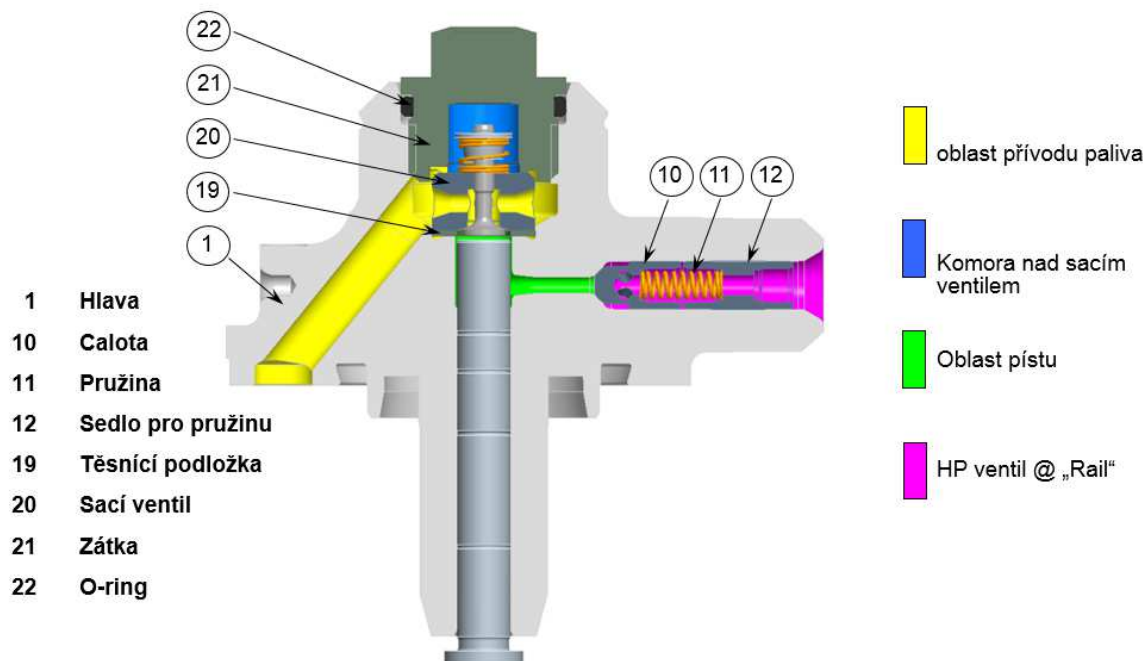
Obr.17: Haly předmontáže hlav [30]

3.4. Detail základu hlava

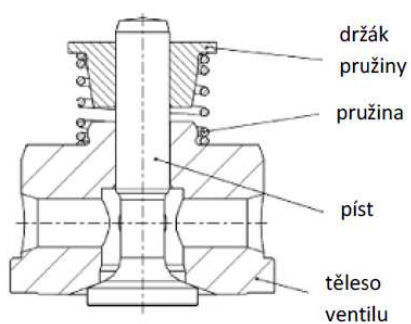
Všechny součásti hlavy kromě sacího ventilu se montují (číslo detail 20). Sací ventil, jako jediná součást z hlavy se montuje na separátní předmontáži pro sací ventil viz Obr. 19. Tento sací ventil se používá pro typ hlavy Standard a pro (iSV) viz. Obr. 20 je sací ventil a integrovaný přímo v hlavy válce a montuje se na separátním stroji ve stejné hale pro předmontáž hlavy.

3.4.1. Hlava standardní

Na obrázku č.xx je ukázka montáže základu hlav, které jsou v této produkci:

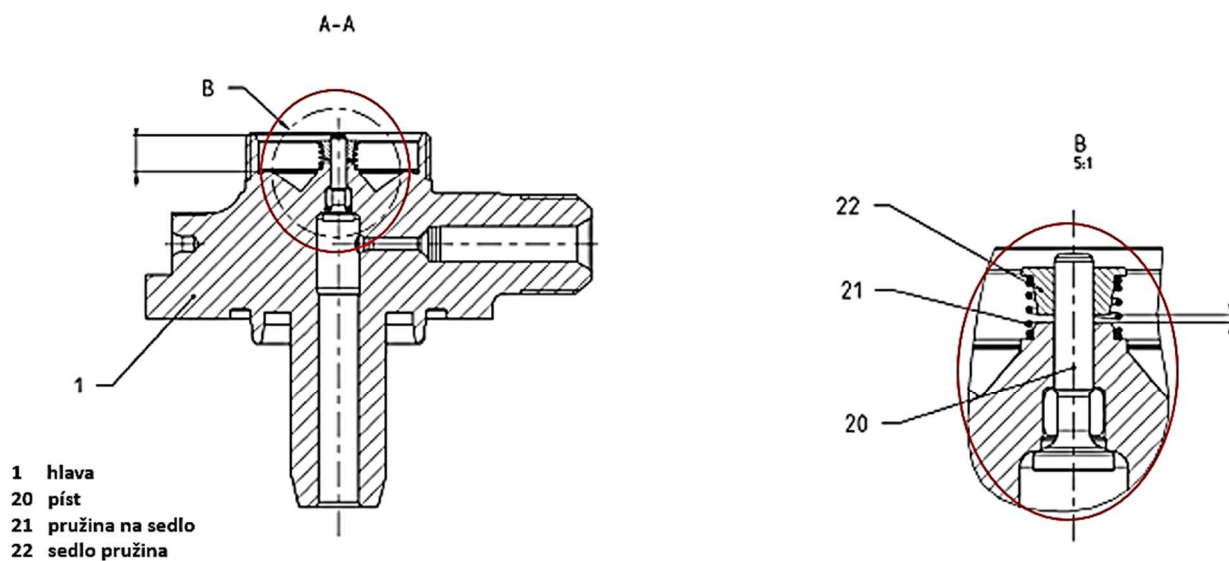


Obr. 18: Detail standardní hlava a její funkce rozdělení tlaku [30]



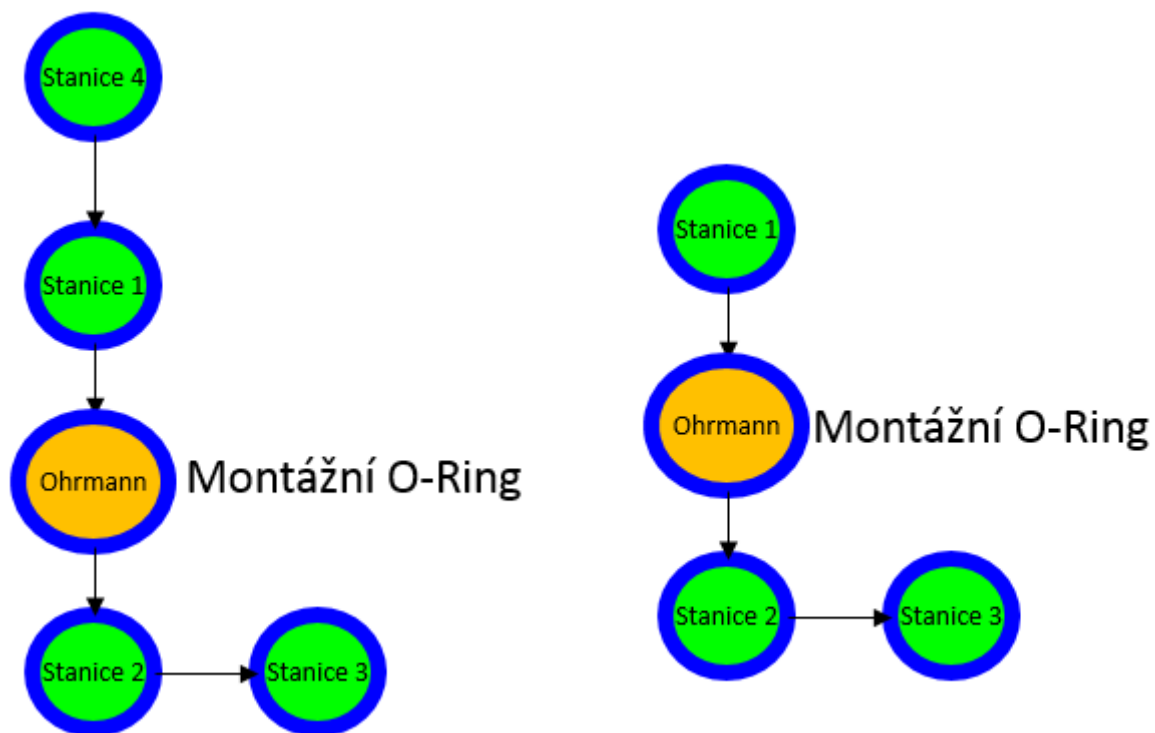
Obr.19: detail 20 sací ventil pro standardním hlava, kde se montuje na jiný haly [30]

3.4.2. Hlava s integrovány sací ventil (iSV)



Obr. 20: Detail pro integrovány sací ventil (iSV) [30]

3.5. Materiálový tok



Obr. 21: Materiálový tok pro předmontáž hlavy s iSV a klasika 1,2 (vlastní zdroje)

Montáž probíhá na třech montážních stanicích, 1, 2, 3 a 4. Na obraz 21 je zobrazen náčrt přemontáže hlavy a vyznačen směr toku materiálu.

3.6.Podpis výrobní procesu

- **Stanice 1 – Zalisování zpětného ventilu HD**

Na stanici se lisuje vysokotlaký vývod hlavy válce, do vývod se vloží 3 komponenty; kalota, pružina a sedlo. Na lisovací trn se nasadí sedlo pro pružinu a po načtení DMC se spustí lisovací proces.

- **Stanice 2 – šroubování zátek**

Po dokončení předchozího procesu na stanici 1, válcová hlava pokračuje v procesu na další stanici 2, kde se zkompletuje a do hlavy se vloží těsnicí podložka sacího ventilu a obsluha nasadí malý těsnicí kroužkem (O-ring) do šroubovací zátky pomocí pneumatického přístroje. Po vložení všech komponentů a zavedení zátky na závit obsluha spustí šroubovací proces. Dalším krokem bude odsávání (test těsnosti).

Tento proces platí jen pro klasické hlavy ale ne pro hlavy s integrovaným sacím ventilem (iSV), které se montují na stanici 4 před stanicí 1.

- **Stanice 3 – Párování píсты**

Na této stanici se nejdříve měří otvor hlavy a poté se měří průměr pístu s přesností na jednotky mikrometrů. Písty jsou na základě naměřeného průměru rozděleny do několika tříd a následně se ke konkrétnímu průměru hlavy přiřazují písty z předem určené třídy.

Toto zařízení měří každý píst ve třech rovinách, které se spolu s pružinou a podložkou vloží do hlavy. Nejdříve je každý píst opticky změřený ve třech předem definovaných rovinách. Na základě naměřených hodnot je píst přidělený do jedné ze třech tříd a následně se kompletuje s hlavou pístu.

Kompletace hlavy s pístem probíhá tak, že každá hlava pístu má přidělenou jednu z osmi tříd pístu. Následně se píst z přidělené třídy pneumatickým podavačem zasune do hlavy a osadí pružinou s podložkou. V případě, že píst do hlavy nelze zasunout kvůli nevyhovujícím rozměrům, je vybrán jiný kus pístu ze stejné třídy. Toto se opakuje maximálně dvakrát. Pokud i přesto píst do hlavy nelze zavést, je hlava vyřazena z procesu jako nevyhovující díl.

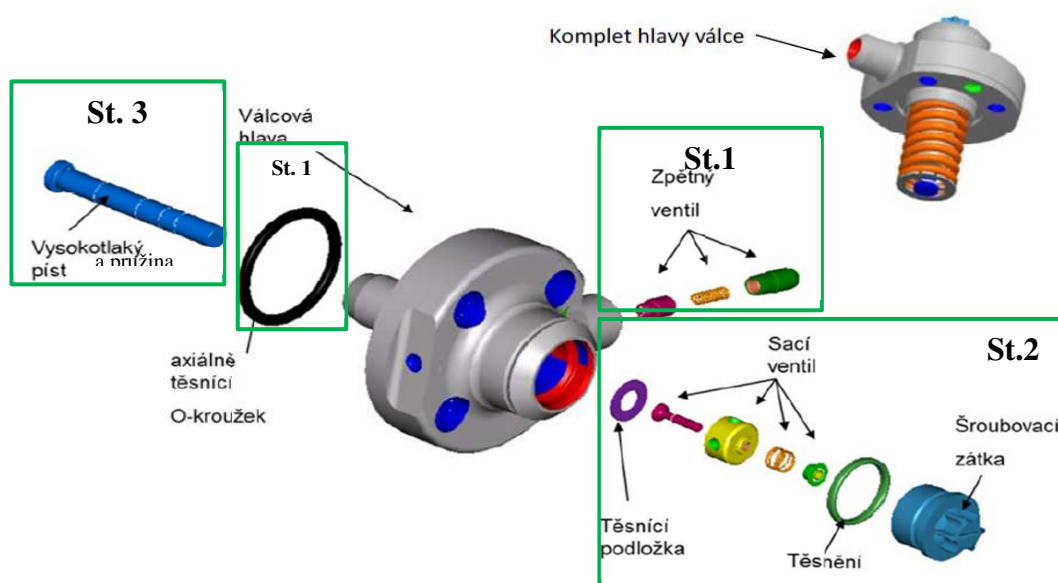
Po ukončení všech třech procesů, obsluha odloží hotové hlavy do blistru (plastový výlisek s přesnými otvory dle tvaru dílce) do dopravníku. Blistry skládá obsluha (milkrun) na vozíky (o rozměru 600x400cm), které odveze do označených drah, kde si je vyzvedne obsluha hlavní montáže

- **Stanice 4 – Lisování integrovaný sací ventil (iSV)**

Tato stanice je novým přídavkem do výrobního procesu, jelikož předchozí produkt, hlava pístu “Klasika 1,2” neměla ventil integrovaný, ale kompletoval se v rámci procesu kompletace hlavy a pístu

Operátor v rámci jednoho pracoviště obsluhuje dva identické lisy. Nejdříve jsou do přípravku založeny hlavy. Poté jsou za pomoci vakuové pinzety vloženy pístky do mazacího přípravku a následně do hlavy. Poté se spustí proces lisování a následně probíhá tlaková zkouška.

Vzhledem k orientaci procesu na co největší kvalitu, bylo instalováno mnoho kontrolních mechanismů, jako jsou například dotykové senzory a kamery, které kontrolují, zda byly komponenty opravdu operátorem sestaveny a zda na některý díl nezapomněl. Všechny tyto opatření částečně snižují takt linky. Na druhou stranu ale výrazně snižují nekvalitu výroby



Obr. 22: Nákres jednotlivých procesů pro předmontáž hlavy [30]

3.7.Stav Lean nástrojů ve firmě

Filozofie společnosti se řídí Lean systémem. V současné době lze říct, že existují oblasti, v nichž má zavedený systém svoje silné a slabé stránky. Mezi silné stránky patří tok materiálu a flexibilita vyráběných produktů. Na stejné lince lze po seřízení strojů vyrábět jeden ze 3 druhů výrobků. Z pohledu této práce je nejdůležitější výrobek. Flexibilita této linky umožňuje rychle reagovat na změny požadavků zákazníků, bez ztráty kvality výsledného produktu.

Zhodnocení ostatních Lean nástrojů tak, jak jsou uvedeny v teoretické části.

