

Aplikace metody SMED na modelové lince ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.

Bc. Karolína Klanicová, BA (Hons)

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Karolína Klanicová, BA (Hons)
Osobní číslo: M220037
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Aplikace metody SMED na modelové lince ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA s.r.o.

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na metodu Single Minute Exchange of Die a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické části projektu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu přetypování linky.
- Na základě analýzy aplikujte metodu SMED na dané výrobní lince.
- Zhodnotte přínosy navrhovaného řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- BADIRU, Adedeji Bodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- BRAU, Sebastian J. *Lean Manufacturing 4.0: The Technological Evolution of Lean*. Scotts Valley: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 978-1539322948.
- GILCHIRST, Alasdair. *Industry 4.0: The industrial internet of things*. New York: Apress, 2016. ISBN 978-14-84-22046-7.
- DENNIS, Pascal. *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 3rd ed. London: Productivity Press, 2017. ISBN 978-1498708876.
- MARÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0 – Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Ondra**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **19. dubna 2024**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Karolína Klanicová

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zaměřuje na implementaci metody SMED (Single-Minute Exchange of Die) na výrobní lince modelu Volkswagen Touareg ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. v Mohelnici. Cílem práce je optimalizace času výměny přípravků při výrobě světlometů na této lince prostřednictvím aplikace metody SMED. Během implementace metody SMED jsou analyzovány a testovány různé strategie s cílem dosáhnout zkrácení doby výměny nástrojů. Kvantitativní a kvalitativní metriky jsou použity k vyhodnocení úspěšnosti implementace této metody, včetně časové úspory, zvýšení efektivity a snížení nákladů. Výsledky této práce poskytnou ucelený pohled na implementaci metody SMED na výrobní lince Volkswagen Touareg ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. a budou sloužit jako základ pro další optimalizace procesů na dalších výrobních linkách ve firmě.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, metoda SMED, štíhlá výroba, plýtvání

ABSTRACT

This thesis focuses on the implementation of the Single-Minute Exchange of Die (SMED) methodology on the production line of the Volkswagen Touareg model at HELLA AUTOTECHNIK NOVA s.r.o in Mohelnice. The aim of this work is to optimize the tool changeover time and processes in the manufacturing of headlights on the Volkswagen Touaregline through the application of the SMED methodology. Various strategies are analyzed and tested during the implementation of the SMED methodology to achieve a significant reduction in tool changeover time. Quantitative and qualitative metrics are employed to evaluate the success of implementing this method, including time savings, increased efficiency, and cost reduction. The results of this work provide a comprehensive view of the SMED methodology implementation on the production line at HELLA AUTOTECHNIK NOVA s.r.o and will serve as a foundation for further process optimizations in other production lines.

Keywords: Industrial Engineering, SMED Method, Lean Manufacturing, Waste

Ráda bych vyjádřila upřímné poděkování všem, kteří mi poskytli podporu a inspiraci během psaní této diplomové práce. Děkuji mému vedoucímu práce Ing. Pavlu Ondrovi za cenné rady, trpělivost a vedení. Dále děkuji mému nadřízenému Ing. Martinu Planičkovi za odborné rady. Děkuji také své rodině, svému příteli a přátelům za neustálou podporu a povzbuzení v průběhu celého studia. Bez vaší podpory by tato práce nebyla možná.

Dále děkuji všem, kteří přispěli k úspěšnému dokončení této diplomové práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	13
1.1 POHLED NA ŠTÍHLOU VÝROBU V KONTEXTU KONCEPTU PRŮMYSL 4.0	14
1.2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	15
1.3 PLÝTVÁNÍ.....	15
1.4 PLÝTVÁNÍ PŘI PŘESTAVBĚ	15
1.5 METODY A PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY	16
2 SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)	18
2.1 VÝHODY A NEVÝHODY ZAVEDENÍ METODY SMED.....	18
2.2 FÁZE ZAVEDENÍ METODY	19
2.3 DESATERO RYCHLÉ ZMĚNY	20
3 DOPLŇUJÍCÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI	22
3.1 SMART	22
3.2 PDCA	23
3.3 5S.....	24
3.4 SPAGHETTI DIAGRAM	25
3.5 STANDARDIZED WORK.....	26
4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	31
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	32
5.2 STRUKTURA SPOLEČNOSTI	33
5.3 MISE, VIZE A STRATEGIE SPOLEČNOSTI.....	33
5.4 STRUKTURA VÝROBY	34
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	35
6.1 POPIS LINKY VOLKSWAGEN TOUAREG	36
6.2 POPIS PRACOVÍŠTĚ	42
6.3 PŘESTAVBY NA LINCE	44
6.3.2 Četnost přestaveb na lince Renault Captur	48
6.3.3 Srovnání počtu přestaveb mezi linkami	49
6.1.1 Manipulant	60
6.1.2 Seřizovač	62

7	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	64
7.1	DEFINICE PROBLÉMU.....	64
7.2	PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU.....	64
7.3	DEFINICE CÍLE POMOCÍ METODY SMART.....	65
7.4	HARMONOGRAM PROJEKTU.....	66
8	ELIMINACE PLÝTVÁNÍ.....	67
8.1	APLIKACE NAVÁDĚJÍCÍCH KOLEJNIC.....	67
8.2	STANDARDIZOVANÉ OZNAČENÍ NAPŘÍČ LINKOU.....	68
8.2.1	Označení přípravků.....	69
8.2.2	Označení materiálu.....	70
8.2.3	Označení při umístění přípravků.....	70
8.3	NOVÝ LAYOUT PRO PŘÍPRAVKY.....	71
9	IMPLEMENTACE METODY SMED.....	73
9.1	ROZDĚLENÍ ČINNOSTÍ NA INTERNÍ A EXTERNÍ.....	73
9.2	NAVRŽENÉ ZMĚNY.....	74
9.2.1	Manipulant.....	74
9.2.2	Seřizovač.....	74
9.3	NOVĚ SESTAVENÝ STANDARDIZED WORK.....	75
10	ZHODNOCENÍ PROJEKTU.....	76
10.1	ČASOVÉ ÚSPORY.....	76
10.2	NÁKLADY NA PROJEKT.....	76
	ZÁVĚR.....	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	80
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	85
	SEZNAM TABULEK.....	87
	SEZNAM PŘÍLOH.....	88

ÚVOD

Pro každou společnost je důležité dosahovat a zlepšovat výkonnost, úspěch a konkurenceschopnost. Vzhledem k silné globální konkurenci potřebují výrobní společnosti zlepšit a optimalizovat produktivitu, zvýšit výrobu, flexibilitu a dosáhnout konkurenčních výhod. Aby společnosti přežily a uspokojily poptávku zákazníků, musí zlepšit své výrobní systémy. Společnosti musí fungovat efektivně prostřednictvím inovací a zavádění nových pracovních postupů a technik (Saravanan et al., 2018).

Průmysl 4.0, jak definuje profesor Vladimír Mařík, je revoluce v myšlení. Tento koncept představuje zásadní změny v průmyslové výrobě a přesahuje i do dalších oblastí. Důležité je, aby všichni zaměstnanci rozuměli jeho přínosům. Přejít na Průmysl 4.0 vyžaduje strategické kroky a pochopení možných překážek (Mařík, 2016). Pro dnešní firmy je více než nutné přecházet k Průmyslu 4.0, pokud chtějí na trhu přežít.

Salam a Khan (2018) tvrdí, že kritickým faktorem konkurenceschopnosti je diferenciací prostřednictvím inovace produktů, procesů a organizace.

Ondra (2022) doplňuje, že společnosti se také musí snažit snižovat výrobní náklady, vyrábět vysoce kvalitní produkty a zvyšovat produktivitu. Nejlepší způsob, jak snížit náklady, je odstranit plýtvání a zlepšit výrobní proces. Společnosti začaly hledat nové přístupy a strategie v oblasti řízení výroby, což zahrnuje využívání nástrojů jako Single Minute Exchange of Die (SMED). Tyto nové nástroje a strategie se zaměřují na správu strojů a zařízení, minimalizaci odpadu a časových prodlev a na zajištění a zlepšení celkové konkurenceschopnosti (Ondra, 2022).

Tato diplomová práce se zaměřuje na aplikaci právě metody SMED ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. v Mohelnici, konkrétně na výrobní linku Volkswagen Touareg, na které probíhá výroba více projektů, proto byla zvolena pro tuto práci díky četným přestavbám. Tato společnost se svým významným postavením v automobilovém průmyslu si klade za cíl nejen zvýšit efektivitu a flexibilitu výroby, ale také snížit plýtvání a optimalizovat časové úseky přestavby strojů.

Tento projektový úkol se zabývá analýzou a následnou implementací SMED metodologie na výrobní lince Volkswagen Touareg. Cílem této práce je dosáhnout redukce doby přestavby minimálně o 10 %. Aplikace této metody ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA s.r.o. představují nejen výzvu, ale také příležitost k zásadnímu

zdokonalení výrobních postupů a k posunu směrem k ještě konkurenceschopnějšímu prostředí.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tato diplomová práce se zaměřuje na aplikaci SMED (Single-Minute Exchange of Die) metody v prostředí výrobní linky s cílem redukovat dobu přestavby z projektu na projekt, důvodem je eliminace plýtvání. Hlavním cílem práce je optimalizace času výměny přípravků při výrobě světlometů na této lince prostřednictvím aplikace metody SMED a snížit tento čas alespoň o 10 %. Aby byl tento hlavní cíl dosažen, je nutné provést důkladnou analýzu současného stavu přestavby na lince. Tato analýza zahrnuje detailní pozorování a mapování každého kroku přestavby, identifikaci časově náročných úkonů a určení faktorů zpomalujících proces. Na základě této analýzy se navrhne a implementuje nový proces, který bude optimalizovaný a minimalizuje časové ztráty během přestavby.

Při zavádění metody SMED se pro zefektivnění procesu přestavby strojů využijí doplňkové metody, jako je 5S, která zajišťuje organizované a efektivní pracovní prostředí. Dále standardized work (SW), která přinese detailní vizualizace a návody na každý krok procesu, fungující jako manuál pro operátory, seřizovače a manipulanty, kteří se s přestavbou setkají poprvé. Tento přístup nejen usnadní pochopení a zvýší efektivitu, ale také zajistí konzistentnost a sníží prostor pro chyby. Klíčovou doplňkovou metodou pro úspěšné zavedení metody SMED bude snímkování, které poskytne detailní analýzu a identifikaci oblastí pro zlepšení. Tato technika poskytuje nezbytnou vizuální zpětnou vazbu a je nenahraditelná pro porozumění komplexním krokům přestavby, umožňující efektivnější plánování a implementaci změn.

Kromě snížení času přestavby na konkrétní lince bude práce také sloužit jako vytvoření obrazu a návodu pro zavedení metody SMED a standardizovaných pracovních postupů na další výrobní linky ve společnosti. Vedlejším cílem je vytvořit komplexní dokumentaci a praktický návod, který umožní ostatním linkám v podniku implementovat metodu SMED s cílem dosáhnout podobných efektů v minimalizaci času přestavby. Tento návod už nebude součástí této diplomové práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Princip štíhlé výroby je založen na adaptabilní produkci, která se přizpůsobuje jak potřebám zákazníků, tak aktuálním tržním trendům. Tento přístup je charakterizován decentralizovaným řízením s využitím flexibilních týmů pracujících na různých úrovních výrobního procesu. Každý člen týmu nese značnou míru odpovědnosti za kvalitu a plynulost produkce (Tuček a Bobák, 2006).