4. ZADÁNÍ PROJEKTU

4.1 Projektový list:

Hlavní cíl:

- Redukce času cyklu výroby montáže vysokotlaké hlavy
- Zvýšení počtu vyrobených hlav.
- Zvýšení produktivity pro dané produkty

Rizika projektu:

- Nesmí být ohrožena kvalita produkce
- Časové dodržení implementace projektu
- Nový výrobní postup a dokumentace musí být měněn
- Naplánování výroby tak, aby nebyla omezena kapacita předmontáže hlav
- Schopnosti stroje musí být dodrženy
- Snížení kvality výroby v důsledku neznalosti obsluhy (nutno nové školení obsluhy)

Projektový tým:

- Zadavatel projektu: Vedoucí oddělení společnost
- Vedoucí projektu: Fonseca Ingrid
- Sponzor: Vedoucí skupina pro předmontáž hlav

Členové projektového týmu:

1. Vedoucí oddělení výroby úseku společnost
2. Vedoucí skupina výroba
3. Bc. Fonseca Ingrid – Diplomant a technolog předmontáže hlav
4. QMM (pro stroje a měřidla) – Technologové kvality
5. FCM – Správa budov
6. TEF – Technické funkce (Technologové údržba a programátor)

Časový harmonogram projektu

- Projekt se rozděluje na jednotlivé kroky, podle daných úkolů, projekt dodržel plánovaný časový harmonogram. Viz Tab. 1

4.2 Časový harmonogram projektu:

Č.	Krok	Dat.	Odp.	I-19	II-19	III-19	IV-19	V-19	VI-19	VII-19	VIII-19	IX-19	X-19	XI-19	XII-19	Status
1	Kick-off termín	11/1/19	Fonseca	■												A
2	Analýza stavu, hledání potenciálů	18/1/19	Fonseca	■	■											A
3	Návrh nového standardu, layoutu	31/1/19	Fonseca	■	■	■										A
4	Definování časového plánu pro realizaci	15/2/19	Fonseca			■	■									A
5	Funkční zmena + software	2/4/19	Fonseca		■	■										A
6	Vystavení CheckWork č.1 a č.2	30/4/19	Fonseca			■	■									A
7	vytvoření nový software pro stanice 1, ML1 a	11/4/19	Fonseca			■	■									A
8	Vystavení a schálení interní dokumentaci	30/4/19	Fonseca			■	■									A
9	implementace nový software pro stanice 1	30/4/19	Fonseca			■	■									A
10	Výroba upravených drah pro ML1 a ML2	31/3/19	Fonseca			■	■									A
11	Schopnosti strojů po změnu	30/4/19	Fonseca			■	■									A
12	Úprava jednotlivých linek dle plánu + interní uvolnění a schopnosti	31/5/19	Fonseca			■	■									A
13	PointCIP ML1	15/6/19	Fonseca				■	■								A
14	PointCIP ML2	30/6/19	Fonseca					■	■							A
15	LL, ukončení projektu	30/6/19	Fonseca						■	■						A

Tab. 1: časové harmonogram (vlastní zpracováno)

V analytické fázi tohoto projektu byla vzata v úvahu řada faktorů, které pomohly eliminovat mrtvý čas výroby a zvýšit její produktivitu.

K tomu jsou používány interní nástroje pro uvedené analýzy:

- Přímé pozorování mezi jinými linkami a porovnání;
- Analýza videozáznamů přímo na strojích;
- Studium pracovního postupu daného výrobku a jiné interní dokumentace;

Dále se vycházelo z rozhovorů s technologi a pracovníky na daných linkách.

V prvním kroku byl prostudován pracovní postup a zároveň byly sledovány pohyby prováděné obsluhou. Po tomto pozorování bylo zjištěno, že dopravník komponentů pro stanici 2 (sací ventil a šroubovací zátek) nevyhovuje ergonomickým hlediskům. Úpravou tohoto dopravníku by bylo docíleno snížení taktu operátora a zároveň by dopravník vyhovoval osobám střední a malé postavy.

Po studiu pracovního postupu pro stanice 1 a stanice 4 bylo prokázáno, že lze snížit takt stroje a zároveň odstranit načítání data matrix kódy hlavy (DMC), díky zařízení pro kontrolu montáže dílů O-ring (orhman) do hlavy válce, které je umístěno vedle stanice 1, před stanicí 2.

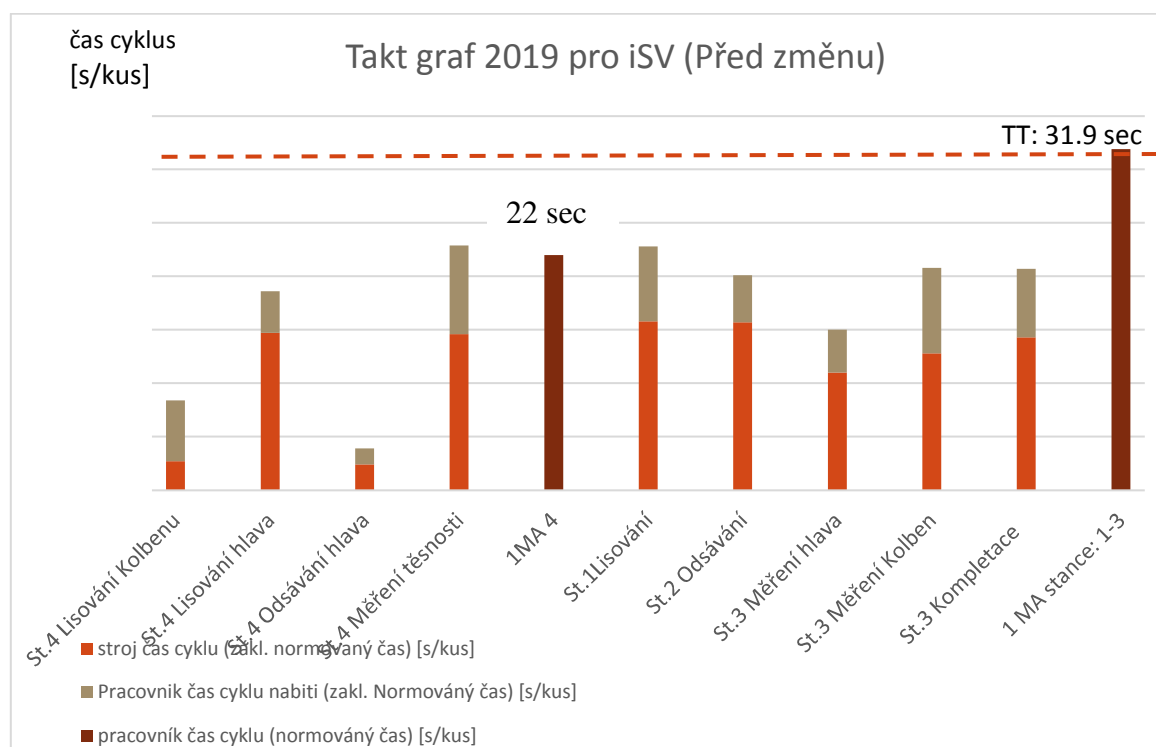
Dále bylo zjištěno, že ve stanici 4 je možné zkrátit časy pro odsávání a nastavení testu těsnosti, aniž by docházelo k snížení kvality produktu a nakonec, že je třeba aktualizace softwaru pro stanici 1, což bude popsáno v následující kapitole.

V tabulce č.2 jsou uvedeny jednotlivé kroky a konečně takt, který musí splňovat obsluha (před změnou) pro počet přímých pracovníků 2MA.

<i>Pracovní postup pro (iSV) (před změnu)</i>	<i>Stroj-čas cyklu (základní normovaný čas) [s/kus]</i>	<i>Pracovník-čas cyklu nabití, vybití (zákl. normovaný čas) [s/kus]</i>	<i>Pracovník-čas cyklu (zákl. normovaný čas) [s/ks]</i>
Stanice 4 Lisování píst	X	Y	
Stanice 4 Lisování hlavy válce	X	Y	
Stanice 4 Odsávání hlavy válce	X	Y	
Stanice 4 test těsnosti –	X	Y	
1MA 4	X	Y	22.0
Stanice 1 Lisování: kalota, pružina sedlo pružina	X	Y	
Stanice 2 Test těsnosti – Odsávání	X	Y	
Stanice 3 Měření hlava	X	Y	
Stanice 3 Měření velký píst (Kolben)	X	Y	
Stanice 3Kompletace Párování	X	Y	
1 MA 1+3			31.9

Tab. 2: pracovní postup pro hlavy iSV (před změnu)

Na obrázku je prokázáno že produkce celé hlavy s integrovaným sací ventil se zmontuje na 31.9 sekundy a pouze stanice 4 s jeden pracovníka 22 sekundy.

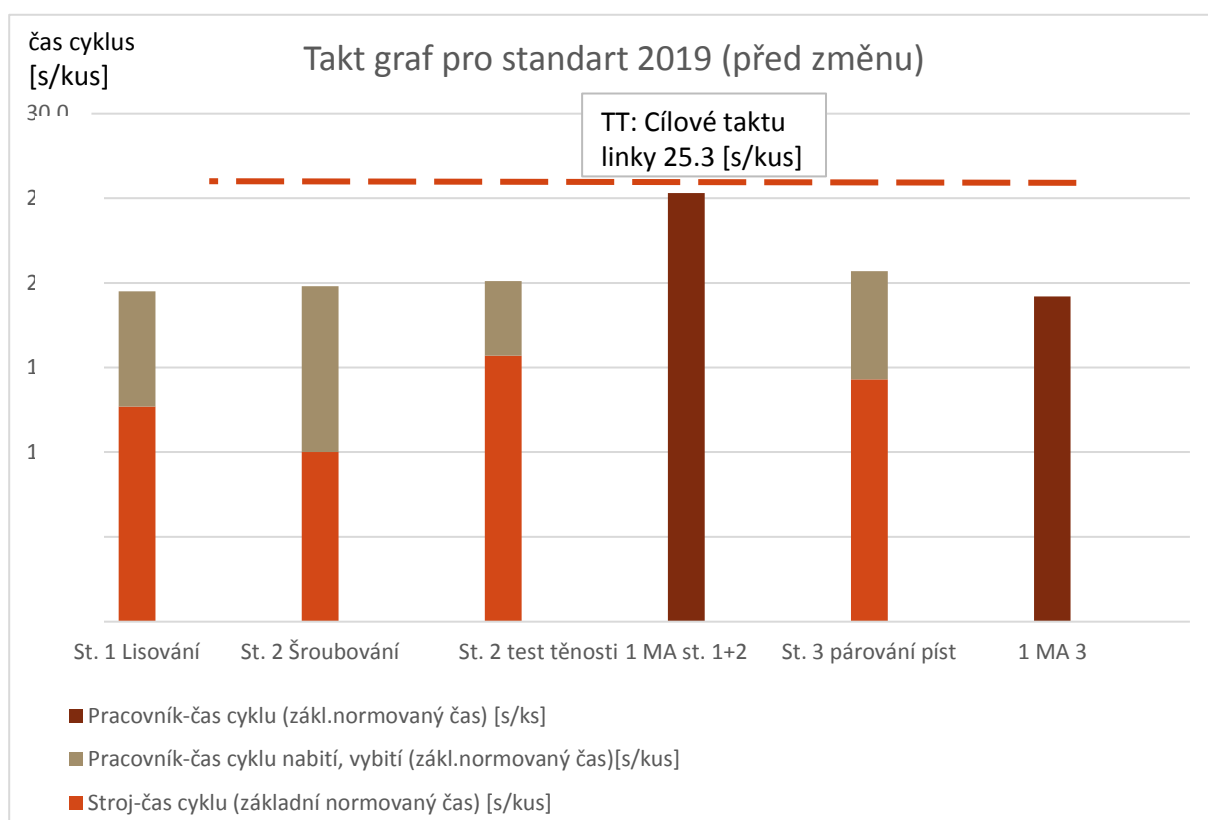


Obr. 23: Takt graf pro hlavy válce iSV (Před změnu) (vlastní zpracováno)

V tabulce č.3 jsou uvedeny jednotlivé kroky a konečně takt, který musí splňovat obsluha pro hlavy válce (před změnou) pro počet přímých pracovníků 2MA.

<i>Pracovní postup pro standart (před změnu)</i>	<i>Stroj-čas cyklu (základní normovaný čas) [s/kus]</i>	<i>Pracovník-čas cyklu nabití, vybití (zákl. normovaný čas)[s/kus]</i>	<i>Pracovník-čas cyklu (zákl. normovaný čas) [s/ks]</i>
Stanice 1 Lisování	X	Y	
Stanice 2 Šroubování zátek	X	Y	
Stanice 2.1 test těsnosti – Odsávání	X	Y	
1 MA 1+2	X	Y	25.3
Stanice 3 párování píst –	X	Y	
1 MA 3			19.2

Tab. 3: pracovní postup pro hlavy standart (před změnu) (vlastní zpracováno)

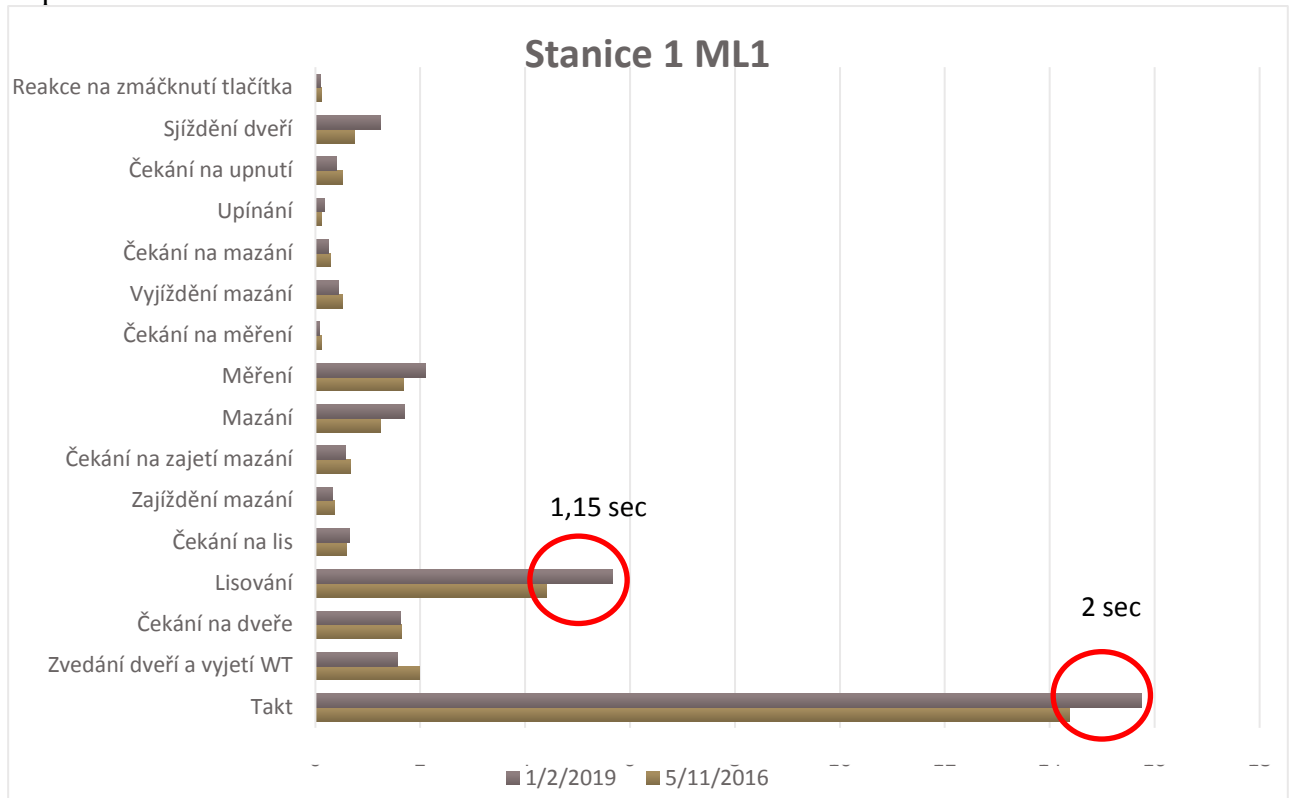


Obr. 24: Takt graf pro klasika 1 (před změnu) (vlastní zpracováno)

Po analýze stanice 1, byl prokázán potenciál ke zkrácení strojního času, a ve video analýze bylo zjištěno, že lze optimalizovat lisovací proces, kde došlo k nárůstu času v automatickém měřicím

systému (lisovací trn). Toto bylo způsobeno tím, že postupem času existovaly pro tento model stroje různé verze softwaru, ve skutečnosti ale nebyla implementována poslední verze softwaru.