Brau (2014) ve své práci vysvětluje, že "štíhlá výroba" se opírá o principy a techniky, které mají svůj původ ve výrobním systému společnosti Toyota, známém jako just in time. Tento systém, který byl vyvinut Taichii Ohnem a Shingeo Shingem, je uznáván za efektivní nástroj pro eliminaci nepotřebných ztrát a plýtvání ve výrobních procesech. Systém Toyota se stal globálním standardem pro štíhlou výrobu a metody odstraňování plýtvání, a to díky jeho schopnosti zvyšovat efektivitu a produktivitu v různých výrobních odvětvích po celém světě. Hlavním zaměřením štíhlé výroby je uspokojit požadavky zákazníků na vysokou kvalitu a nízké náklady. Tato metoda nejen identifikuje příčiny vzniku plýtvání, ale také pomáhá s jeho odstraněním prostřednictvím jasně stanovených principů a směrnic (MENDELU VYSOKÁ ŠKOLA, 2020).

Charakteristiky štíhlé výroby zahrnují následující aspekty:

Just in time výroba: Proces výroby je synchronizován s aktuální poptávkou zákazníků s cílem minimalizovat nadbytečnou produkci a skladování zásob.

Doba výrobního cyklu: Je uspořádána do pevně stanoveného harmonogramu, což zajišťuje, že výroba probíhá hladce a bez zbytečných přerušování. Toto uspořádání pomáhá udržet výrobu v neustálém toku a zvyšuje její efektivitu.

Malé šarže: Redukce velikosti výrobních dávek je strategie, která přináší významné výhody pro pružnost a efektivitu výrobního procesu. Klíčovým benefitem této metody je schopnost rychleji reagovat na požadavky zákazníků díky menším dávkám, které lze snadněji přizpůsobit aktuálním potřebám trhu. Tímto způsobem společnost může udržovat nižší úroveň zásob, což má přímý pozitivní dopad na cash flow. S nižšími zásobami jsou vázané menší finanční prostředky, což umožňuje společnosti flexibilněji disponovat svými finančními zdroji. V důsledku toho redukce velikosti výrobních dávek nejen zvyšuje schopnost firmy pružně reagovat na měnící se požadavky, ale také přispívá k lepšímu cash flow tím, že minimalizuje množství peněz vázaných ve formě materiálu a hotových výrobků na skladě.

Vizualizace a standardizace: Pracovní postupy jsou jasně zobrazeny a standardizovány, což poskytuje transparentnost, efektivitu a prevenci chyb.

Analýza toku hodnot: Identifikace klíčových bodů pro optimalizaci, jako jsou úzká místa a plýtvání, například čekací doby, se provádí pomocí analýzy toku hodnot. Tento přístup se zaměřuje na detailní zhodnocení toku materiálu a informací v rámci výrobního procesu. Oba aspekty jsou klíčové pro efektivní fungování výrobního systému a vyžadují komplexní koordinaci (Walter, 2024).

1.1 Pohled na štihlou výrobu v kontextu konceptu Průmysl 4.0

Myšlenka čtvrté průmyslové revoluce byla původně představena v roce 2011 a základní koncept byl prezentován na veletrhu v Hannoveru v roce 2013. Tato myšlenka se zaměřuje na kyberneticko-fyzikální systémy (CPS), které mají schopnost samostatně řídit průmyslové továrny. Inteligentní systémy přebírají mnoho funkcí a činností, které dříve vykonávali lidé, a využívají čidla, čtečky kódů, kamery a další zařízení. Očekává se, že tím dojde k výraznému růstu produktivity, předpokladem je, že až o jednu třetinu (Mařík, 2016).

Při integrování zásad štihlé výroby s konceptem Průmysl 4.0 vycházíme z poznání, že dlouhodobě osvědčené metody a nástroje štihlé výroby mohou být úspěšně digitalizovány. Současné podniky disponují pokročilým softwarovým vybavením, což umožňuje postupné přecházení těchto metod do digitální podoby v rámci automatizovaných pracovišť (Tuček a Bobák, 2017).

Podle Maříka (2016) jsou základní charakteristiky inteligentní továrny odpovídající konceptu Průmyslu 4.0 následující: výrobní procesy jsou optimalizovány napříč celým hodnotovým řetězcem, linky jsou vzájemně propojeny a plně automatizovány, má automatizované logistické zázemí, výrobní zařízení se samy optimalizují a nastavují dle parametrů zpracovávaného produktu, roboti vzájemně komunikují atd.

Gilchrist ve své knize zdůrazňuje klíčovou roli IoT (Internet of Things) jako základní stavební blok pro průmysl 4.0. IoT umožňuje propojení a automatizaci výrobních procesů pomocí inteligentních zařízení, které komunikují mezi sebou i s centrálními systémy. Tato technologie je zásadní pro transformaci tradičních výrobních průmyslů směrem k vysoce efektivním, flexibilním a automatizovaným systémům, které jsou schopné reagovat v reálném čase na měnící se požadavky trhu (Gilchrist, 2016).

1.2 Průmyslové inženýrství

S konceptem štíhlé výroby je velmi úzce spjat pojem průmyslové inženýrství, což je obor, který se zaměřuje právě na štíhlou výrobu, která je jednou z mnoha oblastí, které tento obor zajišťuje. Průmysloví inženýři se aktivně snaží nalezením efektivních cest eliminovat ztráty ve výrobních a administrativních procesech. Tato problematika je klíčovým zájmem procesních inženýrů, supervizorů, mistrů a vedení výrobních jednotek a dílenských provozů. Jejich současný zájem směřuje k maximalizaci efektivity výrobních procesů a optimálnímu propojení mezi výrobními a administrativními činnostmi, které se vzájemně ovlivňují. Stále se zabývají otázkou, jak motivovat zaměstnance k neustálému zlepšování a hledání inovačních řešení. V dnešní době je klíčové identifikovat přidanou hodnotu vytvářenou ve firmě lidmi, stroji a procesy, které jsou zároveň předmětem zájmu zákazníků o nabízené produkty a služby (Chromjaková, Rajnoha, 2011).

1.3 Plýtvání

Plýtvání je identifikováno jako vše, co způsobuje nárůst nákladů na výrobek nebo službu, aniž by přitom přispívalo k jejich hodnotě. Podle Košturiaka a Frolíka (2006) je odhalení plýtvání klíčovým krokem, protože představuje potenciální příležitost k zlepšení a dosažení zisku.

Termín plýtvání je obecně známý též jako „MUDA, MURI a MURA“, což vychází z principů filozofie kaizen. Bauer (2012) ho popisuje následovně: „*MUDA v rámci výrobního procesu označuje prvky, které nepřidávají hodnotu a za něž by zákazník neměl být zbytečně zatěžován finančně*“

Košturiak a Frolík (2006) ve své knize uvádí osm druhů plýtvání: „*Čekání, nadvýrobu, přepracování, pohyb, přemísťování, opravování, skladování a nevyužitý potenciál pracovníka.*“

1.4 Plýtvání při přestavbě

Shigeo Shingo, jedna z klíčových postav v oblasti štíhlé výroby, významně přispěl k rozvoji metodik na snižování času přestavby a provozní efektivity výrobních linek. Jeho práce a metody, zejména systém SMED (Single-Minute Exchange of Die), jsou základem pro identifikaci a eliminaci různých druhů plýtvání, které mohou negativně ovlivňovat výrobní procesy. Shingo rozpoznává, že plýtvání může nabývat mnoha forem, včetně nadměrné výroby, která vede ke tvorbě nadbytečných zásob, čekání způsobeného neefektivním

využíváním pracovních sil nebo strojů, přepravy bez přidané hodnoty, neefektivního zpracování, které nepřináší zákazníkovi žádnou hodnotu, držení zbytečně velkých zásob materiálů, zbytečného pohybu lidí, produkce vadných výrobků vyžadujících opravy a nedostatečného využití schopností zaměstnanců. K dosažení hladkého průběhu výroby, Shingo zdůrazňuje důležitost harmonizace výrobního procesu s pevným režimem, což umožňuje efektivnější a plynulý tok práce bez zbytečných přerušování (Dillion & Shingo, 1985).

Podle Tučka a Bobáka (2006) se druhy plýtvání dají rozdělit do čtyř hlavních kategorií, každá s vlastními specifickými příčinami a důsledky, ty zahrnují ztrátu času při hledání nástrojů a materiálů potřebných pro přestavbu, neefektivní montáž a demontáž vyžadující časté chůze pro díly nebo nářadí, nadbytečné pohyby během seřizování a testování, a nakonec zpoždění při zahajování produkce kvůli čekání na povolení (Tuček a Bobák, 2006).

V kontextu přestavby strojů Shingo specificky upozorňuje na plýtvání časem a zdroji spojenými s dlouhými přestavbami, které mohou výrazně zpomalit výrobu a snižovat její flexibilitu. Jeho přístup SMED se zaměřuje na značné snížení doby potřebné pro tyto přestavby, což umožňuje výrobním zařízením rychleji reagovat na změny a zvyšuje jejich celkovou efektivnost. I když přesné formulace těchto typů plýtvání přímo z jeho knih nemohou být citovány, principy, které Shingo rozvinul, jasně poukazují na význam eliminace plýtvání ve všech jeho formách jako základu pro efektivní a štíhlou výrobu. Jeho učení a metody poskytují cenný rámec pro organizace usilující o zlepšení výrobních procesů a maximalizaci hodnoty pro zákazníky (Dillion & Shingo, 1985).

1.5 Metody a principy štíhlé výroby

Štíhlá výroba představuje strategický přístup k organizaci pracovních procesů, který se zaměřuje na minimalizaci plýtvání a maximalizaci hodnoty pro zákazníka. Klíčové principy a metody štíhlé výroby, jako jsou 5S, mapování toku hodnot, Kaizen, Poka-Yoke, Kanban, analýza hodnot jsou nástroje, které firmám umožňují efektivně implementovat tento koncept (Dennis, 2017).

V knize Lean Manufacturing 4.0: The Technological Evolution of Lean od Sebastiana J. Braua se zkoumá, jak technologický vývoj a průmysl 4.0 ovlivňují aplikaci štíhlých metod. Integrace digitálních technologií, jako jsou automatizace, pokročilá analýza dat a inteligentní výrobní systémy, nabízí nové možnosti pro zefektivnění výrobních procesů a zvýšení flexibility a reaktivity na změny poptávky (Brau, 2017).

Walter ve svém článku zmiňuje základní principy štíhlé výroby následující:

Orientaci na hodnotu, což znamená zaměření na to, co je pro zákazníka skutečně cenné. Je nutné identifikovat a eliminovat všechny činnosti, které nevytvářejí hodnotu, a přizpůsobit procesy potřebám zákazníka.