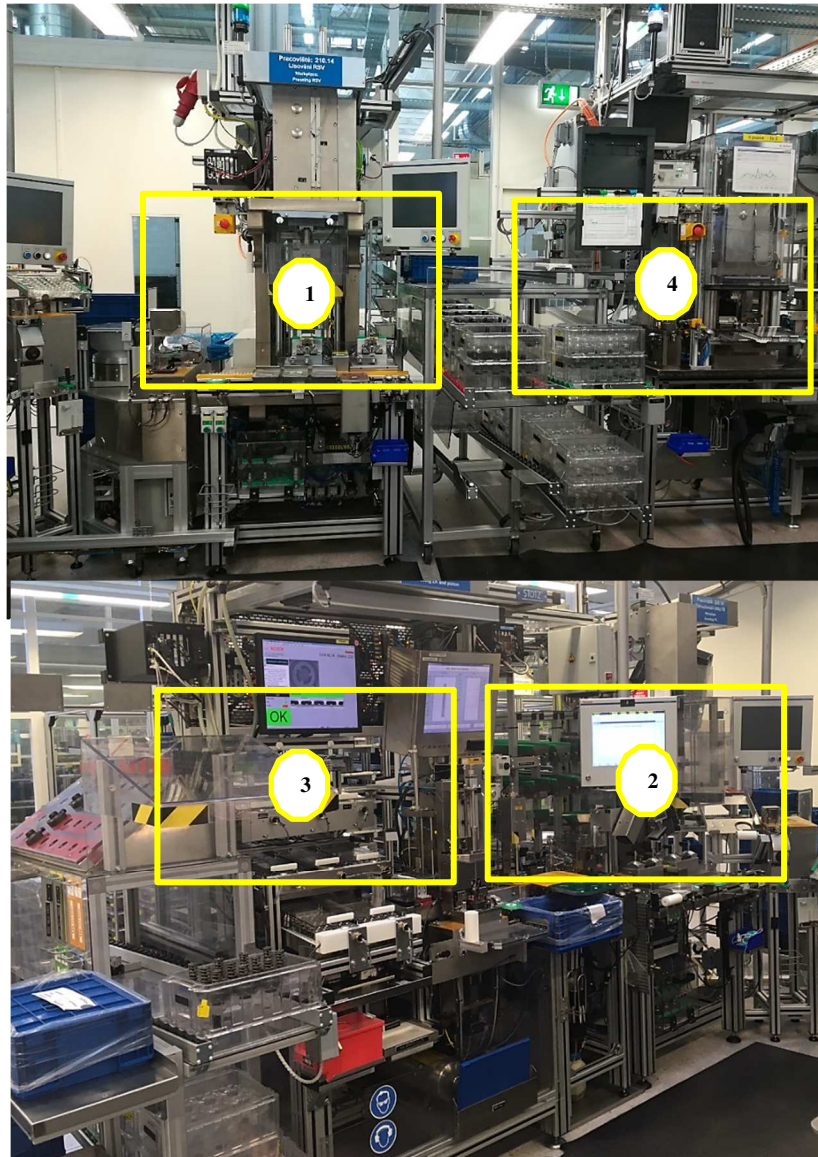
Díky aktualizaci nového softwaru a konfiguraci stroje, kterou mohl uvést výrobní technolog pro hlavy válce na daný typ produktu, bylo možné snížit takt strojů cca 3 sekundy po implementace. Viz Obr.25.



Obr. 25: Porovnání video analýza před a po změnu aktualizace Software na stanice 1 (vlastní zpracováno)

5 Analýza současné montážní linky ML2 (stanice 1 - 4)

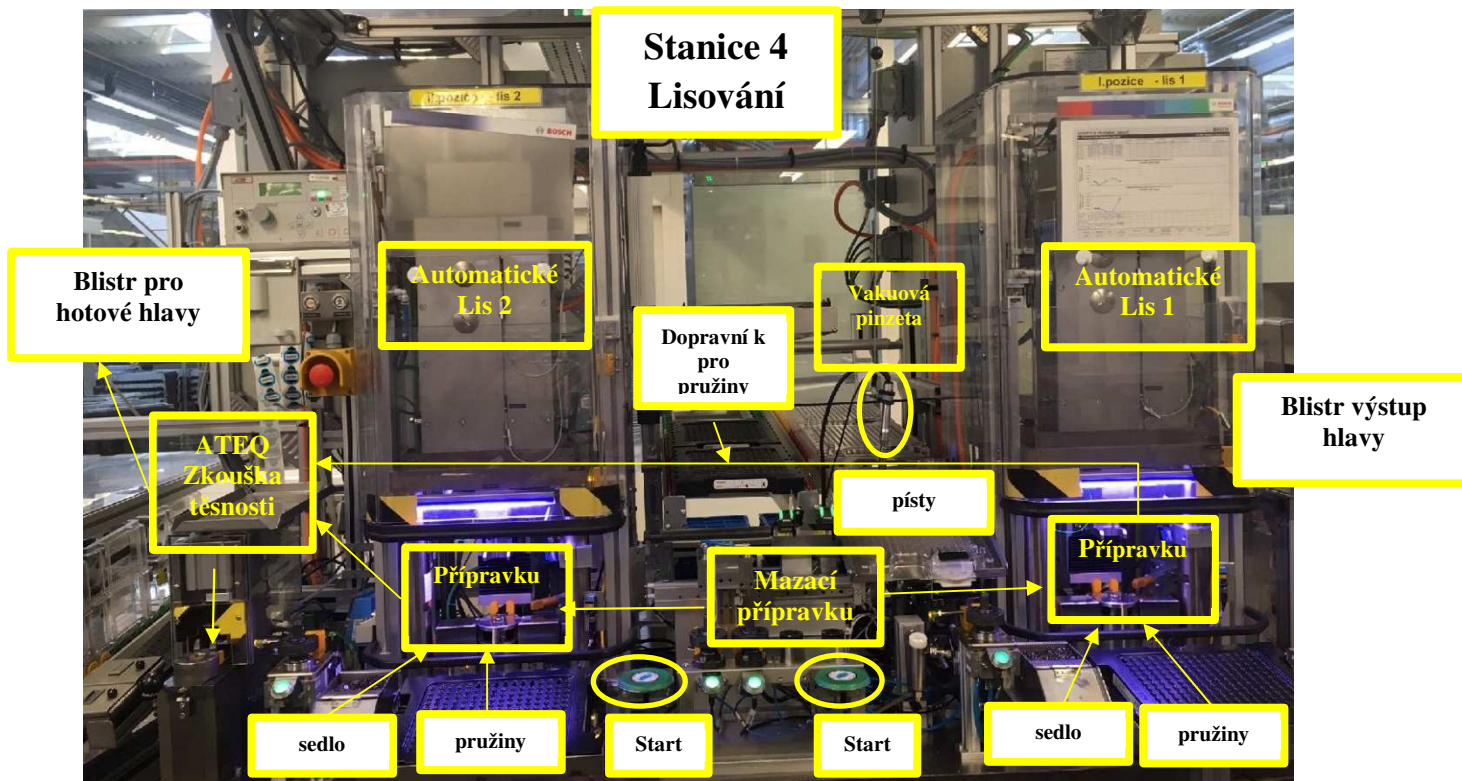
Celé pracoviště je definováno jako M12 (ML1 jsou identické) má 4 pracoviště které jsou označené jako stanice: 1, 2, 3 a 4. každý z těchto strojů bude vysvětlen dále v této kapitole. Nejdůležitější a relevantní je že pro výrobu hlava klasická 1 a 2 se používá pouze stanice 1,2 a 3 a pro hlava s integrovány sací ventil (iSV) se startuje výroba od stanice 4 a dal 1,2,3. Jak vidíte na obr. 26.



Obr.26: Montážní linku před změnu (vlastní zpracováno)

Pořadové č.	Detaily
1	Lisovací HD vývod a montážní O-ring pro klasika 2 (stanice 1)
2	Šroubování a odsávání (stanice 2)
3	Párování písty a hlavy (stanice 3)
4	Montážní integrovaný sací ventilu (stanice 4)

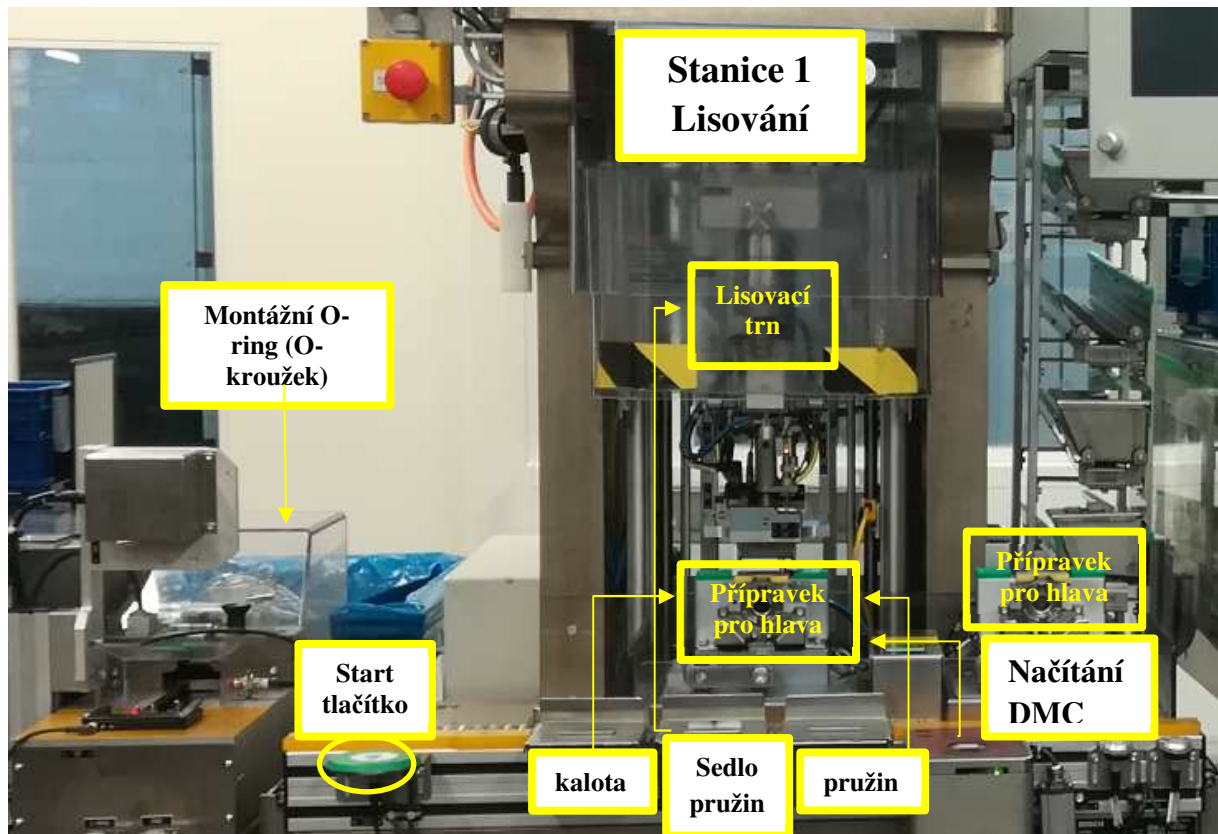
5.1. Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 4)



Obr. 27: Detail montážního iSV stanice 4 (vlastní zpracováno)

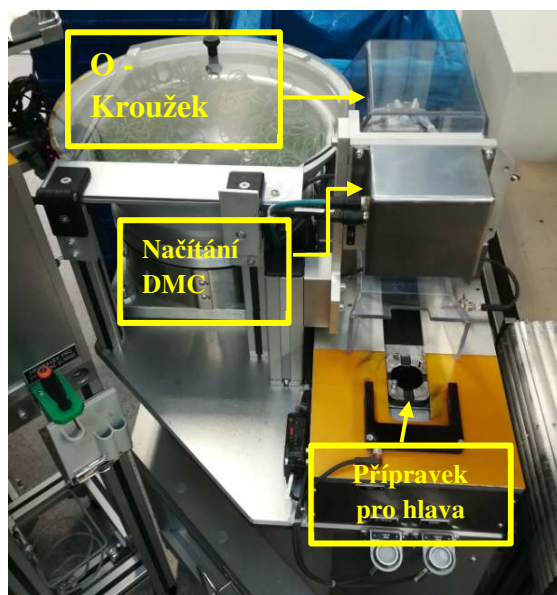
Operace č.	Založení dílů do přípravku (výrobní kroky)
1. <i>Založení hlavy a pístků</i>	<ol style="list-style-type: none"> Odebírá se 2x hlavy z blistru a vloží se do pozičního přípravku Vloží se písty pomocí vakuové pinzety do mazacího přípravku Stlačit tlačítko
2. <i>Uvolnění pozice</i>	<ol style="list-style-type: none"> Hotové hlavy zkouška těsnosti na odkládací desku pro odebrání OK hlavy lisu z pravé strany a opakovat proces viz krok 3 a krok 4.
3. <i>Kompletace a zalisování iSV</i>	<ol style="list-style-type: none"> Vloží se sedla kuželem nahoru do stolu v lisu <i>Začíná se na levé pozici stolu</i> Vloží se pružiny na sedlo Stlačit se start Vloží se hlava do přípravku a připraví se pístků závitem dolů/přesná pozice Stlačit se start <p>Opakovat celý proces na pravou stranu</p>
4. <i>Odsávání a test těsnosti</i>	<ol style="list-style-type: none"> Odebrat se OK hlava z lisu a vyjmutí hlava z pozice odsávání současně Vloží se hlava do přípravku odsávání Odebírá se hlava z odsávání, otočí se hlava o 180° a uloží se do ATEQ

5.2. Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 1)



Obr. 28: Detail montážního stanice 1 (vlastní zpracováno)

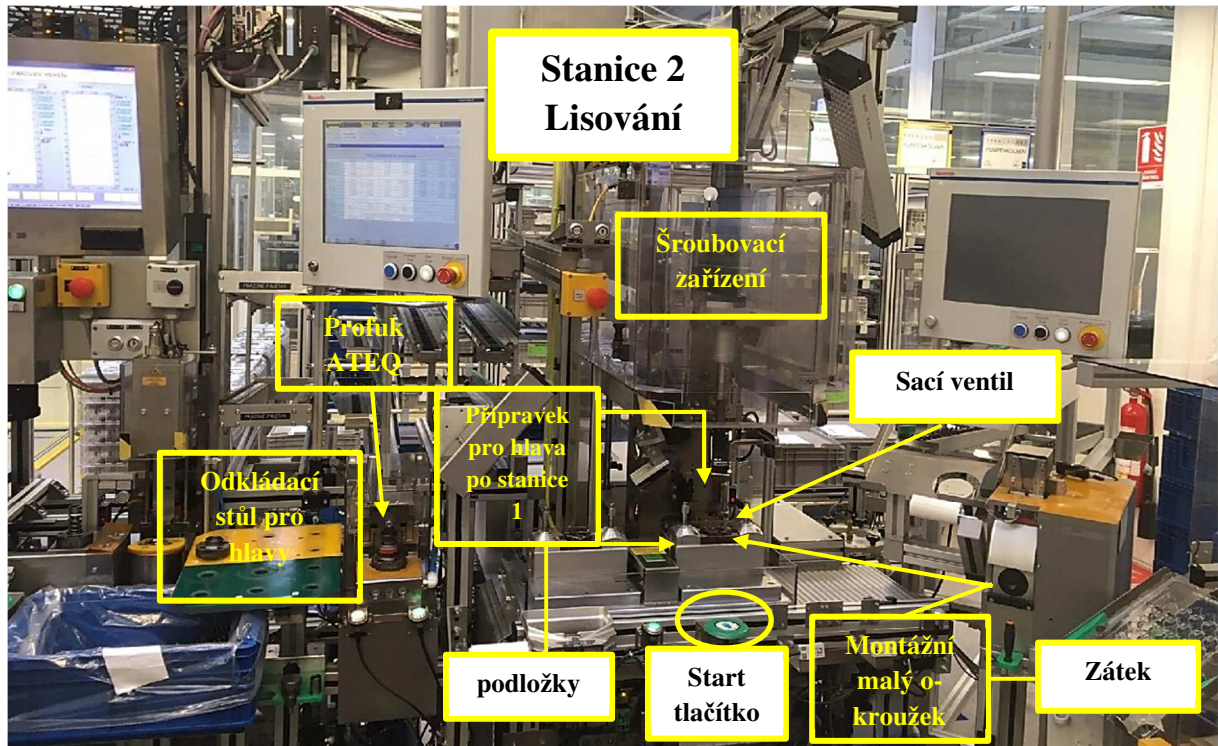
Operace č.	Založení dílů do přípravku (výrobní kroky)
1. <i>Lisování HD vývod</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nasadit se sedlo pružiny na trn + hlava do přípravku (současně) 2. Do hlavy vložit se kalota (otvorem nahoru) + pružinku 3. Obě ruce jsou mimo z pracovního prostoru 4. Tlačit se start 5. Vloží hlava z dopravníku do kamery



Obr. 29: Detail montážního O-kroužek po stanice 1 (vlastní zpracováno)

Operace	Založení dílů do přípravku (výrobní kroky)
2. <i>Montážní O-kroužek</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Odebírá se hotovou hlava z Ohrmann a současně se vloží hlava ze stanice 1 do Ohrmann

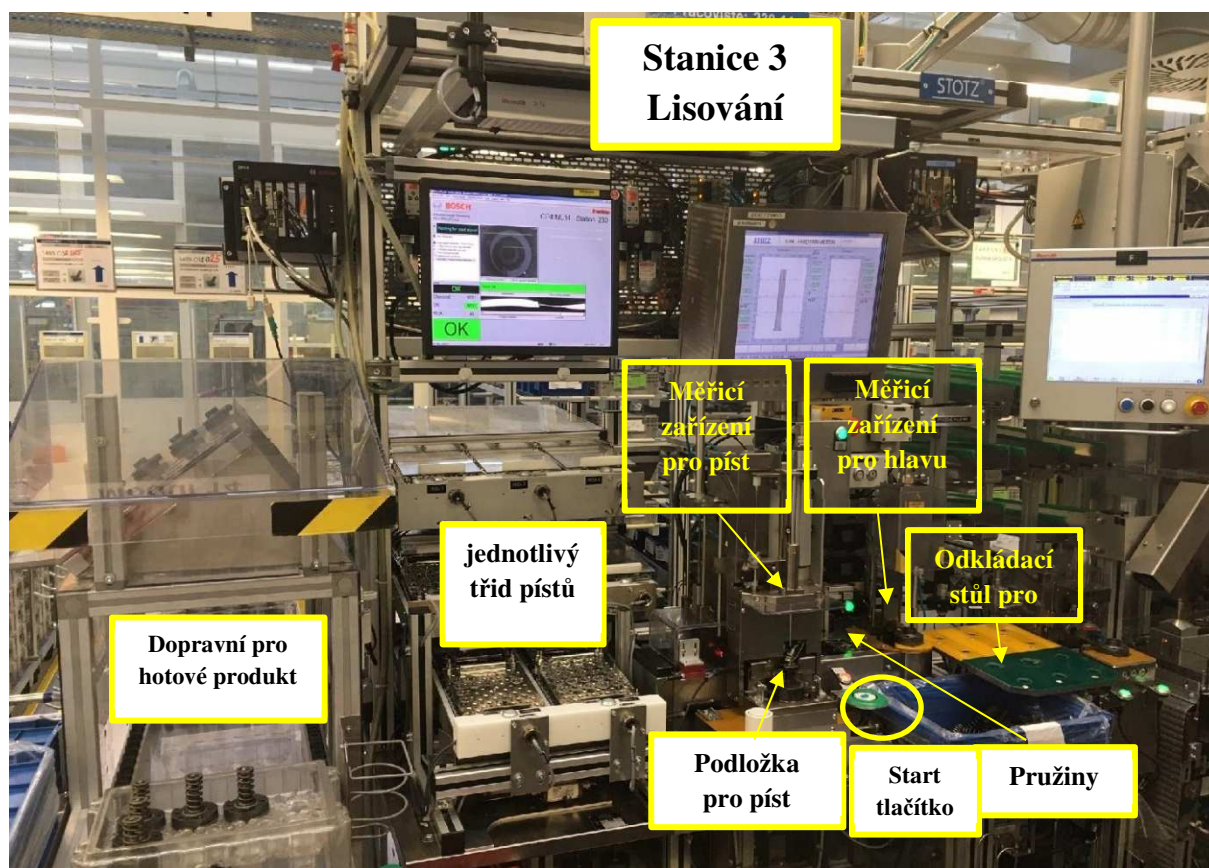
5.3. Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 2)



Obr. 30: Detail montážního stanice 2 (vlastní zpracováno)

Operace č.	Založení dílů do přípravku (výrobní kroky)
<p>3. <i>Montáž O-kroužku (malý)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vloží se hlava do přípravku závitem nahoru a HD dozadu 2. Kompletní hlava vložit do přípravku a spustit proces 3. Vloží se podložky z kamery protažením přes čidlo do hlavy 4. Očistí se rukavici o čistící váleček 5. Vloží se sacího ventilu z blistru do hlavy s pružinou nahoru
<p>4. <i>Montáž a utažení zátky SV</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nasadí se O-kroužku na zátku pomocí Ohrmann a poté vhození dalšího o-kroužku do Ohrmann 2. Šroubuje se zátka do hlavy a otočí se ručně na cca 2 závity 3. Stlačit se tlačítko start 4. Vloží další podložky pod kameru

5.4. Popis jednotlivých operací na pracovištích (stanice 3)



Obr. 31: Detail montážního stanice 3 Párování píst a hlava válce (vlastní zpracováno)

Operace č.	Založení dílů do přípravku (výrobní kroky)
<p style="text-align: center;">5. <i>Sestavení hlavy</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vloží se podložky a pružinu protažením přes čidlo 2. Po zeleném tlačítko se vloží se pístu do hlavy s nasazenou pružinou 3. Proveďte se test „propadu pístu“ tlakem na píst 4. Odebírá se hlava z rozměření píst + nasazení pružiny 5. Spustí se tlačítko start
<p style="text-align: center;">6. <i>Rozměření pístu a hlavy</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vyhodnocuje se třída pístu a se vložit do přípravku pro měření píst. 2. Odebrání hlavy z odkládá se desky do rozměřování 3. Odebrání hlava z profuku na odkládací desku 4. Odloží se zkompletované hlava do blistru

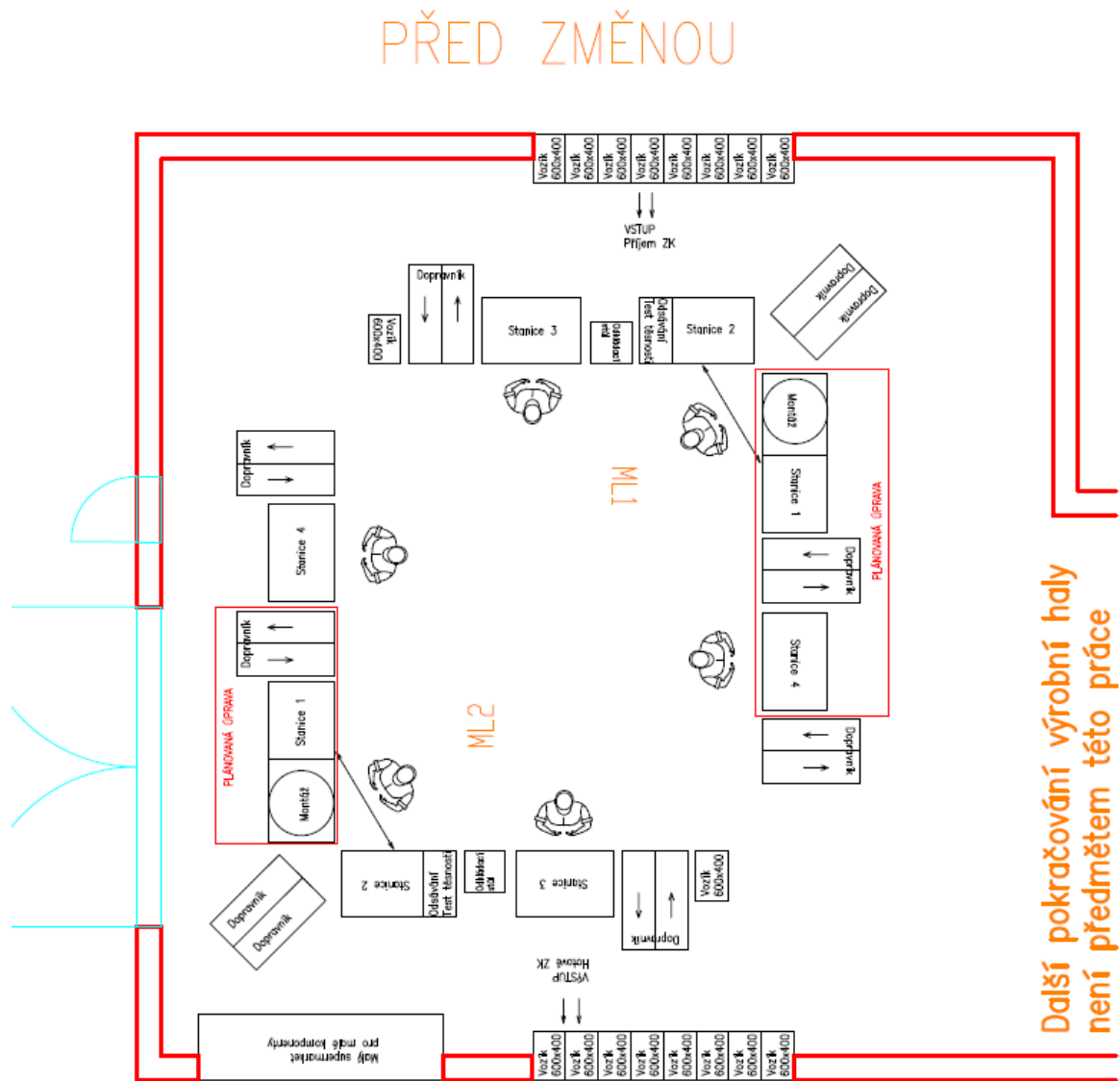
5.5. Současné layout před změnu

Příloha č.1

Na obrázku níže je zobrazené rozvržení dvou výrobních linek před změnou. Linky jsou identické a u každé jsou vidět tři pracovníci. Obsazení strojů na obrázku níže odpovídá výrobě klasické hlavy 1 a 2. Jeden pracovník zde obsluhuje stanici č. 1 a 2 a druhý pracovník obsluhuje stanici č. 3.

V případě, že se na této lince kompletuje hlava iSV, je obsluha náročnější a to zejména pro jednoho pracovníka, který obsluhuje místo dvou stanic, stanice tři (č. 1, 2 a 3). Další pracovník obsluhuje pouze stanici č.4.

Jak je vidět na obrázku, červeně jsou označeny stroje, u kterých proběhla úprava v rámci této práce.

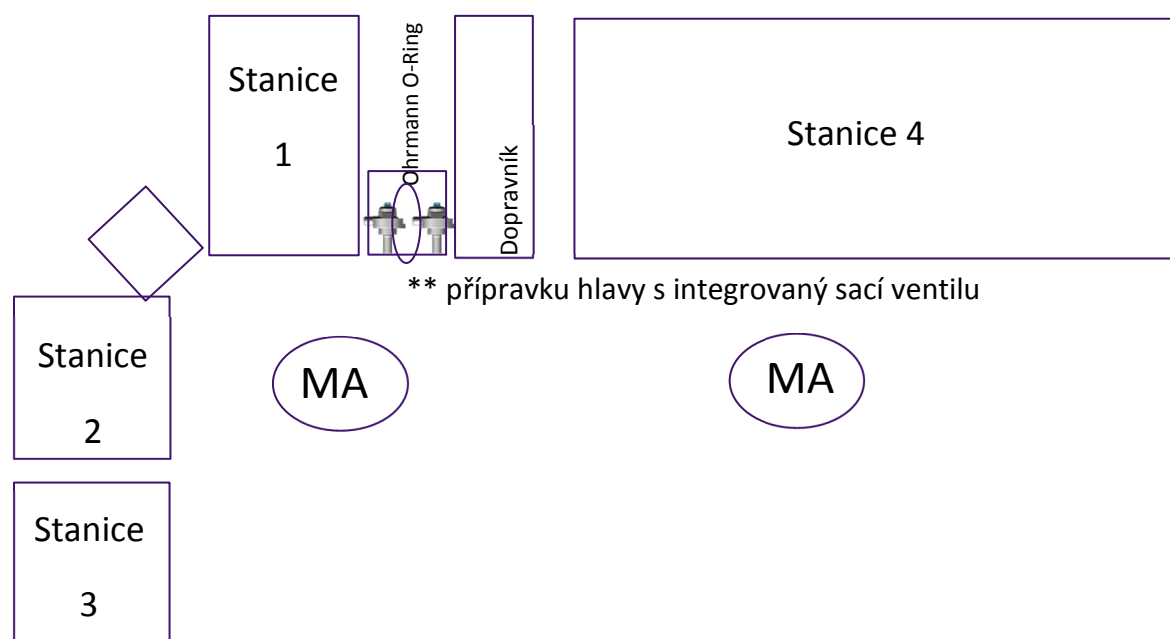


6. NAVRHOVÁNÍ VARIANTY LAYOUT

V této kapitole jsou představeny tři varianty layoutu, u kterých jsou odhadnuty předpokládané plánované takty jednotlivých variant. U každé varianty je uveden aktuální a plánovaný čas taktu. Varianty se liší i v komplexnosti řešení a finanční náročnosti, těmi se ale zabývají další kapitoly této práce.

Varianta 1:

Jak bylo zmíněno v kapitole 3.5, proces kompletace integrovaného sacího ventilu (iSV) v této variantě začíná na pracovišti 4 a pokračuje pracovišti Montáž O-Ringu a dále pracovišti 1, 2 a 3. Pracoviště Montáž O-Ringu (Ohrmann O-Ring) bylo v této variantě 1 přesunuto z pozice mezi stanicemi 1 a 2 na pozici mezi stanicemi 1 a 4. Z důvodu komplexnosti výrobního procesu na stanicích 1, 2 a 3 je takt na těchto stanicích nepravidelný. Aby tato nepravidelnost byla vykompenzována, byl instalován odkládací stůl pro rozpracované hlavy na vstupu do tohoto procesu (tzn. po stanici 4, před stanicí 1). Proto v případě, že obsluha na stanicích 1, 2 a 3 proces nestíhá, obsluha na stanici 4 nemusí přerušit práci a odkládá rozpracované hlavy na připravený odkládací stůl (na Obr.32 součástí pracoviště Ohrmann O-Ring).



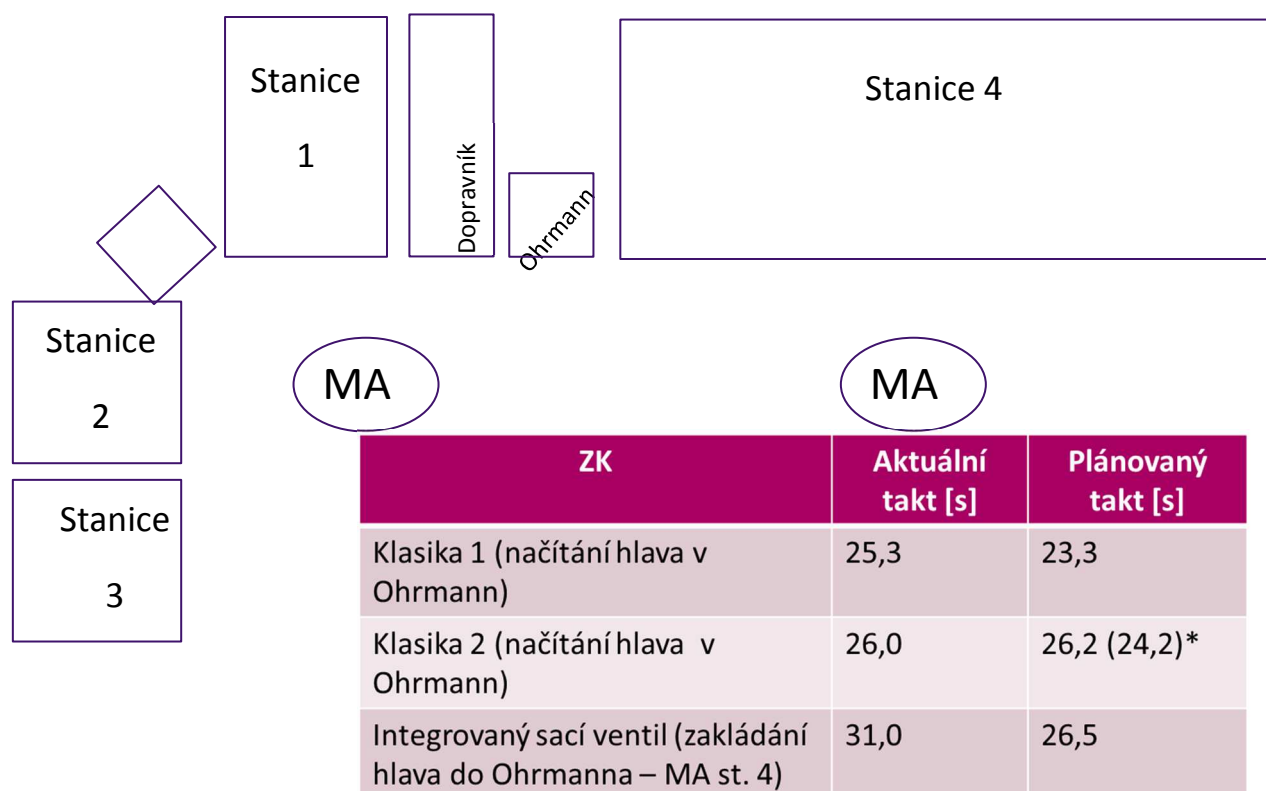
Typ hlavy	Aktuální takt [s]	Plánovaný takt [s]
klasika 1 (načítání hlava v Ohrmann)	25,3	24,0
klasika 2 (načítání hlava v Ohrmann)	26,0	24,9
Integrovaný sací ventil (zakládání hlava do Ohrmanna – MA st. 4)	31,0	25,3

Obr.32: Varianta 1 (vlastní zpracováno)

Varianta 2:

Počítá s přesunutím stanice Montáž O-Ringu (na stejné místo jako v předešlé variantě 1), v této variantě ale není instalován odkládací stůl. V této variantě pracovní na Stanici 4 obsluhuje i stanici Montáž O-Ringu, což má za výsledek úsporu času při kompletaci hlav Klasika 1 a 2.