Orientaci na tok hodnot, což vyžaduje analýzu a optimalizaci toku materiálů, informací a činností. Identifikace a odstranění plýtvání v hodnotovém řetězci je klíčová pro zvýšení efektivity a snížení nákladů.

Orientaci na plynulý tok, která zajišťuje, že výroba probíhá hladce a efektivně bez zbytečných přerušování, čekacích dob nebo úzkých míst.

Princip Pull, který spočívá ve výrobě a dodávce materiálů a produktů jen ve chvíli, kdy jsou skutečně potřebné, což minimalizuje nadprodukcii a zásoby.

Snahu o dokonalost prostřednictvím kultury neustálého zlepšování, kde jsou zaměstnanci povzbuzováni k identifikaci možností pro inovace a optimalizaci procesů (Wanter, 2024).

Brau (2017) tvrdí, že úspěšná implementace štíhlé výroby vyžaduje závazek celé organizace, od vedení po jednotlivé zaměstnance, k sdílení a dodržování těchto principů. Důležitá je také průběžná revize a přizpůsobování iniciativ štíhlé výroby, zajištění aktivního zapojení všech zaměstnanců a poskytování potřebného školení. Využívání technologických inovací a metod, jako jsou ty, které Sebastian J. Brau uvádí ve své knize, může výrazně přispět k efektivitě a úspěchu štíhlých výrobních iniciativ, přičemž pomáhá firmám zůstat konkurenceschopnými v dnešním rychle se měnícím průmyslovém prostředí (Brau, 2017).

Co se týče autora, který má jiný názor na štíhlou výrobu, je to právě John Seddon, který často kritizuje standardní interpretaci Leanu, zejména její aplikaci ve službách. Seddon argumentuje, že přístup založený na štíhlé výrobě může v některých případech vést k přehnanému důrazu na standardizaci a efektivitu na úkor flexibility a schopnosti uspokojit individuální potřeby zákazníků. Podle něj by se organizace měly zaměřit spíše na pochopení a řešení skutečných potřeb zákazníků pomocí systémového myšlení než na slepou aplikaci Lean nástrojů a technik (Seddon, 2005).

2 SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

Metodu SMED vyvinul, jak jsme výše zmiňovali Shigeo Shingo, japonský průmyslový inženýr, který řekl, že jde o „vědecký přístup ke zkrácení doby nastavení, který lze použít v jakékoli továrně na jakýkoli stroj“. Účelem metody SMED je výrazně zkrátit doby přechodu a zefektivnit procesy provádění změn strojů a zařízení. Hlavní princip metody doporučuje provést co nejvíce přepínacích kroků během tzv. externí fáze, což je doba, kdy je stroj nebo zařízení v provozu. Zbývající interní operace jsou zároveň zjednodušeny, standardizovány, aby se eliminovaly zbytečné operace, prostoje nebo plýtvání jinými zdroji (Malindzakova et al., 2021).

Pattaro et al.(2022) ve svém článku uvádí, že SMED je soubor technik, které umožňují spustit nastavení zařízení pod 9 minut. SMED se může vyvinout v OTED (one-touch exchange of die), což je doba nastavení kratší než 1 minuta. OTED se může vyvinout v NOTED (bezdotyková výměna), což je doba nastavení rovna nule. Schopnost společností rychle přecházet z jednoho produktu na druhý je kritický. Jedním ze způsobů, jak tohoto cíle dosáhnout je zkrácení doby nastavení, což je čas strávený mezi výrobou posledního kusu z předchozí šarže a výrobou prvního kusu z další šarže. Zkrácení doby nastavení přináší několik výhod, jako je vyšší produktivita; méně plýtvání, snížené zásoby a dodací lhůta, větší flexibilita systému a vyšší efektivita stroje. Stojí za zmínku, že programy pro rychlou výměnu mohou zvýšit produktivitu až o 70 % (Pattaro et al., 2022).

Bauer klade důraz na to, že v současné době, s rozmanitostí produktů na trhu, existuje trend vyrábět výrobky v malých dávkách přizpůsobených přáním a potřebám zákazníků. Aby firmy mohly flexibilně reagovat na tyto poptávky, je klíčové minimalizovat dobu potřebnou pro změnu výrobního nastavení (Bauer et al., 2012).

2.1 Výhody a nevýhody zavedení metody SMED

SMED si klade za cíl zvýšit efektivitu zařízení v průběhu výroby. Hlavním důvodem zavádění této metody ve firmách je snaha o optimalizaci procesů s cílem dosáhnout rychlejší a efektivnější výměny nástrojů. Podle Ondry (2017) existuje několik dalších výhod spojených s implementací SMED. Patří sem redukce plýtvání spojeného s přestavbou, což v konečném důsledku vede ke snížení nákladů. Dále se očekává zkrácení doby pro dodání hotových výrobků a průběžné doby výroby. Standardizací procesů dochází k minimalizaci chyb během přestavby, což má za následek zvýšení produktivity a kvality výsledných výrobků. SMED též přináší zjednodušení pracovního postupu při přestavbě a současně

snižuje fyzickou zátěž pracovníků. Kromě toho přispívá ke zvýšení bezpečnosti práce, spokojenosti zákazníků a celkové konkurenceschopnosti firmy na trhu (Ondra, 2017).

2.2 Fáze zavedení metody

Metoda SMED je aplikována prostřednictvím workshopů přímo u stroje nebo na výrobní lince, kde je primárně stanoven cíl projektu a sestaven multidisciplinární tým. Tento tým obvykle zahrnuje operátory, techniky, údržbáře, mistra, seřizovače, předáka a další klíčové pracovníky, aby společně pracovali na dosažení co nejefektivnějšího přestavování výrobních zařízení (Bauer et al., 2012).

První fáze: Fáze identifikace

Kumaravel (2018) ve své studii uvedl, že počáteční fázi implementace metody SMED je nutné detailně porozumět celému procesu. Obvykle zahrnuje základní činnosti Clean-Up, Set-up, Start-up.

V této fázi je nutné přezkoumat proces provádění přechodu a připravit seznam jednotlivých operací (Otero & Lopes, 2018).

Druhá fáze: Oddělovací fáze

Během druhé fáze identifikuje implementační tým SMED prvky, které lze snadno provést externě, což znamená, že je lze provést před nebo po přestavbě za chodu stroje nebo zařízení. Typické příklady takových kroků mohou zahrnovat čištění, inspekce, kontroly kvality nebo vyhledávání materiálu (Kulkarni, Lahiri, 2020).

Třetí fáze: Fáze transformace

Kulkarni (2019) uvádí, že během třetího kroku by se mělo usilovat o transformaci interních procesů přechodu na externí procesy. Zároveň by každá změna měla být pečlivě prozkoumána s ohledem na náklady a práci potřebnou k provedení změny, vyvážené klady, které přinesou úsporu času.

Zároveň by takové změny měly být přezkoumány bezpečnostními odborníky a provozovateli, aby se ujistili, že změny odrážejí požadavky na bezpečnost práce, aby se předešlo potenciálním zraněním a bezpečnostním nehodám. Po dokončení této fáze by revidovaný seznam prvků měl obsahovat méně vnitřních prvků a více vnějších prvků (Kulkarni, 2019).

Čtvrtá fáze: Fáze vylepšení

Posledním krokem je zefektivnění a zjednodušení zbývajících interních a externích procesů. Obecně by při pokusu o zlepšení procesů měly být rozpoznány dvě široké oblasti zlepšení. Za prvé jsou to lidské aspekty, které lze zlepšit lepší úrovní přípravy a organizace práce. Na druhé straně existují zlepšení a zefektivnění technických procesů, které vyžadují inženýrské změny v rámci procesu (Kuczyńska-Chałada, 2019).

Podle uvedených autorů, mezi něž patří Kuczyńska-Chałada, Kulkarni, Lahiri, Otero, Lopes a Kumaravel, je SMED proces zavádění rozdělen do čtyř fází. Naopak v knize SMED z roku 2008, kterou napsali Kormanec, Boledovič, Bureta a Višňanský, se tvrdí, že proces zavádění SMED se skládá pouze ze tří kroků

1. Rozdělení časů na interní a externí.
2. Převedení maxima interních činností na externí.
3. Zkracování interních i externích činností. (Kormanec et al., 2008)

Tohle tvrzení stále platí, ale nové články a studie se rozšířily a jejich autoři pozměnili a přidali fázi zavádění SMED.

2.3 Desatero rychlé změny

Tuček a Bobák (2006) ve své knize zmiňují „desatero SMED“, které poskytuje důležité směrnice pro minimalizaci času výměny a seřizování. Prvním principem je pochopení, že výměna a seřizování představují plýtvání a jejich minimalizace je klíčem k efektivitě. Dále je důležité odmítat pesimismus a nebrat "je to nemožné" jako odpověď. Zkrácení času seřizování vyžaduje týmovou spolupráci. Také ve své knize tvrdí, že videozáznam je nad všechny argumenty. Dalším principem je standardizace postupu výměny. Následně kladou důraz na nutnou přípravu všech potřebných předmětů a nástrojů k výměně, ještě před zahájením samostatné výměny. Eliminace pohybu nohou a minimalizaci šroubů jsou další zásady ke správnému zavedení SMED. Seřízení "podle oka" je vhodné nahradit přesnějšími metodami, jako jsou stupnice, značky atd. Nakonec zdůrazňují, že bez měřeného tréninku nelze dosáhnout vítězství v závodě efektivity (Tuček&Bobák, 2006).

Shigeo Shingo, který metodu SMED vyvinul, ve své práci formuloval klíčové kroky nebo principy, které jsou často shrnovány jako desatero SMED. Přestože originální Shingova práce může obsahovat komplexnější a detailnější vysvětlení, zde je zjednodušený přehled deseti základních kroků nebo principů SMED, jak jsou obecně chápány:

Rozlišujte mezi vnitřními a vnějšími činnostmi. Vnitřní činnosti jsou ty, které lze provádět pouze tehdy, když stroje stojí (např. výměna nástroje), zatímco vnější činnosti mohou být prováděny, i když stroj běží (např. příprava nástrojů).

Převeďte vnitřní činnosti na vnější, kde je to možné. Cílem je minimalizovat čas, kdy stroj musí stát kvůli výměně nástroje nebo nastavení.

Standardizujte a zjednodušte činnosti. To zahrnuje použití univerzálních nebo standardizovaných nástrojů a zařízení, které usnadňují rychlou výměnu.

Používejte rychloupínací a snadno nastavitelné mechanismy. Eliminuje potřebu použití nářadí a značně zrychluje proces přestavby.

Připravte všechny materiály a nástroje předem. Příprava a dostupnost všeho potřebného před zastavením stroje zkracuje dobu přestavby.

Provádějte všechny činnosti paralelně. Organizujte práci tak, aby více úkolů mohlo být provedeno současně místo sekvenčně.

Eliminujte úpravy a nastavování po přestavbě. Cílem je dosáhnout "správně na první pokus" bez potřeby dalšího ladění.

Zavedení týmové práce. Podporuje větší flexibilitu a rychlost při přestavbách díky spolupráci mezi pracovníky.

Vytvořte dokumentaci a standardní pracovní postupy. Zajistí konzistenci a opakovatelnost přestaveb.