Hlava s integrovaným sacím ventilem iSV je ale při tomto layoutu kompletována v pomalejším taktu (26,5) oproti varianty 1 (25,3). Z obchodně-ekonomických důvodů společnost preferuje výrobu novějšího typu hlavy iSV před staršími modely Klasika 1 a 2. Proto se tato varianta layoutu jeví jako méně výhodná ve srovnání s variantou 1.

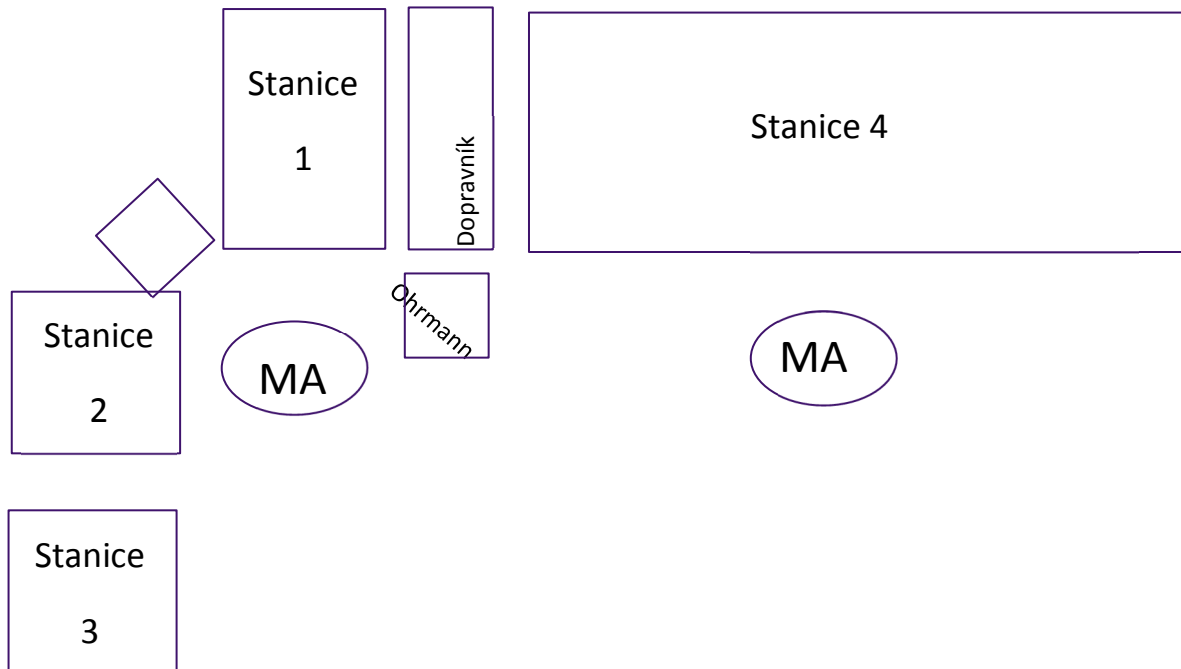


*V ideálním případě, kdy lze při vyjmutí hlavy ze stanice Montáž O-Ringu ihned vložit novou hlavu bude výsledný čas (24,2). Tento čas ale není konstantně dosažitelný.

Obr.33: Varianta 2 (vlastní zpracováno)

Varianta 3:

Je pouze změněný layout tak, že stanice Montáž O-Ringu (Ohrman) je blíže oboum pracovištím, což přispělo k zrychlení taktu linky u všech produktů. Tato varianta ale neobsahuje odkládací stůl, a proto je reálný takt výroby mnohem náchylnější k nečekaným zpožděním na jednotlivých stanicích.



ZK	Aktuální takt [s]	Plánovaný takt [s]
Klasika 1 (načítání hlava v Ohrmann)	25,3	23,6
Klasika 2 (načítání hlava v Ohrmann)	26,0	24,6
Integrovaný sací ventil (zakládání hlava do Ohrmanna – MA st. 4)	31,0	25,8

Obr.34: Varianta 3 (vlastní zpracováno)

Souhrn všech variantu

V tabulce níže můžeme vidět souhrn všech variant a porovnání s aktuálním stavem (před změnou). Je vidět, že varianta 1 (V1) je nejlepší, a to nejen kvůli zkrácení taktu ale je také ergonomičtější, jelikož dodatečný odkládací stůl zjednodušuje manipulaci s hlavami. Výhodou je také to, že změny layoutu jsou prováděny interně, a proto s nimi nejsou spojeny dodatečné náklady ve formě nákupu nové technologie.

ZK	Aktuální takt [s]	PV1	PV2	PV3
Klasika 1 (načítání hlava v Ohrmann)	25,3	24,0	23,3	23,6
Klasika 2 (načítání hlava v Ohrmann)	26,0	24,9	26,2	24,6
Integrovaný sací ventil (zakládání hlava do Ohrmanna - MA stanice 4)	31,0	25,6	26,5	25,8

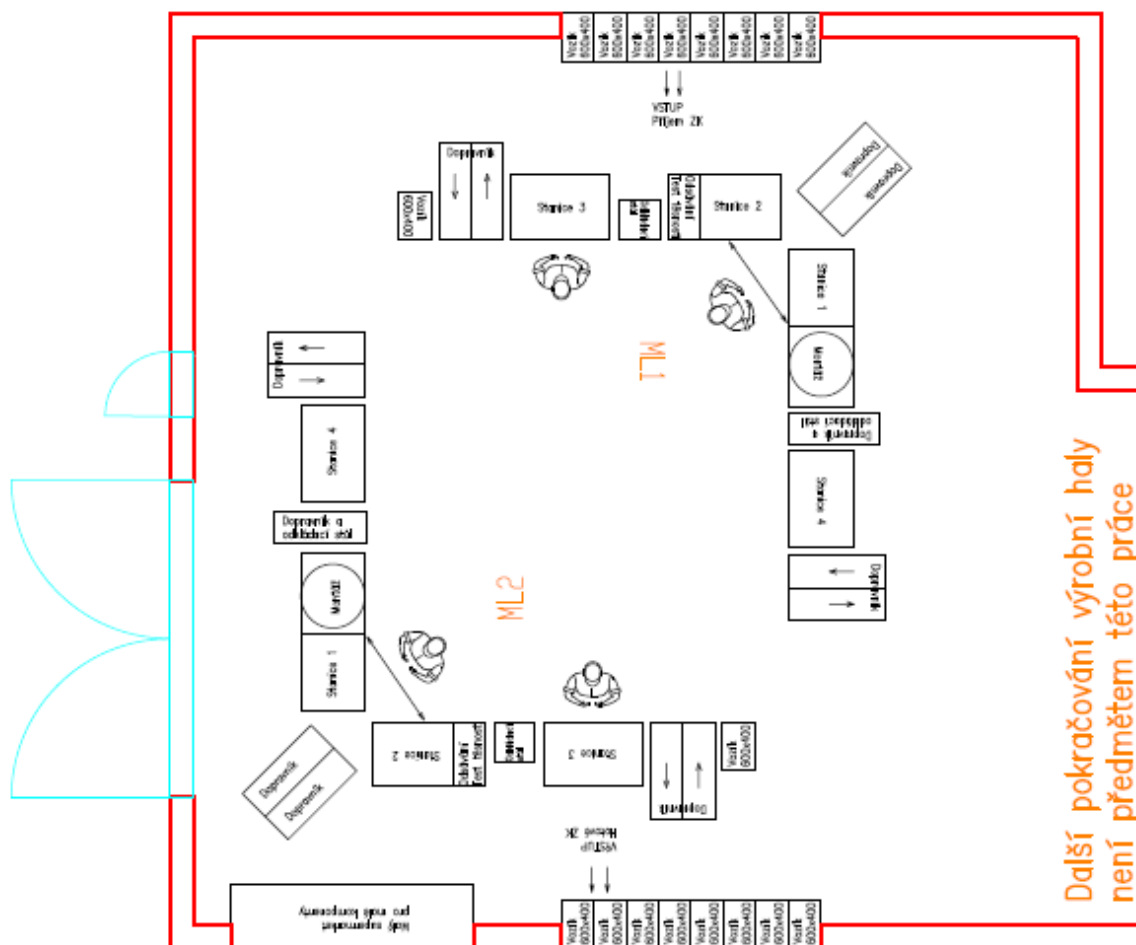
Tab. 4: Souhrn všech variantu (vlastní zpracováno)

7. VÝBĚR NOVÉHO LAYOUT A POSTUP STĚHOVÁNÍ

7.1 Layout pro kompletaci hlav klasika 1 a 2

Na obrázku viz Příloha č.2 je zobrazena finální verze návrhu layoutu varianty 1. Rozmístění obsluhy je poplatné výrobě hlav Klasika 1 a 2, jelikož jeden pracovník obsluhuje stanice 1 a 2 a druhý pracovník obsluhuje stanici 3. Stanice 4 není v tomto případě používána.

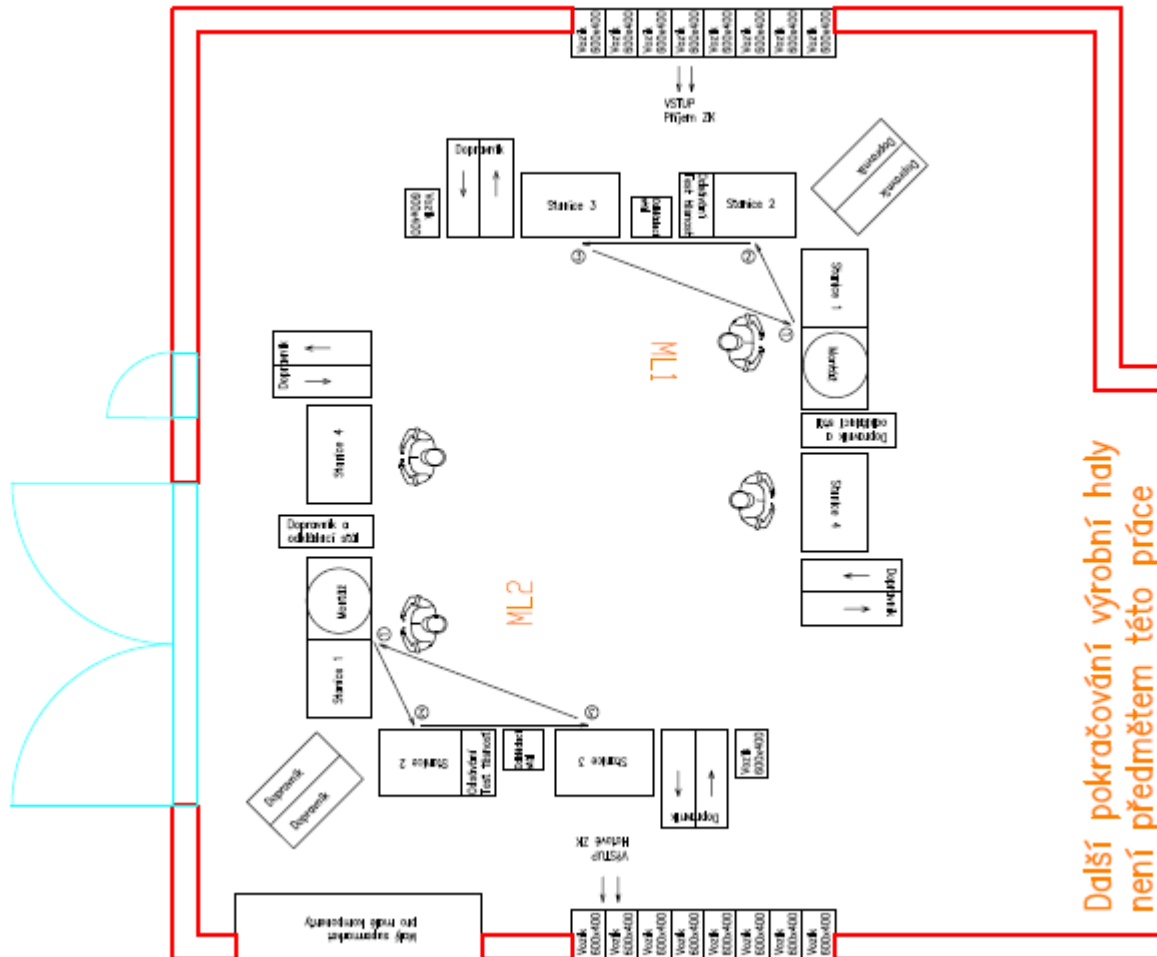
Příloha č.2



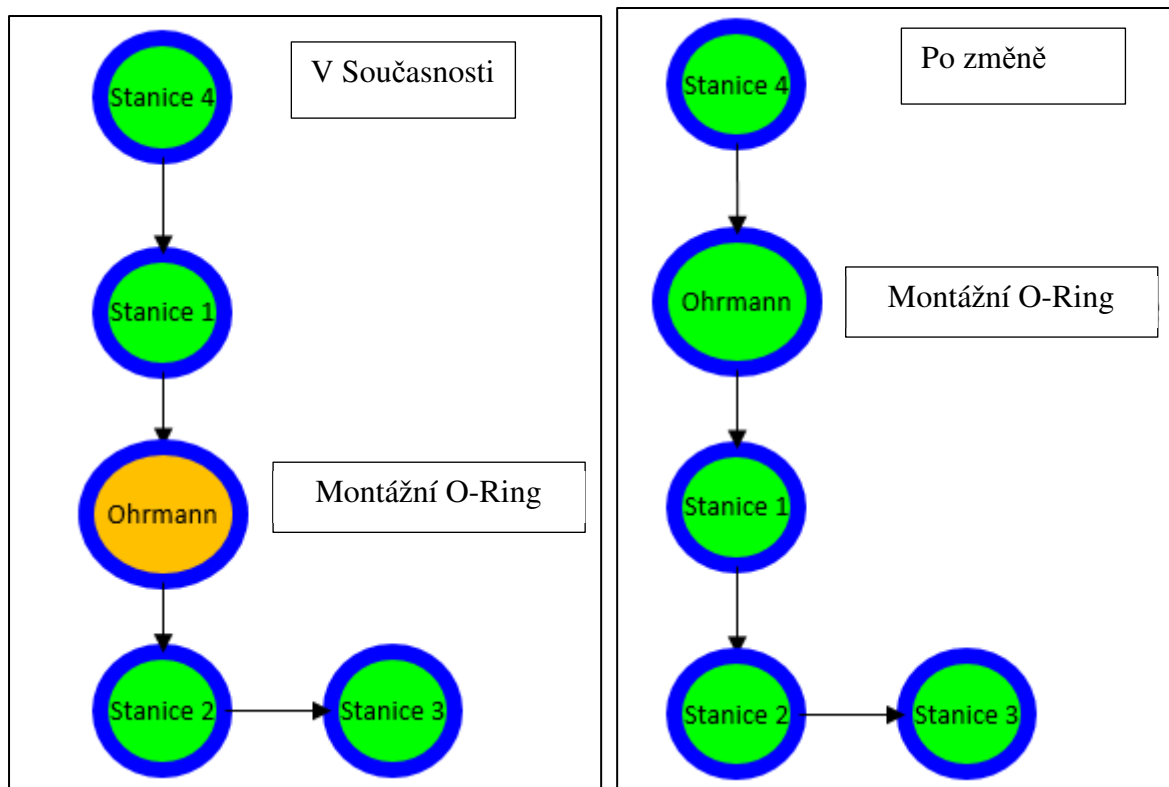
7.2. Layout pro kompletaci hlavy s integrovaným sacím ventilem (iSV)

Na obrázku viz příloha č.3 je vidět stejný layout jako v příloze č. 2. Rozdíl je ale v uspořádání pracovníků obsluhy pro výrobu hlavy s integrovaným sacím ventilem (iSV). Jeden pracovník zde obsluhuje stanice 1,2 a 3 a druhý pracovník obsluhuje stanice 4.

Priloha č. 3



7.4. Nový materiálový tok



Obr. 35 Porovnání současné a nový materiálový tok (vlastní zpracováno)

7.4. Postup stěhování

Základním předpokladem pro sestavení kvalitního návrhu prostorového uspořádání pracoviště je zvolit správný metodický postup. [30]

Uvádí tyto jednotlivé fáze sestavování layoutu:

- orientační průzkum;
- sběr informací;
- analýza současného stavu;
- návrh;
- realizace.

Orientační průzkum – jde o první a rychlé seznámení s řešeným objektem.

Sběr informací – řadí se mezi nejdůležitější činnosti z celého postupu tvorby návrhu a nemůže být nikdy vynechán. Tuto činnost je nutné organizovat tak, aby byly informace k dispozici v požadovaném termínu, ale aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání. [30]

Analýza současného stavu – je důležité situaci posuzovat z různých hledisek, jako např. ekonomického, technického, ergonomického, hmotové toku atd. Kvalitně zpracovaná analýza by měla přímo ukázat varianty možného řešení, měli by ji proto provádět vždy vysoce

kvalifikovaní pracovníci. Je vhodné volit nezaujatý pohled na věc, případně analyzovat současný stav s externí pomocí.

Mezi hlavní oblasti, které by měly být v rámci analýzy současného stavu zkoumány, patří:

- vybavenost stroji a zařízeními a jejich využití;
- vybavenost výroby speciálním nářadím;
- technický stav základních prostředků;
- úroveň mechanizace a automatizace výrobního procesu;
- standardizace;
- tok materiálu a manipulačních prostředků;
- stávající dispoziční řešení a prostorové uspořádání;
- ergonomické vlivy;
- věková a kvalifikační struktura pracovních sil atd. [30]

Návrh –Důležité je definovat stav, kterého má být změnou dosaženo. Nedílnou součástí každého návrhu je také ekonomické zhodnocení, tedy porovnání všech nákladů a přínosů spojených s realizací nového řešení.

Realizace – je poslední fází projektu. Samotnou realizaci je možné provést vlastními silami. V rámci realizace se provede také zhodnocení projektu s ohledem na možná další zlepšení. [30]

Schvalování layoutů v společnosti

Postup při vytváření, změnách a aktualizacích layoutů všech ploch (minimální požadavek na pohyb). Definuje proces požadavků na plochu, prověření možností jejich realizace a rozhodovací proces:

1. Připravit plán přesunu
 - a. studie proveditelnosti (procesy a měření)
 - b. zkouška přesunu
 - c. zkouška stroje před přesunem (měření parametrů výroby)
 - d. souhlas zákazníka s přesunem
 - e. odsouhlasení nového layoutu
 - f. schválení dokumentace oddělením kvality
2. Samotný přesun strojů
3. Ověření před a po
 - a. zkouška stroje po přesunu a srovnání výsledků před a po
 - b. Příprava nové dokumentace (pracovní postupy)
 - c. výroba testovací dávky a zažádání o schválení
 - d. schválení linky oddělením kvality
4. schválení zákazníkem
5. Uvolnění linky do sériové výroby. [30]

Požadavek na změnu layoutu / na plochu

Požadavek na změnu layoutu - požadavek na FCM plynoucí z potřeby změny layoutu výrobních/nevýrobních/kancelářských prostor, nebo vnějšího areálu.

Požadavek na plochu – požadavek při potřebě nové plochy pro kanceláře, stroje, vybavení.

Žadatel - žadatel je osoba zahajující proces schvalování. Je odpovědný za průběh procesu schvalování a je osoba kontaktní při oznámeních o změnách stavu procesu, nebo při zastavení / zamítnutí žádosti. [30]

Jediným oficiálním typem žádosti mezi žadatelem a FCM

Návrh layoutu

Při požadavku na změnu layoutu předkládá žadatel návrh layoutu. Návrh layoutu musí být před vložením do systému a zpracován elektronicky ve formátu *.dwg a musí zobrazovat:

- nový stav layoutu s barevným vyznačením změn
- současný stav layoutu
- přehledový výkres celé haly s vyznačením oblasti změn

Návrh layoutu musí splňovat všechny náležitosti návrhů layoutů. Viz následující přehled.

Kótování

- vzdálenost linek/zařízení od pevných bodů (sloupy)
- vzdálenost od dalších linek/zařízení, sousedících oddělení
- rozměry cest (výška, šířka) dle ČSN 269010
- rozměry pracovního prostoru (výška, šířka vnitřního prostoru v lince, vzdálenost za zády na pracovním místě, vzdálenost od rozvaděčů)

Vyznačeno

- název linky
- číslo/popis AP
- zakresleno umístění pracovníků u pracovišť
- inventární číslo pracoviště
- u návrhů vyznačeny (barevně) všechny plochy, jichž se změna týká
- nákladové středisko plochy
- layouty kresleny v hladinách, vyznačeny nebezpečné prostory

Doplňující údaje a pokyny

- maximální počet pracovníků
- u návrhů přiložen výkres s identifikací objektů v hale
- okótované regály
- rozvaděče – volný prostor min. 80cm, otevření dveří možné o 90°
- zakreslení nádob na odpad
- rozmístění palet a lafet ve výrobě
- zakreslení ochranných zábradlí
- Zakreslení trasy jízd vlaků
- komunikace plánovat dle dopravně pracovního řádu (zkosení rohů, ochranná zábradlí)
- pracovní místo ve výrobě musí odpovídat Nařízení vlády č. 361/2007
- pracovní místo v kanceláři plánovat dle pravidel “Plan stěhování”
- předměty ve výrobě (palety, vozíky) nesmí zakrývat STOP tlačítka, hlavní vypínače, uzávěry, ležící přístroje, hydranty, únikové východy. [30]

7.5 Point CIP pro ML1

V horní části tabulky jsou vidět zelená políčka zobrazující dny kdy byly dosaženy kritéria, které byly předem stanoveny. Červené políčka potom zobrazují dny, ve kterých stanovená kritéria dosažena nebyly. Po každém takovém dnu byl vypracován a aplikován plán nápravných opatření. Z grafu je vidět, že první tři týdny se museli odladit některé nedostatky procesu. Čtvrtý týden už byly požadované kritéria dosažena každý den a proto se po tomto týdnu proces certifikoval a mohl zařadit do sériové výroby.

Point CIP - Systematika																																													
Společnost XY			Den																														Legenda												
Organizátor Point CIP setkání			Fonseca Ingrid																														Agenda												
Měsíc	Projekt N°	Pracoviště	Účast na Point CIP setkání																														Přítomen												
6	X	Hlavy	1 Fonseca Ingrid																														Nepřítomen												
			2																																										
			3																																										
			4																																										
			5																																										
Setkání			Sledování																														OK												
Čas	Frekvence	Dílna	n.OK																														OK												
8:30	1x denně	ML1																															n.OK												
			MENTOR: Datum/Podpis GrL:										Datum/Podpis AL:										Datum/Podpis BL:										Datum/Podpis PT:												
Sledování cílů pro zajištění stability cílového stavu																																													
Byla řešení prodiskutována v IPN a zavedena do praxe?			ANO			Termín začátku P-CIP															6/4/2019										Termín ukončení P-CIP										7/4/2019				Splněno kritérium ukončení?
Nr.	Standard	KPI	Kritérium stability	Směna	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	Kritérium ukončení P-CIP	Splněno kritérium ukončení?								
1.	klasika 1	Monitoring	24,9 + 0,2	1	R	X	X	X	23,8	X	X	X	X	X	24,8	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25	80%	OK							
				2	O	X	X	X	X	X	X	X	X	24,5	24,1	24,2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			24,6						
				Jednotka	s.	3	N	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25	X	X	X	X	X	X	X	24,7	X	X	23,7	23,7	X	X	X	X	X	X	X			X	X					
2.	klasika 2	Monitoring	24,9 + 0,2	1	R	24	X	26,2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25,1	X	25,1	X	X	24,4	24,7	X	X	X	X	X	24,9	X	X	X	X	80%	OK								
				2	O	23,9	25	24,9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24,2	X	X	25,2	X	X	X	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X						
				Jednotka	s.	3	N	23,1	24,4	X	X	X	X	X	X	X	24,7	X	24,9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X					
3.	iSV	Monitoring	25,6 + 0,2	1	R	X	X	X	X	X	24,8	X	X	X	X	X	24,3	X	24,7	X	24,7	X	X	X	X	25	25,6	25,7	X	X	X	X	25	X	80%	OK									
				2	O	X	X	X	X	X	X	X	X	25,2	24,7	X	X	X	X	25,2	25,8	X	26,2	X	X	24,8	X	X	24,9	24,9	X	X	25	24,8			X								
				Jednotka	s.	3	N	X	X	23,8	X	X	24,6	24,4	26,2	23,5	X	X	X	25,4	24,9	26,4	X	24,8	X	X	24,5	24,7	24,6	24,6	X	25,8	25,7	25,7			X	X							

TAL - List ukolů a aktivit - Jak trvale odstráníme odchylky

Nr.	Datum	Zapsal	Problém	Příčina	Opatření	Opakovaná chyba?	Způsob řešení * / Potvrzení účinnosti	dpovědi	Termín	
1	6/6/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						●
2	6/6/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						●
3	6/11/2016	seřizovač	Nedostatek hlavy po stanici 4.1	zaučení na stanici 4.1						●
4	6/19/2019	seřizovač	Nedodržení taktu	Paň skrota i když je na stanici 4 zaučený tak dlouhodobě marodil a pak zastupoval mlkruna 2 který také delší dobu marodil						●
5	6/19/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						●
6	6/20/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						●
7	6/21/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						●

● Řešení problému zahájeno, příčina problému definována

● Opatření k odstránění příčiny definováno, odpovědnosti a termíny stanoveny

● Opatření zavedeno, určen termín pro oěření účinnosti

● Opatření je účinné, potvrzení procesu. Problém vyřešen.

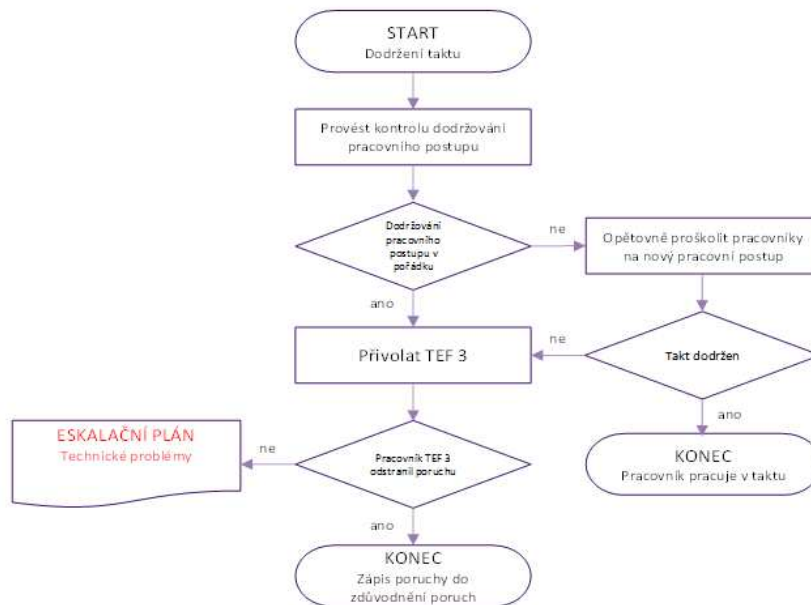
*napr. cesta k dosažení opatření

7.6 Point CIP ML2

Point CIP - Systematika																																																																					
Společnost XY			Den																	20	Legenda																																																
Organizátor Point CIP setkání																				20	Agenda																																																
Fonseca Ingrid																				20	Přítomen																																																
Měsíc	Projekt Nr.	Pracoviště	Účast na Point CIP setkání																	20	Legenda																																																
6	X	hlavvy	Fonseca Ingrid																	20	Legenda																																																
Setkání																				20	Legenda																																																
Čas	Frekvence	Dílna																		20	Legenda																																																
8:30	1x denně	ML2																		20	Legenda																																																
9 MENTOR:			Datum/Podpis GrL:					Datum/Podpis AL:					Datum/Podpis BL:					Datum/Podpis PT:																																																			
Sledování cílů pro zajištění stability cílového stavu																																																																					
Byla řešení prodiskutována v IPN a zavedena do praxe?										ANO										Termín začátku P-CIP										5/27/2019										Termín ukončení P-CIP										6/20/2019										Splnilo kritérium ukončení?									
Nr.	Standard	KPI	Kritérium stability	Směna	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Kritérium ukončení P-CIP																																	
1.	Klasika 1	Monitoring	24,9 + 0,2	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	80%																																
		Jednotka	s.	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																																	
2.	Klasika 2	Monitoring	24,9 + 0,2	1	x	x	x	x	x	x	24,9	x	24,9	22	25,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	80%	OK																															
		Jednotka	s.	3	x	x	x	x	x	x	24,8	x	23,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																																	
3.	ISV	Monitoring	25,6 + 0,2	1	x	x	x	x	x	x	25,7	x	x	x	x	24,3	24,2	x	24,1	24,4	x	x	25	x	x	24,4	25,3	x	x	24,5	25,3	28	23,7			80%	OK																																
		Jednotka	s.	3	x	x	x	x	x	x	25,2	x	25,2	23,5	x	25,4	24,9	23,7	25	23,6	24,3	x	25	24,3	23,7	24,9	25,3	24,8	x	24,7	24,8	25,2	24,4	25																																			

TAL - Listů uokolů a aktivit - Jak trvale odstráníme odchylky

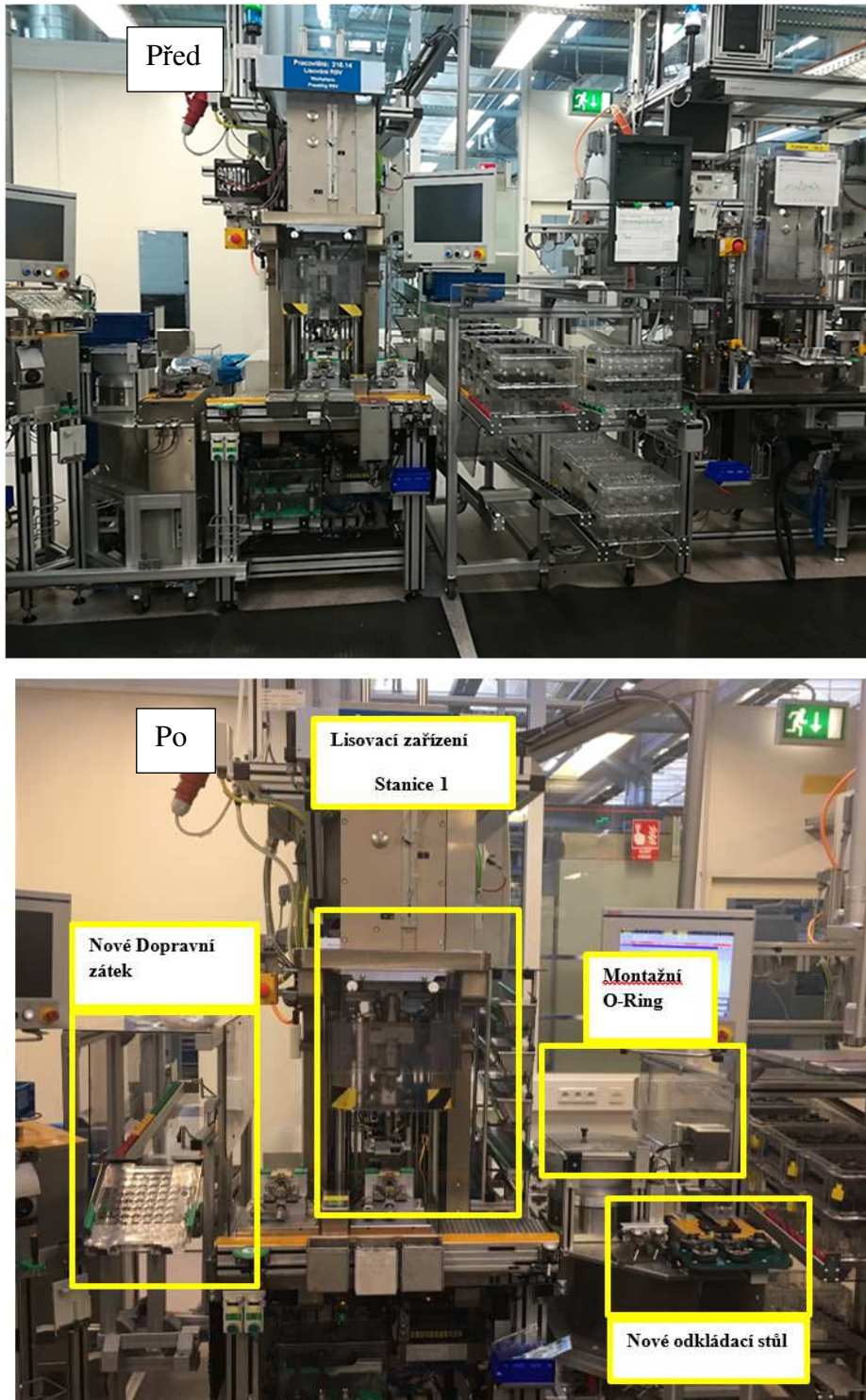
Nr.	Datum	Zapsal	Problém	Příčina	Opatření	Opatřeno chyba?	Způsob řešení * / Potvrzení účinnosti	Odpovědný	Termín	
1	5/27/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						
2	5/30/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						
3	5/31/2019	seřizovač	Nedodržení taktu obsluhou	Rotace personálu zaučování na nový layout						
4	6/19/2019	seřizovač	Nedodržení taktu	zaškoluje a není ještě schopná dodržet poz	Pracovnice bude pokračovat v tréninku s dohledem seřizovače.					
5										
6										
7										
8										



Obr. 36: Reakční plán pro seřizovač Point CIP ML1 a ML2 (vlastní zpracováno)

7.7 Aktuální montážní linka po realizaci projektu

Na obrázku 37 je vidět změny po úpravě layoutu: změna pozice Montáže O-ringu vedle stanice 1, nový odkládací stůl pro 6 pozic, aktualizace ovládacího software pro stanici 1, nový dopravník pro materiál.