Provádějte průběžné zlepšování. Neustálé hodnocení a zlepšování procesů přestavby k dosažení ještě rychlejších a efektivnějších přestaveb (Dillion& Shingo, 1985).

3 DOPLŇUJÍCÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

V diplomové práci nebyla použita jen metoda SMED, ale i další metody, které přispěly k úspěšné implementaci. Tyto metody jsou detailně rozepsány v této kapitole.

3.1 SMART

Metoda SMART je framework pro stanovení cílů a objektivů, který zdůrazňuje důležitost jejich specifického, měřitelného, dosažitelného, relevantního a časově omezeného formulování. Tento přístup pomáhá zajistit, že cíle jsou jasné a realizovatelné, což umožňuje efektivnější plánování a vyšší pravděpodobnost úspěchu. Podívejme se na jednotlivé aspekty metody SMART:

Specifické (Specific) - Cíle by měly být jasně definované a konkrétní, aby bylo zřejmé, čeho se má dosáhnout.

Měřitelné (Measurable) - Cíle by měly být kvantifikovatelné, aby bylo možné sledovat postup a ověřit dosažení cíle.

Dosažitelné (Achievable) - Cíle by měly být realistické a dosažitelné s ohledem na dostupné zdroje a omezení.

Relevantní (Relevant) - Cíle by měly být důležité pro projekt a jeho účastníky, aby byla zajištěna motivace a smysluplnost úsilí.

Časově omezené (Time-bound) - Cíle by měly mít stanovený časový rámec, v němž mají být dosaženy, což pomáhá udržet směřování a prioritizaci úsilí (Portny, 2017).

V této diplomové práci je metoda SMART využita k definování a plánování specifických cílů projektu zavedení metody SMED.

Je důležité se ujistit, zda cíle projektu jsou přímo relevantní pro zlepšení výrobních procesů a odpovídají strategickým cílům naší společnosti. Každý cíl bude mít stanovený časový rámec pro jeho dosažení, což nám pomůže udržet projekt na správné cestě a zabezpečit efektivní řízení času.

Tímto způsobem bude metoda SMART klíčovým nástrojem pro zajištění, že tato diplomová práce bude mít strukturovaný, jasný a účelný přístup k zavedení metody SMED, což nám umožní dosáhnout cílů a přinést hmatatelné výsledky pro zlepšení efektivity výrobních procesů v naší organizaci.

3.2 PDCA

PDCA (Plan-Do-Check-Act), známý také jako Demingův nebo Shewhartův cyklus, je základním principem pro neustálé zlepšování procesů v rámci kvality managementu a jiných oblastí podnikání. Tato metodologie je výsledkem práce dvou hlavních teoretiků: W. Edwardsa Deminga a Waltera A. Shewharta, kteří významně přispěli k moderním metodám řízení kvality.

Původ cyklu PDCA je spojen s Walterem A. Shewhartem, který v 30. letech 20. století představil ideu cyklického zlepšování. Jeho práce inspirovala W. Edwardsa Deminga, který tento koncept rozšířil a popularizoval, zejména v Japonsku po druhé světové válce. Demingův přínos k rozvoji PDCA a jeho pozdější varianta PDSA (Plan-Do-Study-Act), kde "Study" nahrazuje "Check", zdůrazňují důležitost analýzy a učení se z provedených akcí nad pouhou kontrolou. Deming vnímal PDCA jako nástroj pro aplikaci vědecké metody v praxi organizací, což umožňuje systematické a iterativní zlepšování procesů (Rother, 2009).

Čtyři fáze PDCA

Plan (Plánování): Identifikace problémů nebo příležitostí pro zlepšení, stanovení cílů a vytvoření akčního plánu.

Do (Provedení): Implementace plánu na menších kontrolovaných vzorcích, aby se minimalizovalo riziko.

Check (Kontrola): Hodnocení efektivnosti implementovaných akcí a srovnání výsledků s očekávanými cíli.

Act (Akce): Přijetí opatření na základě zjištění z fáze Check. V případě úspěchu se standardizují nové postupy; v opačném případě se cyklus opakuje s upraveným plánem (Ludvík, 2019).

3.3 5S

Metoda 5s, významná komponenta štíhlé výroby, představuje soubor pěti japonských slov začínajících na "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu a Shitsuke, což lze přeložit jako třídění, uspořádání, čištění, standardizace a udržování. Tento systém je základem pro optimalizaci pracovního prostředí, zlepšení efektivity a podporu kontinuálního zlepšování (Dennis, 2017).

Hiroyuki Hirano, uznávaný expert na 5S, vnímá tuto metodu jako základní kámen vizuálního pracovního místa a klíčový prvek štíhlé výroby. Ve své práci Hirano klade důraz na to, že systematické uplatňování 5S vede k odstranění plýtvání, zlepšení produktivity a zvýšení bezpečnosti na pracovišti (Hirano, 1995).

Z Hiranova pohledu je prvním krokem právě Seiri volně přeloženo jako třídění nebo roztřídění, je zásadní pro identifikaci a odstranění nepotřebných předmětů z pracovního místa, což zjednodušuje ostatní kroky 5S a pomáhá vytvořit čistší a organizovanější prostředí (Hirano a Rubin, 2009).

Takashi Osada se zaměřuje na filozofický a kulturologický aspekt 5S, kde metoda slouží jako most mezi fyzickým uspořádáním pracoviště a vytvářením disciplinované pracovní kultury. Osada tvrdí, že 5S není jen o čištění a organizaci, ale také o budování základů pro kvalitní pracovní prostředí a podporu osobního i organizace rozvoje. Seiketsu (standardizace) a Shitsuke (udržování) jsou podle Osady klíčové pro udržení dlouhodobého závazku k principům 5S a pro vytvoření kultury, která tuto praxi udržitelně začleňuje do každodenního pracovního života (Osada, 1991).

Gwendolyn Galsworth se ve své práci věnuje vizuálnímu aspektu 5S a jeho spojení s vizuálním řízením pracovního místa. Podle Galsworth je vizuální pracovní prostředí, kde jsou informace snadno dostupné a srozumitelné prostřednictvím vizuálních signálů, klíčem k efektivitě a bezpečnosti. Galsworth zdůrazňuje, že Seiton (uspořádání) a Seiso (čištění) jsou fundamentální pro vytvoření takového prostředí, kde každý prvek má své místo a čistota pracovního místa je základem pro jeho efektivní fungování (Galsworth, 2005).

V současné době se metoda 5S neustále vyvíjí a přizpůsobuje novým výzvám a možnostem, které přináší digitalizace a Industry 4.0. Přístup 5S, tradičně aplikovaný v manufakturních a výrobních prostředích, se nyní rozšiřuje i do oblastí služeb, zdravotnictví, vzdělávání a dokonce i do softwarového inženýrství, kde pomáhá zvyšovat efektivitu, zlepšovat pracovní procesy a posilovat bezpečnostní kulturu. V dnešní době, kdy se organizace snaží být

agilnější a reagovat rychleji na měnící se tržní podmínky, nabízí 5S cenný rámec pro zjednodušení pracovních procesů a zvýšení produktivity tím, že redukuje plýtvání a zvyšuje organizovanost. Zavedení digitálních nástrojů a technologií, jako jsou cloudové služby, aplikace pro správu úkolů a systémy pro sdílení dokumentů, modernizuje aplikaci 5S a umožňuje týmům efektivněji spravovat a sdílet informace, zlepšit komunikaci a zvyšovat transparentnost procesů (Gilchrist, 2016).

Například v kontextu Seiton (uspořádání) digitální nástroje umožňují lepší organizaci dat a dokumentů, což zjednodušuje přístup a vyhledávání informací pro všechny členy týmu.

Dále v oblasti Seiso (čištění) se využívají pokročilé technologie pro monitorování a udržování čistoty pracovního prostředí, které pomáhají identifikovat a rychle řešit problémy týkající se údržby a hygieny. V průmyslu i mimo něj tedy 5S překračuje své původní hranice a stává se klíčovým nástrojem pro zlepšování pracovního prostředí a procesů v širokém spektru odvětví (Brau, 2017).

V souhrnu, přestože základní principy 5S zůstávají konstantní, jejich aplikace a význam se neustále rozšiřují a adaptují na současné technologické a organizační trendy. Tento vývoj z 5S dělá nejen metodu pro zlepšení fyzického pracovního prostředí, ale také strategický nástroj pro podporu celkové organizační excelence a inovace.

3.4 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram slouží k vizualizaci pohybových tras objektů v rámci určitého systému pomocí vedení linií. Tyto objekty mohou zahrnovat jak pracovní sílu, tak materiály, a systémem může být například výrobní prostor, části objektu nebo pracoviště. Název metody odkazuje na vizuální podobnost výsledného diagramu se špagetami, což odráží složitost a možnou neefektivitu tras (Kanaganayagam et al., 2015).

Tato metoda umožňuje podrobně sledovat, jak se různé prvky pohybují po prostoru, přičemž lze pro lepší přehlednost použít rozličné barvy pro odlišení mezi typy objektů nebo časovými úseky jejich pohybu. Analýza diagramu následně umožňuje identifikovat délku tras, jejich frekvenci, místa křížení a překrývání, a to vše s ohledem na předem stanovené kategorie. Na základě těchto informací je možné rozpoznat, kde dochází k zbytečným nebo neefektivním pohybům, což může vést k optimalizaci pracovních postupů, změnám ve struktuře týmu, nebo k přeorganizování pracovního prostředí, aby se zvýšila celková efektivita a snížila plýtvání zdroji (Senderska et al., 2017).

3.5 Standardized Work

Standardized work, volně překládáno do češtiny jako standard práce, dále jen "SW", představuje referenci v pracovním procesu, umožňuje nám zachytit identifikovaný optimální způsob práce a porovnat ho s aktuálním stavem ve čtyřech klíčových oblastech. Za prvé slouží ke školení nováčků, za druhé zajistí shodu s vysokým standardem (kvalita, ergonomie, efektivita), za třetí vyzývá k neustálým vylepšením a za čtvrté umožňuje kapitalizaci na dosažených zkušenostech (FORVIA, 2023).

SW je jedním z klíčových konceptů Toyota Production System (TPS), jak jej popsal Taiichi Ohno ve své knize "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production". Tento princip je základem pro dosažení vysoké efektivity, kvality a konzistence výrobních procesů, přičemž se zaměřuje na detailní definici nejefektivnějšího způsobu, jakým lze provést každou jednotlivou pracovní úlohu. Skládá ze tří základních prvků: sekvence pracovních operací potřebných k dokončení úkolu, takt času (tj. rytmus, v němž by měl být produkt vyráběn, aby vyhovoval poptávce zákazníků), a standardní množství pracovního inventáře v procesu a na pracovišti. Tyto elementy jsou pečlivě dokumentovány a všechny pracovní postupy jsou normalizovány napříč celou organizací, což zajišťuje, že každý pracovník ví přesně, jaké kroky má provést, v jakém pořadí a jak rychle, aby splnil očekávanou úroveň výroby (Ohno, 1988).