Obr. 37: Po optimalizace stanice 1 (varianta 1) (vlastní zpracováno)

8. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

hlava	Aktuální takt [s]	Nové takt [s]
Klasika 1 (načítání hlava v Ohrmann)	25,3	24,0
Klasika 2 (načítání hlava v Ohrmann)	26,0	24,9
Integrovaný sací ventil (zakládání hlava do Ohrmanna - MA stanice 4)	31,0	25,6

Tab.5: Souhrn před změnu a po nový taktu (vlastní zpracováno)

Analýza aktuální produktivního času

8.1 Výpočet maximálního aktuální výkonu stroje:

Délka směny je 8 hod = 8 * 60 min = 480 min * 3 (směny) = 1440 min

- Přestávky = 3 * 30 min = 90min
- Předání směny 3 * 10 min = 30min

Celkové délka směna je = 1440 – 90 – 30 = **1320 min**

- Délka jednoho cyklu (CT) pro klasika 1 je 24,3 sec = 24,3 : 60 sec = 0,405 min.
- Délka jednoho cyklu (CT) pro klasika 2 je 26 sec = 26 : 60 sec = 0,4333 min.
- Délka jednoho cyklu (CT) pro iSV je 31 sec = 31 : 60 sec = 0,516 min.

➤ Plánovaný výkon pro Klasika 1. = $\frac{\text{délka výrobní směny}}{\text{délka cyklu jednoho výrobku}} = \frac{1320}{0,405} = 3259 \text{ ks}$

➤ Plánovaný výkon pro Klasika 2 = $\frac{\text{délka výrobní směny}}{\text{délka cyklu jednoho výrobku}} = \frac{1320}{0,433} = 3048 \text{ ks}$

➤ Plánovaný výkon pro iSV = $\frac{\text{délka výrobní směny}}{\text{délka cyklu jednoho výrobku}} = \frac{1320}{0,516} = 2558 \text{ ks}$

Tímto postupem je vypočítán plánovaný (maximální) výkon zařízení ve sledovaném čase.

8.2 Skutečný výkon stroje

Do skutečného výkonu zařízení se dosazuje počet skutečně vyrobených výrobků, které byly ve sledovaném čase vyprodukovány. Jedná se o celkový počet vyrobených výrobků po odečtení zmetků a dvojitých běhů. Zmetky (neshodné díly) jsou výrobky, které neprošly korektně celým výrobním procesem na montážní lince. Takové díly se šrotují nebo procházejí následným procesem přepracování v podobě dvojitého běhu. Dvojitým během se rozumí přepracování neshodného dílu, který je po přepracování opětovně poslán do linky k opakovanému zpracování dochází ke ztrátě cyklu jednoho dílu.

8.3 Výpočet efektivity stroje (OEE)

Vypočítané a zjištěné hodnoty se dosadí do vzorce:

$$OEE = \frac{\text{Skutečný výkon zařízení}}{\text{plánovaný výkon zařízení}} * 100$$

$$OEE = \frac{\text{Skutečný výkon zařízení}}{\text{plánovaný výkon zařízení}} * 100 = 85 \% \text{ (aktuální využití produktivity na před montáž hlavy)}$$

- Skutečný výkon zařízení v roce 2018 (před změnu)

$$\text{Klasika 1} \left(\frac{1320}{0,405} \right) * 0,85 = 2770 \text{ ks}$$

$$\text{Klasika 2} \left(\frac{1320}{0,433} \right) * 0,85 = 2591 \text{ ks}$$

$$\text{iSV} \left(\frac{1320}{0,516} \right) * 0,85 = 2174 \text{ ks}$$

8.4 Analýza neproduktivní čas

Ztráta dostupnosti je definována jako doba, ve které měl být stroje použitelný a vyrábět, ale nebyly vyrobeny žádné výrobky.

Ztráta dostupnosti = ztráty které snižují dobu chodu zařízení

Technice ztráty TOP 5:

- **Kvalitativní ztráty** – stroj byl dostupný a takt vykonán. Ztráty způsobené zmetky a opravami

Kvalitativní ztráty = počet n.i.o. kusů x čas cyklu

- **Výkonové ztráty** – znamená, že stroj sice běží ale ne maximální rychlostí.

Výkonové ztráty = ztráty a malé poruchy, které zvyšují dobu taktu zařízení

v společnost děli na další 3:

- 1 Technické ztráty, seřízení měřidel a kalibrace strojů
- 2 Organizační ztráty, zaškolení nových pracovníků
- 3 Přeražení, čišění stroje, úklid, změna typu

8.5 Analýza nové produktivního taktu v roce 2019 (po změnu)

- Délka jednoho cyklu (CT) pro klasika 1 je 24,0sec = 24 : 60 sec = 0,4 min.
- Délka jednoho cyklu (CT) pro klasika 2 je 24,9 sec = 24,9 : 60 sec = 0,415 min.
- Délka jednoho cyklu (CT) pro iSV je 25,6 sec = 25,6 : 60 sec = 0,426 min.

- Skutečný výkon zařízení v roce 2018 (před změnu)

- Klasika 1 $\left(\frac{1320}{0,4}\right) * 0,85 = 2805 \text{ ks/den}$
- Klasika 2 $\left(\frac{1320}{0,415}\right) * 0,85 = 2703 \text{ ks/den}$
- iSV $\left(\frac{1320}{0,426}\right) * 0,85 = 2634 \text{ ks/den}$

8.6 Porovnání produkce v letech 2018 oproti 2019

V tabulce níže je vidět souhrn počtů vyrobených kusů za den na jedné pracovní lince v letech 2018 (před změnou) a 2019 (po změně)

Výpočet nové OEE jednotlivý typy

Plánování OEE po implementace nové layout,

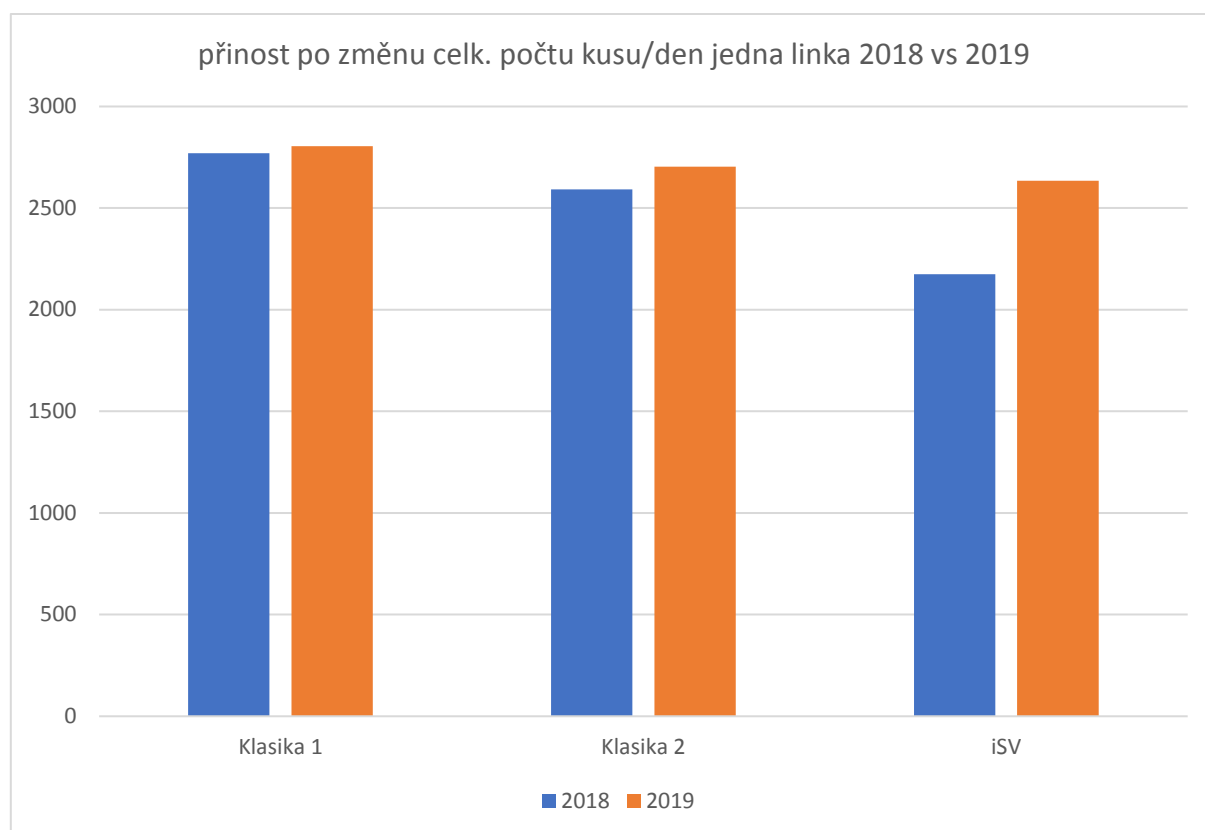
Vypočítané a zjištěné hodnoty se dosadí do vzorce:

$$OEE = \frac{\text{planovaný výkon zařízení 2019}}{\text{skutečný výkon zařízení 2018}} * 100 (\%)$$

- OEE klasika 1 = $\frac{2805}{2770} * 100 = 101,26 - 100 = 1,26\%$
- OEE klasika 2 = $\frac{2703}{2591} * 100 = 104,32 - 100 = 4,32\%$
- OEE iSV = $\frac{2634}{2174} * 100 = 121,15 - 100 = 21,15\%$

Typ hlavy	kusy/den v roce 2018 ML 1 a ML2	kusy/den v roce 2019 ML 1 a ML2	OEE zvýšení % Pro následující roky
Klasika 1	2770*2 = 5540	2805*2 = 5610	1,26
Klasika 2	2591*2 = 5182	2703*2 = 5406	4,32
iSV	2174*2 = 4348	2634*2 = 5268	21,15

Tab. 6: konečně vypočet kusy za den pro obě linky a % zvýšení OEE (vlastní zpracováno)



Obr.36: Celkový porovnání produkce v roce 2018 a 2019 (vlastní zpracováno)

9. ZÁVĚR

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou uvedeny hlavní systémy optimalizace výroby nejčastěji používané ve strojírenství. Tyto informace jsem čerpala nejen z literatury ale i ze svých zkušeností, které jsem nabyla ve společnosti. Z hlediska orientace na výsledky, společnost klade velký důraz na neustálé zlepšování procesů pomocí nástrojů lean managementu.

V praktické části byl analyzován předchozí stav ve firmě a hledán potenciál optimalizace na před-montáž hlavy. V analytické fázi této práce bylo více faktorů, které pomohly eliminovat nevyužitý čas výroby a zvýšit její produktivitu.

Bylo prokázáno, že na výrobní lince se dal zkrátit takt díky změně pozice pracoviště montáž o-ringu a použitím integrované kamery. Proto bylo možné na integrovaný sací ventil urychlit takt jednoho kusu o 5,2 sec a za přínosu tohoto zkráceného času stoupla produktivita výroby tohoto integrovaného sacího ventilu o 21%. Produktivita dalších výrobků se zvýšila také, pro klasika 1 o 1,26% a klasika 2 o 4,3%. Také byl řešen problém zpoždění výroby z důvodu nepravidelného taktu stanice 4. Mezi stanice byl instalován odkládací stůl se šesti pozicemi pro rozpracované hlavy. Tento stůl působí v procesu jako kompenzační člen a přispívá k plynulosti výroby celé linky.

Dále bylo prokázáno že tuto pracovní linku bylo možné ještě zlepšit z ergonomického pohledu. Byl vytvořen nový dopravník na stanici 2 (dodávka komponentu zátky pro klasika 1 a 2) , tak aby vyhovoval středním a malým postavám, které tuto linku většinou obsluhují.

Také proběhla optimalizace softwaru pro stanici 1 a zároveň změna používané kamery (dříve separátní kamera, nově kamera na stanici ohrman), to přispělo k dalšímu snížení taktu linky. Díky změně konfigurace lisovacího stroje byl navíc snížen i takt tohoto procesu o další 3,15 sec.

Všechny tyto změny byly provedeny interně, to znamená, že z ekonomického pohledu to bylo optimální řešení.

Tyto změny byly nejdříve plánovány pro jednu pracovní linku, kde se celý proces odladil tak aby nedocházelo k žádným systémovým chybám a poté se změny aplikovaly na další linku, jak je uvedeno v kapitole 4.1. Díky tomuto přístupu bylo možno otestovat nový proces v malém měřítku a zároveň, jelikož druhá linka stále pracovala beze změny, dodávky výrobků zákazníkům nebyly příliš zpomaleny.

Celý proces změn, od návrhu až po realizaci pro obě výrobní linky (ML1 a ML2) trval 6 měsíců.

Tento projekt u společnosti XY byl pro mně skvělou zkušeností a poskytl mi vhled do reálné výroby ve strojírenském podniku. Díky tomu jsem mohla zúročit své teoretické znalosti a využít k realizaci komplexního zadání této diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. VITÁSEK, Tomáš. *Projekt optimalizace layoutu výrobní haly ve společnosti XY* [online]. Grada Publishing, 2015 [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/31169/vit%c3%a1sek_2015_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomové. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
2. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
3. SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN isbn978-80-247-3611-2.
4. Charakteristika pojmu projekt s ohledem na možné výklady pojmu. *Mendelu* [online]. [cit. 2020-07-09]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21147
5. Easy Project - Železný trojúhelník. In: *Easyproject* [online]. [cit. 2020-07-09]. Dostupné z: https://www.easyproject.com/images/Blog_Images/xEasy-Project---Iron-Triangle.gif.pagespeed.ic.S2qTMpxngi.webp
6. PHAM BÍCH, Ngoc. *The Analysis of Kaizens Benefits* [online]. Plzeň, 2015 [cit. 2020-07-10]. Dostupné z: <https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/18561/1/Analyza%20prinosu%20metody%20Kaizen.pdf..> Bakalářská práce.
7. CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.
8. GREASLEY, Andrew. *BUSINESS LOGISTICS; PRODUCTION MANAGEMENT; PROJECT*. ISBN 978-0470997611.
9. CHVALOVSKÝ, Václav. *Řízení projektů, aneb, Překážkový běh na dlouhou trať*. 2005. Praha: ASPI, 2005. Lidské zdroje. ISBN 80-735-7085-8.
10. Toyota - historie značky. *Eurooldtimers* [online]. [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.eurooldtimers.com/cze/historie-clanek/909-toyota-historie-znacky.html>
11. TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8381-1.
12. LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
13. Quick Changeover: How it Can Reduce Your Manufacturing Costs...Quickly! *Deltamodtech* [online]. [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.deltamodtech.com/blog/quick-changeover-how-it-can-reduce-your-manufacturing-costs-quickly/>
14. CESAR, Richard. *LEAN MANAGEMENT VKONKRÉTNÍM PODNIKU* [online]. Brno, 2014 [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/g952q/DP_R.CESAR4.pdf.. Diplomová práce. Masarykova Univerzita - Ekonomicko-správní fakulta.
15. AHUJA, I.P.S. a J.S. KHAMBA. *Total productive maintenance: literature review and directions* [online]. 2008, **25**(7), 709-756 [cit. 2020-09-11]. DOI: 10.1108/02656710810890890. ISSN 0265-671X. Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02656710810890890/full/html>
16. NEDOMA, Tomáš. *Návrh optimalizace výrobního procesu s využitím standardizace a JIS* [online]. Brno [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/handle/11012/83331>. Diplomová práce. Vut. Vedoucí práce Jurová, Marie.

17. SISTEMAS PUSH, PULL Y BOTTLENECK. *Planeamiento y control de operaciones* [online]. [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/freyserdanielcorzogonzales/sistemas-push-pull-y-bottleneck>
18. KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2524-3.
19. NOVOTNÁ, Martina a Tomáš VOLEK. *Měření efektivity využívání výrobních faktorů v souvislostech*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-126-0.
20. SYNEK, František. *Manažerská ekonomika*. 2. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2001. Expert (Grada). ISBN 80-247-9069-6.
21. KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 2002. Expert (Grada). ISBN 80-247-0199-5.
22. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů technologické projekty 1*. Vyd. 3. Brno: Brno, Akademické nakladatelství CERM, 2005, 2005. ISBN 978-80-2142-871-3.
23. FILIPOVÁ, Lenka. *PRODUKTIVITA PRÁCE VE VYBRANÉM PRŮMYSLOVÉM PODNIKU* [online]. Ostrava, 2017 [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/120067/FIL0060_HGF_N2102_2102T001_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=n. Diplomová práce.
24. HYRŠLOVÁ, Jaroslava a Jiří KLEČKA. *Ekonomika podniku*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2010. ISBN 978-80-86730-54-7.
25. HIREGOUDAR, Chadrasker a B. Raghavendra REDDY. *Facility Planning and Layout Desing. Facility Planning and Layout Desing* [online]. India, 2007, s. 336 [cit. 2020-09-11]. ISBN 81-8431-291-1. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=es&lr=&id=yYkmz0XRgNEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Hiregoudar+a+Reddy,+2007&ots=V62yYkCFAw&sig=UcaEv4CtNcTcPIVO9tsgno1Mrng&redir_esc=y#v=onepage&q=Hiregoudar%20a%20Reddy%2C%202007&f=false
26. Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik. *Státní zdravotní ústav Centrum pracovního lékařství* [online]. Praha, 2007 [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/cpl/pracovni_prostredi/Ergonomicke_checklisty_unor2008.pdf
27. NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. Praha: Grada, 2002. Poradce. ISBN 80-247-0392-0.
28. FIALA, Petr. *Projektové řízení: modely, metody, analýzy*. Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 80-864-1924-X.
29. CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.
30. Interní dokumentace společnost XY.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/symbol	Jednotka	Popis
BPS	-	Business Production System
CO	min	Change Over time
CT	s	Cycle time
CRS	-	Common Rail System
DT	s	Delivery time
DMC	-	Datamatrix kód
FIFO	-	First In First Out
FMEA	-	Failure Mode and Effects Analysis
iSV	-	Integrovaný sací ventil
JIT	-	Just In Time
JIS	-	Just In Sequence
KS	-	Počet kusů ve FIFO dráze před BN
LT	min	Line takt
NVAT	s	Non Value Added Time
OEE	%	Overall Equipment Effectiveness
PDCA	-	Plan, Do, Check, Act
PLB	-	List pro řešení problémů
POT	min/den	Planned Operation Time
ML	-	Montážní linka
QCO	-	Quick Change Over
KLT	-	Označení pro obalový materiál (<i>Plastová standardizovaná</i>)
SMC	-	Shopfloor Management Cycle
SV	-	Sací Ventíl
STL	-	Ship to line
T	s	Rozdíl časů směn
TT	s	Doba zákaznického taktu
TPS	-	Toyota Production System
TPM	-	Total Productive Maintenance
TOL	-	Tokově Orientovaný Layout
VAT	s	Value Added Time
VSD	-	Value Stream Design
VSM	N	Value Stream Mapping
ZK	-	Hlava valce

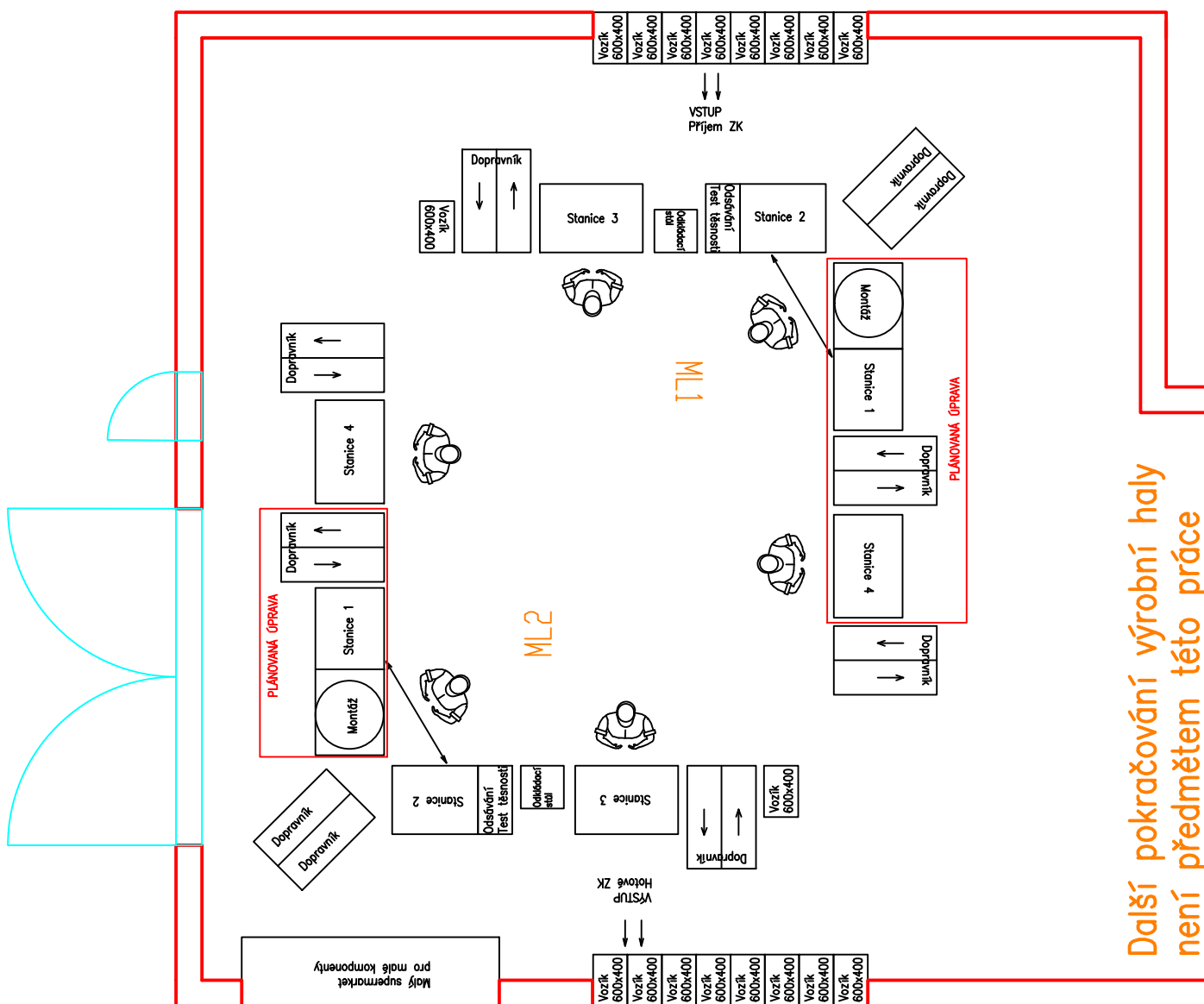
SEZNAM PŘÍLOHY

Příloha 1: Předchozí layout předmontáž hlavy

Příloha 2: Nový layout pro klasika 1,2

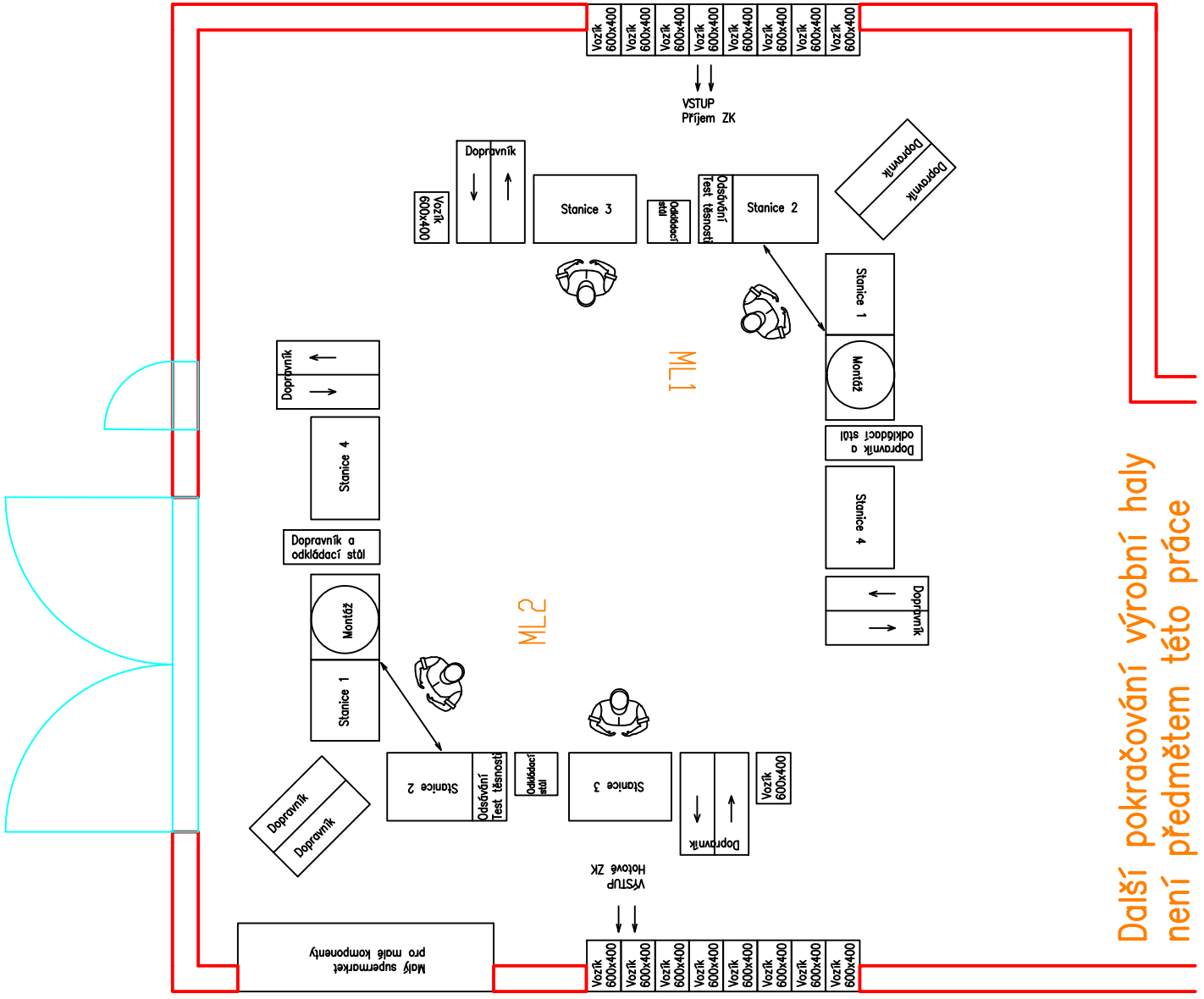
Příloha 3: Nový layout pro iSV hlava

PŘED ZMĚNOU



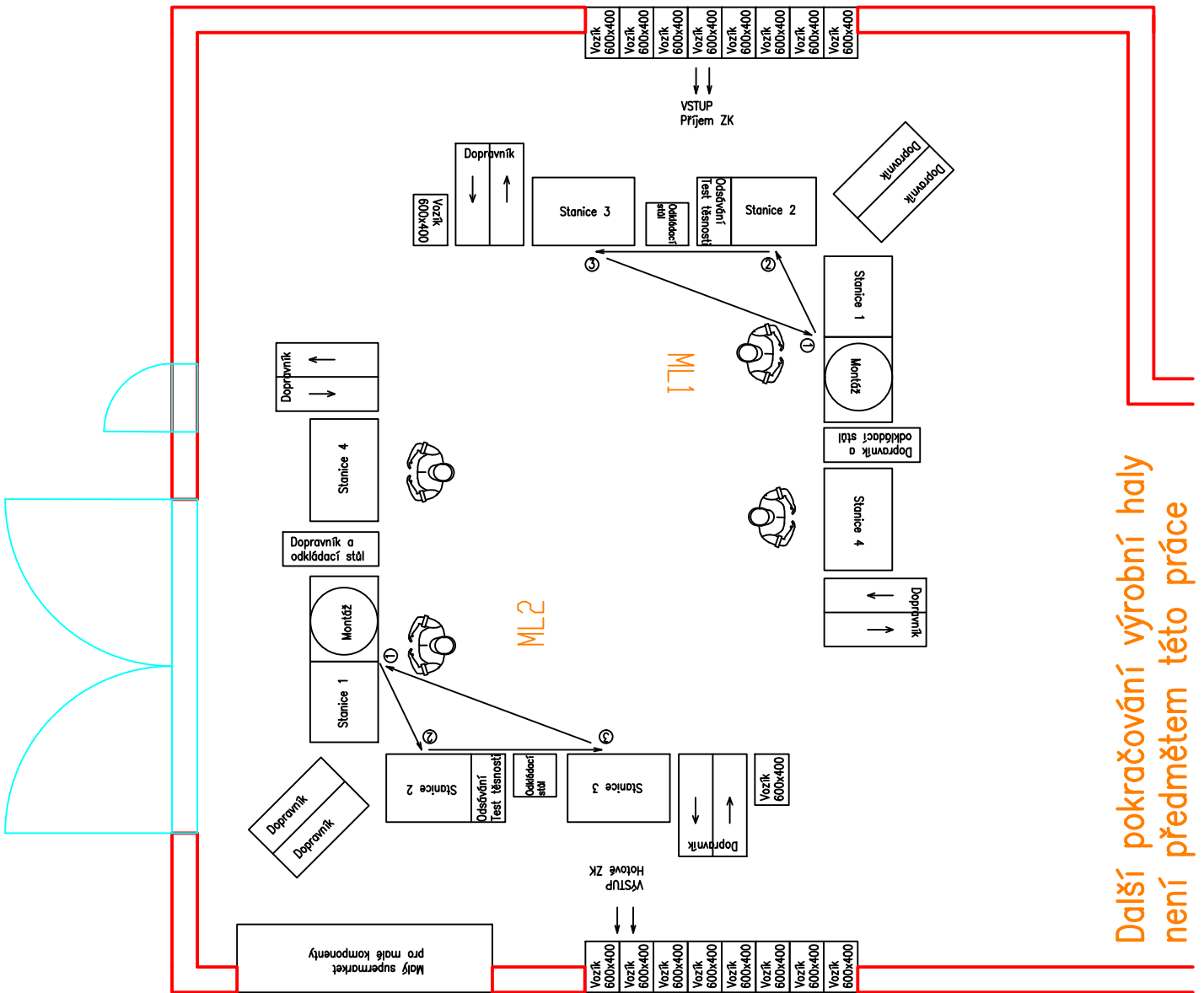
Další pokračování výrobní haly
není předmětem této práce

PO ZMĚNĚ PRO TYP ZK STANDARDNÍ A SLIMKY



Další pokračování výrobní haly
není předmětem této práce

PO ZMĚNĚ PRO TYP ZK CP4E (iSV)



Další pokračování výrobní haly
není předmětem této práce