Standardizovaná práce (SW) představuje nejen základní kámen efektivních pracovních procesů, ale také dynamický nástroj pro dosažení neustálého zlepšování a excelence v rámci organizace. Její podstata spočívá nejen ve vytváření a udržování optimálních pracovních postupů, ale také v poskytování pevného základu pro školení nových pracovníků, zajištění vysoké úrovně kvality, ergonomie a efektivity, v neposlední řadě ve stimulaci neustálého vylepšování a kapitalizaci zkušeností (FROVIA, 2023).

V kontextu Toyota Production System (TPS) a štíhlé výroby SW vyžaduje, aby byly pracovní postupy nejen standardizovány, ale také pravidelně revidovány a aktualizovány, aby odrážely zlepšení a adaptaci na měnící se výrobní podmínky. Tento přístup podporuje filozofii kaizen, tedy neustálého zlepšování, které vede ke snižování plýtvání, zvyšování kvality výrobků a zlepšení pracovních podmínek (Ohno, 1988).

Důležitou součástí SW je také pravidelný audit, který zajišťuje, že procesy neustále reflektují nejlepší možné postupy a jsou v souladu s cíli organizace. Takové postupy nejenže snižují variabilitu a eliminují ztráty, ale také minimalizují pracovní zátěž jednotlivých operátorů,

což přispívá k celkovému zlepšení pracovního prostředí a výkonnosti organizace. Celkově SW představuje klíčovou složku pro dosažení vyššího cíle neustálého zlepšování a zajišťuje, že organizace může efektivně reagovat na výzvy a změny ve výrobním prostředí, čímž podporuje její adaptabilitu, efektivitu a schopnost poskytovat vysokou kvalitu produktů a služeb (FORVIA, 2023).

4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Koncept štíhlé výroby, zakořeněný v principu eliminace plýtvání a neustálého zlepšování procesů, představuje revoluční přístup, jak dosáhnout maximální efektivity v průmyslové výrobě. Tento přístup, inspirovaný Japonskem a jeho výrobním systémem Toyota, známým jako Toyota Production System (TPS), zavedeným Taichi Ohnem a dalšími, se opírá o zásady jako just-in-time, autonomizaci a kaizen. Systém TPS překročil hranice automobilového průmyslu a stal se globálním standardem pro štíhlou výrobu, přičemž jeho principy jsou aplikovány v širokém spektru odvětví.

Hlavním cílem štíhlé výroby je odstranění všech forem plýtvání (muda), což zahrnuje nadbytečnou produkci, zbytečné čekání, nadměrné zásoby, neefektivní pracovní procesy a výrobní chyby. Tento přístup vyžaduje podrobnou analýzu všech aspektů výrobního procesu a jeho neustálé zlepšování s cílem dosáhnout plynulého toku materiálů a informací skrze výrobní systém. Průkopníci štíhlé výroby, jako Shigeo Shingo a Taichi Ohno, zdůrazňují důležitost rychlé adaptace na změny flexibilního výrobního procesu a zásadní roli zaměstnanců v procesu neustálého zlepšování.

Významnou metodou, která přispěla k rozvoji štíhlé výroby, je SMED (Single-Minute Exchange of Die), navržená Shigeem Shingem. Tato metoda usiluje o minimalizaci času potřebného pro přestavby a změny nástrojů na výrobních linkách, což přináší zásadní výhody v podobě flexibility výroby a schopnosti rychle reagovat na požadavky trhu.

Další klíčový princip štíhlé výroby, just-in-time (JIT), se zaměřuje na výrobu a dodání správného množství komponentů v potřebném čase a kvalitě, což snižuje potřebu skladování a minimalizuje zásoby. Tato metoda významně přispívá k efektivitě využívání zdrojů a snižování nákladů.

Digitalizace a vývoj technologií v rámci Průmyslu 4.0 přinášejí nové možnosti pro implementaci principů štíhlé výroby. Kyberneticko-fyzikální systémy, automatizace, využívání velkých dat a pokročilé analýzy umožňují hlubší porozumění a optimalizaci výrobních procesů. Tyto technologie umožňují lepší integraci výrobních systémů, zvýšení pružnosti a dynamické reakce na měnící se požadavky trhu.

V rámci štíhlé výroby je důležitá rovněž kultura neustálého zlepšování (kaizen), která podporuje zapojení všech zaměstnanců do procesu inovací a zlepšování. Tato filozofie zdůrazňuje, že malé, postupné změny v procesech mohou mít významný dopad na efektivitu, produktivitu a kvalitu výroby.

Metody jako 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), které se zaměřují na organizaci pracoviště, čistotu, standardizaci a udržitelnost, jsou nezbytné pro úspěšnou implementaci štihlé výroby. Tyto metody vytvářejí základ pro efektivní pracovní prostředí a zvyšují bezpečnost, morálku a spokojenost zaměstnanců.

Implementace štihlé výroby vyžaduje celkovou transformaci podnikové kultury a přístupu ke všem aspektům výroby. Od vedení po jednotlivé zaměstnance je vyžadováno odhodlání k principům štihlé výroby, ochota k neustálému učení a adaptaci. Výzvou zůstává nejen adaptace na technologický pokrok a integrace nových technologií do výrobních procesů, ale také udržení a rozvoj podnikové kultury, která podporuje inovace, efektivitu a neustálé zlepšování. V tomto kontextu diplomová práce nabízí příležitost pro hlubší porozumění principům štihlé výroby a jejich aplikaci v praxi, zahrnující analýzu stávajících procesů, identifikaci oblastí pro zlepšení a návrh implementace efektivního řešení pro dosažení cílů efektivitu a produktivity s využitím metody SMED.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost Hella patří mezi přední světové výrobce osvětlení a elektroniky pro automobilový průmysl. Jejich historie sahá až do roku 1899, kdy byla založena v Německu. Od té doby se vypracovala do role klíčového hráče v automobilovém průmyslu díky svému širokému sortimentu produktů a technologickým inovacím. V roce 2022 firmu Hella koupila francouzská firma Faurecia a spolu tvoří nový název Forvia, avšak v oficiálním logu název Hella stále přetrvává.



Obrázek 1 Logo firmy (HELLA, 2024)

Hella se specializuje na výrobu široké škály světelných produktů pro automobily. To zahrnuje světlomety, LED světla, zadní světla a další osvětlovací součásti, které splňují nejvyšší standardy kvality a bezpečnosti. Jejich světelné technologie jsou navrženy tak, aby zlepšily viditelnost a bezpečnost řidičů za různých podmínek a prostředí.

Společnost Hella také aktivně investuje do výzkumu a vývoje nových technologií, aby byla v čele inovací v automobilovém průmyslu. Jejich cílem je neustále zlepšovat existující produkty a přinášet nová řešení, která budou řidičům poskytovat lepší bezpečnost, efektivitu a komfort (Hella, 2024).

V roce 1992 vznikl výrobní závod HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. v České republice jako dceřiná společnost německého koncernu Hella GmbH & Co. KGaA. Firma se zabývá výrobou předních světlometů a zadních skupinových světlometů světových značek. Kromě výroby se zde nachází veliké vývojové centrum a technické centrum, kde dochází k vývoji světlometů pro všechny závody Hella napříč celým světem.

Celkem se na území České republiky, kromě závodu v Mohelnici nachází další tři pobočky: Loštice (IT oddělení), Ostrava (vývoj a testování) a nově Olomouc-Hněvotín, kde byla kompletně přesunuta výroba náhradních dílů (HELLA, 2024).

5.1 Historie společnosti

Společnost s více než třicetiletou historií v České republice prošla významným vývojem, od svého založení v roce 1992 až po současnou moderní podobu jako prosperující organizace. Za tuto dobu bylo dosaženo několika klíčových milníků, které formovaly firmu do své současné podoby. Dceřiná společnost byla vytvořena v roce 1992 a v následujícím roce začala vznikat hlavní sídlo v České republice, odkud byly již začátkem roku 1994 dodávány první výrobky. Postupně se rozvíjelo technické centrum, a od roku 1997 společnost aktivně pracuje na vývoji a výrobě montážních linek pro koncern.

V roce 2004 bylo založeno Centrum sdílených služeb pro správu informací v HELLA v České republice, zahrnující oblasti IT, CFS a CES, což se stalo důležitým pilířem pro podporu činností společnosti.

V roce 2011 byla část oddělení správy informací přesunuta do nové lokality v Lošticích nedaleko Mohelnice, kde se specializované týmy zabývají CAD systémy, programováním, správou koncernových webových stránek, analýzou dat, podporou výroby a koncových uživatelů a dalšími doplňkovými službami.

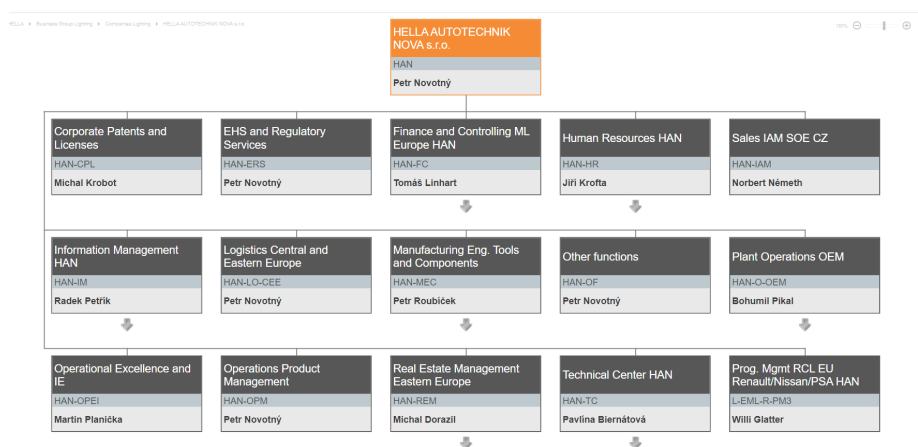
V roce 2011 rozšířila společnost HELLA svou přítomnost v České republice o novou pobočku v Ostravě. V rámci ostravského vývojového centra, umístěného v budově Piano - Moravském inovačním centru, se zaměřuje především na vývoj zadních skupinových svítlen včetně elektroniky. Společnost HELLA v Ostravě úzce spolupracuje s vývojovým centrem v Mohelnici a dalšími vývojovými či výrobními lokalitami v Německu, Slovensku, Slovinsku, Mexiku, USA, Indii a Číně. HELLA je předním lídrem v oblasti osvětlení pro automobilový průmysl, což naznačuje vysoké požadavky na vývoj a výrobu. V současné době lze v Ostravě a Mohelnici samostatně provádět výzkum a vývoj nebo poskytovat podporu projektů s nejvyšší mírou komplexity jak po stránce konstrukce, tak elektroniky.

Nyní se společnost nachází ve fázi velkých změn a výzev poté, co byla akvizována francouzskou firmou Faurecia a vytvořili společnost známou pod názvem Forvia. Toto spojení přináší nejen nové strategické možnosti, ale také zahrnuje implementaci nového výrobního systému Forvia Excellence Systém (FES). Tento systém se projevuje formou nových standardů, které jsou pečlivě popsány v Handboooku Forvia, kde společnost zavádí

metodologie jako například SMED, 5s, standardized work, kanban, JIT a mnoho dalších . Tyto nové postupy reflektují snahu o efektivní a inovativní přístup k výrobním procesům, což přináší přidanou hodnotu pro celou organizaci (FORVIA, 2023).

5.2 Struktura společnosti

Organizační struktura zahrnuje několik klíčových úrovní, od výkonného ředitelství přes střední management, logistické centrum, vývoj atd. Čitelnější verzi naleznete v příloze P I.



Obrázek 2 Organizační struktura firmy (interní zdroj)

5.3 Mise, vize a strategie společnosti

Mise: Aktivní utváření pokročilých a automatizovaných řešení pro řízení vozidel. Cílem je, aby lidé zůstávali propojeni a produktivní. Dále přechod na nulové emise a nabízet řešení pro estetické a emocionální zážitky. Vyvíjet služby, materiály a produkty, které optimalizují hodnotu po celou dobu životnosti vozidla.

Vize: Ta spočívá v přesvědčení, že mobilita je klíčová pro život lidí a pro to, co pro ně skutečně znamená: pohybovat se svobodně a zároveň dbát o planetu. Nepřetržitě zvyšovat bezpečnost vozidel, a to jak uvnitř, tak venku (FORVIA, 2023)

Strategie do roku 2025:

1. Zaměstnavatel první volby pro ty, kteří žijí jejich principy
2. Ve vybraných oblastech benchmark v jejich oboru
3. Týmy jsou připraveny na nové výzvy trhu
4. Být výděleční tak aby, získali nové projekty

5. Vybalancované portfolio zákazníků
6. Optimalizovaný objem projektů a výroby
7. Dostatečně velký podíl technicky vyspělých výrobků (HELLA, 2024)

5.4 Struktura výroby

Vývoj: Od roku 1995 píše Vývojové centrum v Mohelnici svůj příběh. Právě zde byly poprvé vyvinuty světlometry pro Škodu Felicii. Tento úspěch byl následně rozšířen o další, technologicky náročnější výrobky. V designových ateliérech a výzkumných laboratořích vznikají zadní kombinované světla, halogenové a xenonové reflektory, světlometry s adaptivním světelným rozhraním (AFS / ACOL) a v nedávné době také vysoce kvalitní full-LED reflektory určené pro prémiové značky jako Audi, Daimler, BMW a další globální automobilové firmy (FORVIA,2024).

Předvýroba: Ve společnosti se kromě hlavní výrobní činnosti klade důraz i na procesy předvýroby, zahrnující techniky jako lisování, lakování a pokovování, což je nezbytné pro zajištění kvality finálních produktů. HELLA si kvůli vysoké složitosti technologických postupů vyrábí 50 % materiálů interně. Důvodem je, že dodavatelé často nejsou schopni dodržet požadované standardy bez vysoké míry zmetkovitosti. Tento krok umožňuje firmě udržet si kontrolu nad kvalitou a efektivitou výrobních procesů, což je klíčové pro výrobu jejich technologicky pokročilých produktů.

Výroba: V společnosti HELLA v Mohelnici tvoří výrobní sekce nejrozsáhlejší část, kde za použití nejmodernějších technologií pracují operátoři spolu s předními specialisty na výrobě některých z nejpokročilejších světlometů a kombinovaných světel současnosti.

Další: V oblasti informačních technologií má v Mohelnici a blízkých Lošticích své místo více než stovka expertů. Tyto profesionály zaměstnává v širokém spektru činností, včetně práce s CAD systémy, správou globálních sítí, programováním, analýzou velkých dat, využíváním virtuálních technologií a poskytováním technické podpory pro výrobní procesy.

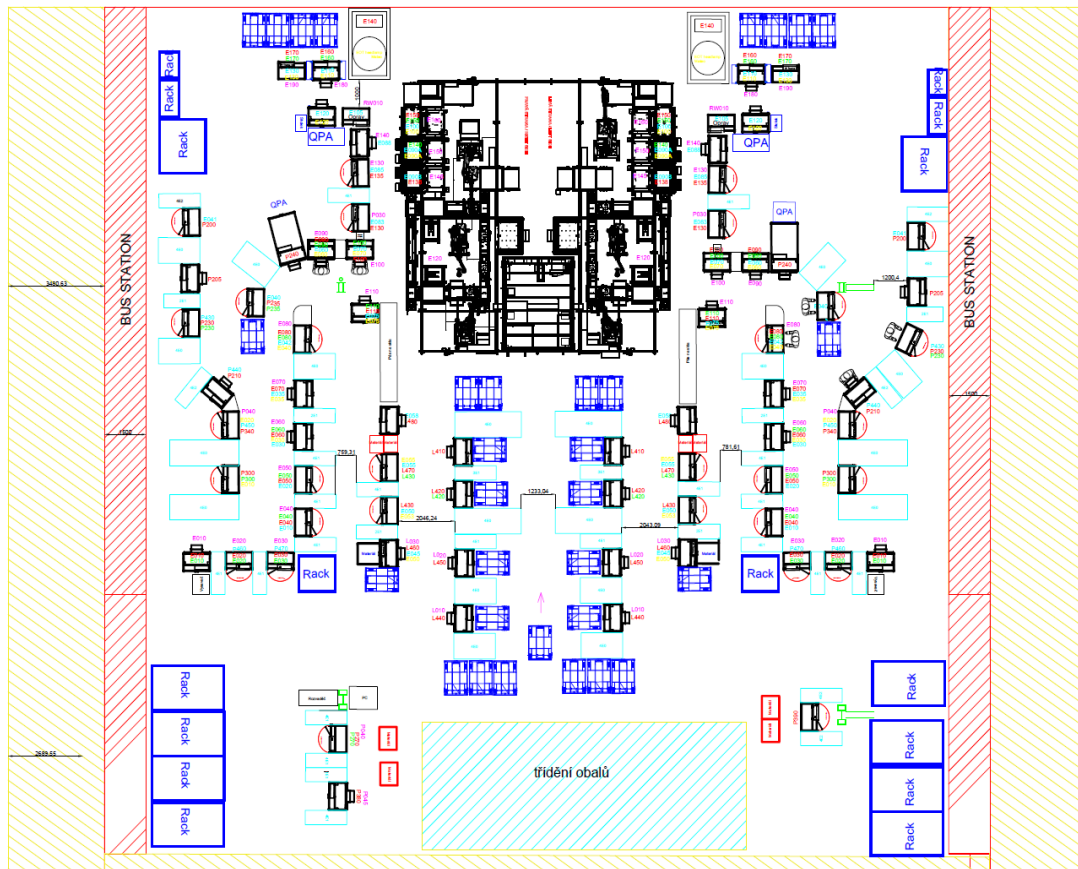
Úspěch společnosti HELLA není jen výsledkem práce vývojových specialistů, pokročilých technologií a neustálého zlepšování výrobních procesů. Nezastupitelnou roli hrají rovněž všechna podpurná oddělení, která jsou rozmístěna po celé firmě a přispívají k jejímu hladkému chodu (FORVIA, 2024).

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Aby byla úspěšně uplatněna metoda průmyslového inženýrství SMED, je nezbytné pečlivě se seznámit s pracovištěm a jeho stávajícím stavem. Následující kapitoly se budou podrobně věnovat důkladné analýze pracoviště, popisu operací a zhodnocení procesů přestavby s cílem dosáhnout lepšího porozumění a optimalizace pracovního prostředí. Pro implementaci metody SMED (Single-Minute Exchange of Die) byla zvolena výrobní linka modelu Volkswagen Touareg. Výběr této linky byl motivován především četností přestaveb přípravků mezi různými variantami nebo projekty, což je charakteristické pro výrobu tohoto modelu. Časté přestavby vyžadují efektivní a rychlou metodiku pro přizpůsobení výrobních linek, což představuje hlavní cíl a přínos metody SMED. Na této konkrétní výrobní lince dochází ke změnám, známým jako přestavby, přibližně třikrát za den. Tyto přestavby představují rychlé změny mezi variantami produktu, přičemž každá změna může být provedena v rekordně krátkém čase, někdy i za méně než 4 minuty. Během těchto přestaveb může dojít k výměně jedné krabice s přípravky za jinou, což umožňuje rychlou adaptaci na měnící se požadavky výroby. Přestože jsou tyto změny zásadní pro flexibilitu a efektivitu výrobního procesu, probíhají tak hladce a efektivně, že si jich pracovníci během běžného provozu většinou ani nevšimnou. Tato schopnost rychlé adaptace je klíčová pro udržení vysoké produktivity a splnění rozmanitých potřeb zákazníků bez významného narušení výrobního toku. Takhle práce je zaměřena na přestavby, které jsou složitější a zásadnější než ty zmíněné výše. Tyto komplexnější přestavby obvykle znamenají změnu projektu na projekt, což v praxi znamená, že výrobní linka se přizpůsobuje na výrobu světlometů pro úplně jiný typ automobilu. Zatímco předchozí zmíněné přestavby mezi variantami produktu se týkají relativně malých změn, jako je například přechod z LED světla na halogenové, ale v rámci stejného projektu.

6.1 Popis linky Volkswagen Touareg

Pro lepší orientaci v projektu je přiložen layout výrobní linky. Čitelnější verze k náhledu v příloze P II. V příloze P III je přiložena jedna strana linky.



Obrázek 3 Layout výrobní linky (interní zdroj)

Na této lince se kromě modelu Volkswagen Touareg vyrábějí také světlomety pro další modely značky, jako jsou Volkswagen ID. Buzz a Volkswagen Crafter, s rozdílnými typy osvětlení-halogen, LED, pixel nebo xenon. Diverzifikace výroby podtrhuje potřebu efektivního a rychlého procesu přestavby, neboť produkty mají různé technické specifikace a design. Implementace metody SMED tak nabízí zásadní výhody pro flexibilní a rychlou adaptaci výrobních procesů, což je klíčové pro zachování konkurenceschopnosti dynamickém prostředí automobilového průmyslu.

Produkce světlometů do aut probíhá s precizností a synchronizací. Celá linka má jednoho mistra a jednoho team leadera, 2 seřizovače a 1 manipulanta. Na levé a pravé straně linky jsou rozmístěna pracoviště, pro levou a pravou stranu světlometu, přičemž každá strana disponuje zhruba 8-10 operátory. Ti se věnují postupné montáži různých komponentů do

základního pouzdra světlometu. Každý operátor přidává něco nového, ať už jde o elektroinstalaci, blinkry, samotné světlo, šroubky a další součásti, které světlometu dodávají jeho funkčnost a specifický vzhled.

Uprostřed této efektivně rozvržené linky stojí robot, klíčový prvek celého výrobního procesu. Jeho úlohou je přesné a pevné slepení již kompletně sestaveného pouzdra světlometu se sklem. Tento moment, nazývaný "svatba", je zásadním krokem, kdy se z jednotlivých dílů stává celistvý a funkční světlomet. Po této operaci světlomet opouští robotickou stanici a přesouvá se do další fáze výroby.

Následuje zkouška těsnosti, která zajišťuje, že světlomet je plně uzavřený a odolný vůči pronikání vody či prachu.

Po úspěšném absolvování této zkoušky se světlomet dostává k poslední kontrole, kterou provádí operátor. Ten pečlivě prohlíží světlomet z hlediska kosmetických vad a případné nedostatky. Každý bezvadný světlomet je poté označen příslušným kódem a umístěn do transportního boxu viz obrázek č.4 a č.5.



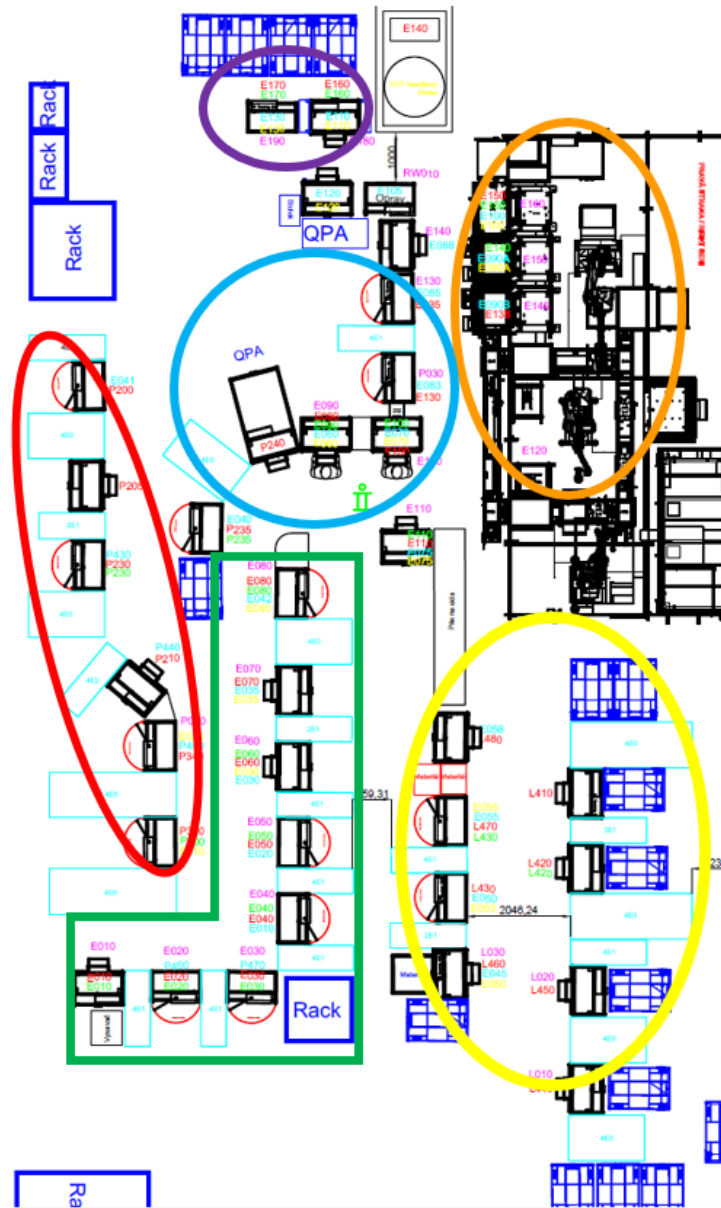
Obrázek 4 Vnitřní prostor transportního boxu (vlastní zpracování)



Obrázek 5 Transportní box z vnějšího pohledu (vlastní zpracování)

Tyto boxy jsou umístěny na paletách, což umožňuje snadnou manipulaci pomocí paletového vozíku nebo jiného manipulačního zařízení. Každý box je označen velkým názvem modelu. Na boxech jsou rovněž umístěny štítky s manipulačními instrukcemi, které obsahují pokyny pro logistický úsek.

Projekt implementace metody SMED a tvorba videozáznamu probíhala na levé straně linky, pro lepší orientaci je na obrázku č. 6 vyobrazena pouze jedna půlka linky s vysvětlivkami níže.



Obrázek 6 Rozdělení skupinek na lince

Na výrobní lince je přesně definovaný proces, který začíná na levé straně, kde se nachází skupina strojů určených pro zpracování pouzder. Tyto stroje začínají na E010 a končí na E080, v layoutu tvoří "L", zobrazené zelenou barvou. Zároveň na pravé straně linky se nachází osm strojů, kolaborujících na zpracování skel, označených žlutou barvou. Za těmito stroji následuje pás, který přesouvá skla ke skupině robotů, kde probíhá spojení s pouzdrem.

Před tím, než díly putují k lepení, projdou pracovišti vyobrazenými v modrém kolečku na layoutu. Zde se provádí odsávání nečistot z pouzder a krátká elektrická zkouška, aby se zaručila kvalita dílů. Poté, co jsou díly spojeny do jednoho kusu ve skupině robotů, označených oranžovou barvou, putují ke strojům na kontrolu. Tato část linky je identifikována v oblasti označené jako "QPA".

Po kontrole putují světlometry k závěrečné skupině strojů finálního balení, označené fialovou barvou v layoutu, a následně jsou odvezeny na sklad.

Na levé straně linky jsou umístěny stroje označené čísly od P200 do P300, zobrazené červenou barvou. Tyto stroje jsou využívány pouze při projektu VW Touareg a slouží k montáži pre-fieldového rámu, což je součástí pouzdra světlometu.

Na layoutu linky jsou také vyobrazeny modré roll kontejnery, které slouží k manipulaci s materiálem potřebným k výrobě. Tyto kontejnery jsou umístěny blízko strojů tak, aby bylo možné s nimi manipulovat, ale zároveň nepřekážely operátorovi. Tyto kontejnery jsou na obrázku č.7, 8 a 9. Tyto kontejnery slouží pro uskladnění materiálu v lince. Na prvním obrázku je příklad roll kontejneru ze skupiny rámu.



Obrázek 7 Roll kontejner ukázka č. 1 (vlastní zpracování)



Obrázek 8 Roll kontejner ukázka č. 2 (vlastní zpracování)

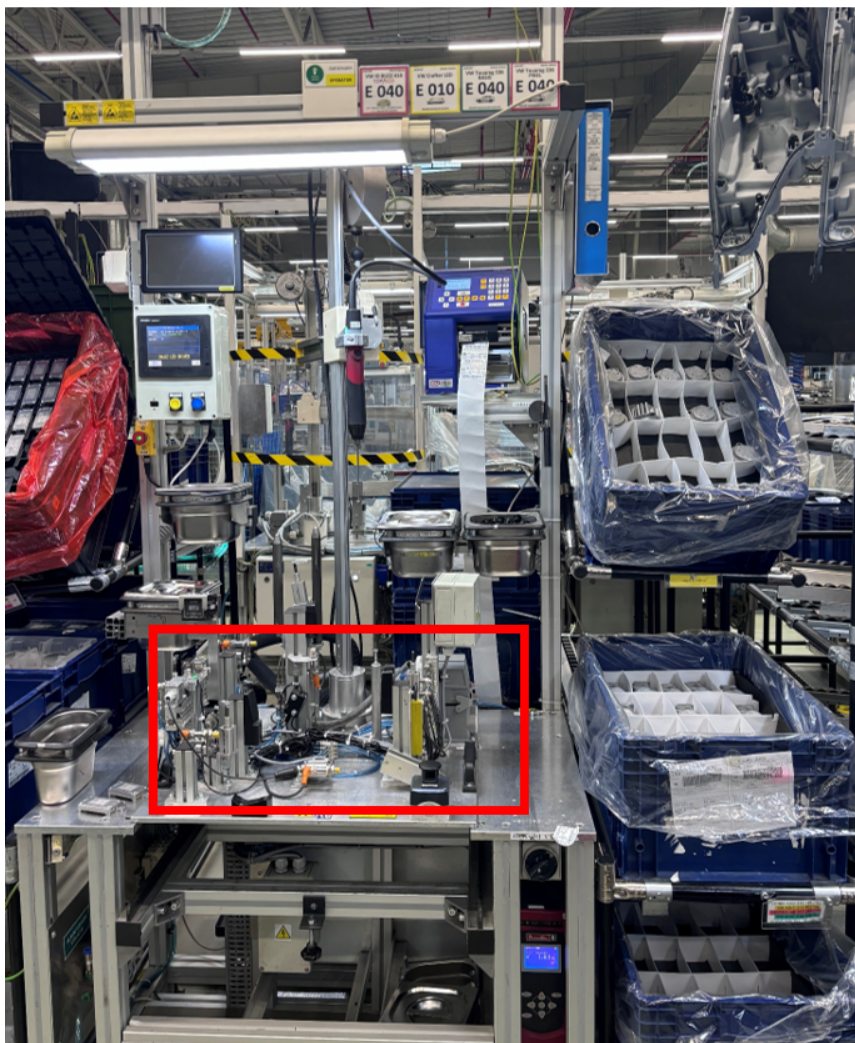
Na tomto obrázku je jiný typ roll kontejneru, tento je pro skupiny skel, je z pevnějšího materiálu, protože obsahuje náchylnější prvky pro výrobu.



Obrázek 9 Roll kontejner umístěn v lince (vlastní zpracování)

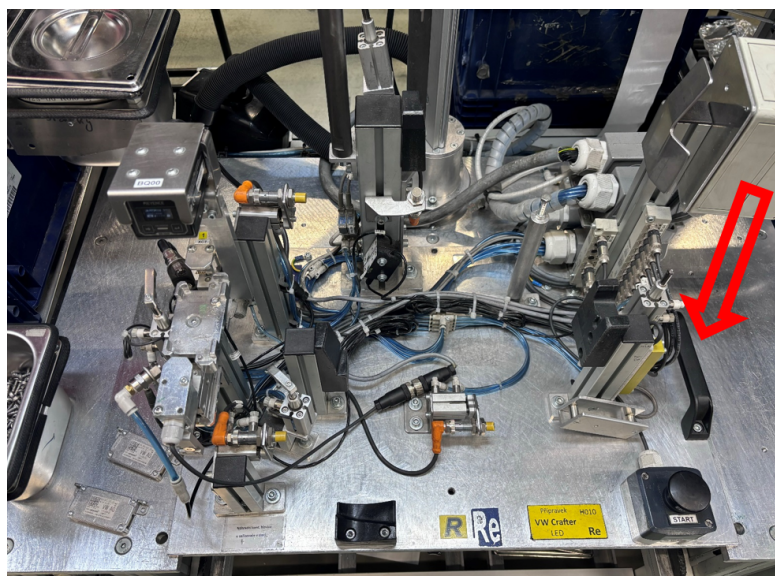
Na obrázku č. 9 je vyobrazeno umístění roll kontejneru v lince, které se nachází v její zadní části. Manipulant vyjímá materiál z roll kontejneru a podle potřeby ho zařazuje do regálu, který se nachází po levé straně od roll kontejneru. Z tohoto regálu je materiál následně přístupný pro operátora, který pracuje ve vnitřní části linky. Takto je zajištěn efektivní a plynulý pohyb materiálu v rámci výrobního procesu.

6.2 Popis pracoviště



Obrázek 10 Příklad pracoviště (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 10 je příklad pracoviště na výrobní lince, konkrétně pracoviště ze skupiny rámů. Na této stanici pracuje jeden operátor, který má po pravé straně umístěné bedýnky s materiálem potřebným pro jeho práci, tyto bedýnky jsou doplňovány manipulantom ze zadní části, jak bylo zmíněno výše. V blízkosti operátora je také umístěn šanon s pracovním postupem a ostatními informacemi potřebnými k výkonu práce na tomto pracovišti. Všechna pracoviště jsou na lince uspořádána podobně, což zajišťuje konzistentní prostředí a usnadňuje přechod mezi jednotlivými pracovišti. V červeném rámečku je zobrazen přípravek, který je detailněji popsán a zobrazen na obrázku č.11.



Obrázek 11 Přípravek (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 11 je zobrazen kritický prvek pracoviště, který je klíčový pro proces přestavby. Tato část pracoviště dále nazývaná jako přípravek je vymezena pro výměnu a nastavení podle potřeby varianty či projektu. Každé pracoviště je navrženo tak, aby přestavba proběhla rychle a ergonomicky správně pro pracovníka. K dispozici jsou polohovatelné stolky, na kterých je přípravek manipulován podle potřeby. Na obrázku je patrná úchytka, která usnadňuje manipulaci s přípravkem, tato úchytka je i z druhé strany přípravku, jen není na obrázku vidět. Úchytky jsou navrženy s cílem usnadnit práci seřizovači a lepší manipulaci s daným prvkem.



Obrázek 12 Označení materiálu v lince (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 12 je zobrazen pohled operátora na bedýnky s materiálem umístěné na pracovišti. Tyto bedýnky obsahují veškerý materiál nezbytný pro danou práci. Na druhém obrázku č. 13 je pak zobrazen pohled manipulanta, který má za úkol doplňovat tyto bedýnky s materiálem, aby byla zajištěna nepřetržitost výrobního procesu.



Obrázek 13 Označení materiálu z pohledu manipulanta (vlastní zpracování)

Tyto bedýnky mají barevná označení, která musí být viditelná a korespondovat s materiálem jak ze strany operátora, tak i ze strany manipulanta, který má za úkol doplňovat materiál. To je zvláště důležité kvůli velkým rozdílům mezi označeními jednotlivých materiálů. Konzistentní barevná označení z obou stran zajišťují správnost manipulace s materiálem a minimalizují možnost chyb v procesu.

6.3 Přestavby na lince

Na této lince se momentálně pracuje na třech velkých projektech, jak bylo už zmíněno, přičemž každý projekt má dvě varianty - low verzi a high verzi. High verze je náročnější na přípravky a je také dražší.

Pokud jde o přestavby, existují dvě hlavní situace:

Z varianty na variantu: Tyto přestavby jsou prezentovány jako menší přestavby, které se běžně dějí v rámci výrobního procesu. Tyto změny běžně nepozorují výraznější vliv na běžný chod linky. V tomto případě jsou základní přípravky zachovány, ale mohou být přidána nebo upravena další pracoviště či prvky pro splnění specifických požadavků.

6.3.1 Četnost přestaveb na lince VW Touareg

Tabulka 1 Četnost přestaveb na lince Touareg (vlastní zpracování)

	Malá přestavba	Doba trvání přestavby			Velká přestavba	Doba trvání přestavby		
		Min.	Avg.	Max.		Min.	Avg.	Max.
Leden	33x	6 min	15 min	28 min	15x	12 min	52 min	250 min
Únor	28x	7 min	13 min.	53 min	12x	15 min	38 min	78 min
Březen	35x	4 min	10 min	14 min	17x	18 min	39 min	115 min

Z dat za uplynulé 3 měsíce byla vytvořena tabulka s počtem přestaveb na dané lince a následně byl vytvořen graf pro porovnání rozdílu četnosti přestaveb z varianty na variantu a z projektu na projekt pro dvě linky.

Pro komplexní porovnání byla rovněž provedena analýza na výrobní lince Renault Captur, kde je četnost malých přestaveb nižší ve srovnání s linií Touareg. Významně se, ale liší frekvence větších přestaveb tzn. Z projektu na projekt, které na lince Renault Captur probíhají maximálně jednou týdně, což je dáno tím, že se zde vyrábí pouze jeden model automobilu, na rozdíl od linky Touareg, kde se produkují tři modely. Přestavby na lince Renault Captur probíhají, když je třeba otestovat nový model Renault Captur, který je ve vývoji, což ztěžuje zachycení těchto přestaveb. Tyto přestavby jsou obvykle značně časově náročné a většinou se plánují na dobu před zahájením ranní směny.

Z poskytnuté 3měsíční statistiky je zřejmé, že tato výrobní linka VW Touareg zvládá velké množství malých přestaveb, kdy se často provádějí přestavby z low na high verzi. Tyto přestavby, dosahující počtu cca 30 za měsíc, jsou poměrně běžnou činností, která ukazuje na flexibilitu a agilitu linky při rychlém reagování na variabilní požadavky produkce.

Sloupeček "Minimální doba trvání přestavby" představuje čas, který byl potřebný k dokončení přestavby bez jakýchkoli chyb nebo zdržení. Naopak sloupeček "Maximální doba trvání přestavby" ukazuje nejdelší dobu, která byla způsobena poruchami, nutností přeprogramování přípravku nebo čekáním na materiál. Tento rozdíl mezi minimálním a maximálním časem trvání přestavby naznačuje, jaké výzvy a problémy mohou být běžné při provádění přestaveb. Na obrázku č. 15 je vyobrazeno hodinové sledování výroby, které je k nahlédnutí v příloze P VII. Tento záznam má team leader na lince na každý den a zaznamenává prostoje linky. Z těchto materiálů byla vytvořena tabulka č.1.

6.3.2 Četnost přestaveb na lince Renault Captur

Tabulka 2 Četnost přestaveb na lince Captur (vlastní zpracování)

	Z varianty na variantu	Z projektu na projekt
Leden	28x	3x
Únor	25x	4x
Březen	30x	4x

Pro porovnání byla zhotovena analýza i na lince Renault Captur .

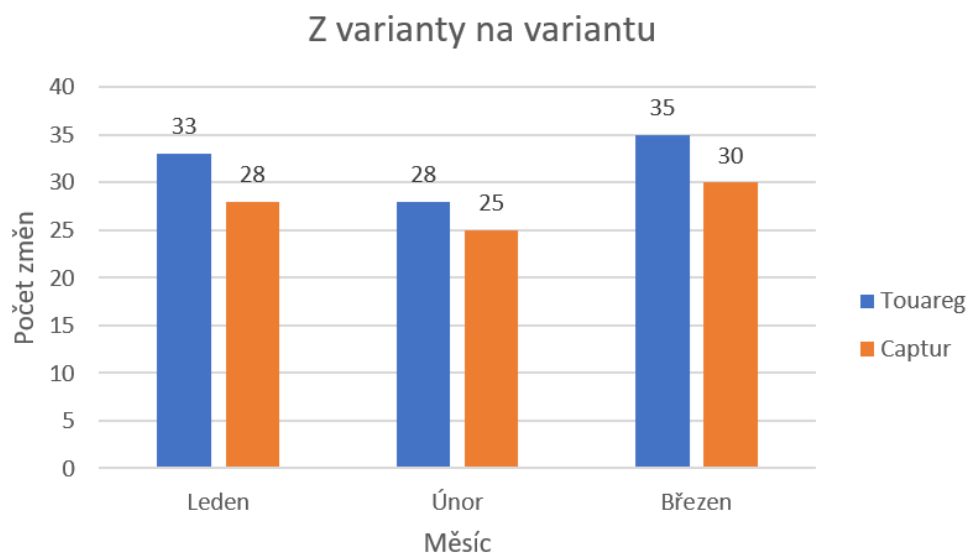
Z projektu na projekt: Zde jsou přestavby prováděny s větší disparitou oproti lince vyrábějící model Touareg. Na této lince se přestavuje pouze tehdy, když se testuje nový model, který je ve vývoji. Do budoucna je plánováno, že tato linka bude provozována jako single line a nebudou na ní žádné přestavby, pouze přechod z jedné varianty na druhou, které budou bez přítomnosti pracovníků.

Z varianty na variantu: Zatímco na lince Touareg máme tři velké projekty s dvěma variantami u každého z nich, linka Renault Captur je zaměřena na jeden hlavní projekt s třemi variantami. Tyto varianty jsou však ještě méně rozpoznatelné než u modelu Touareg, což znamená, že se mohou lišit v drobnostech, které jsou pro běžného pozorovatele téměř nepostřehnutelné.

Například může dojít k přestavbě jednoho pracoviště kvůli drobným změnám, jako je prodloužení jednoho vodiče ve světlotetu. Na lince Renault Captur je více vytížený manipulát než seřizovač, protože se zde častěji manipuluje s materiálem než s přípravky. Většinou jde o úpravy materiálu

Opačně je to v případě přestavby z Renault Captur nové a staré verze. V tomto procesu se seřizovač učí novým procesům a metodám výroby, které jsou specifické pro nový model. Jeho role spočívá v tom, že se aktivně podílí na přizpůsobení výrobního procesu novým požadavkům a technologiím. Je zapojen do instalace nových zařízení, nastavování strojů nebo na nové pracovní postupy. Seřizovač hraje klíčovou roli při zavádění inovací a optimalizaci výrobního procesu pro nový model vozidla.

6.3.3 Srovnání počtu přestaveb mezi linkami

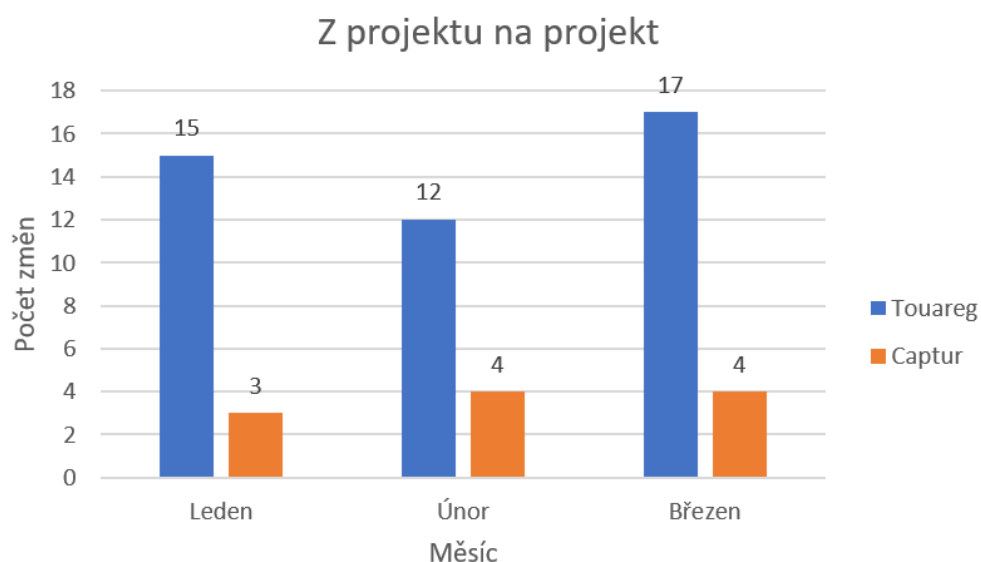


Obrázek 16 Graf pro porovnání linek č. 1 (vlastní zpracování)

Z grafu je patrné, že linka VW Touareg zaznamenala vyšší počet těchto přestaveb ve srovnání s linkou Captur v každém z uvedených měsíců.

V lednu došlo na lince Touareg k 33 změnám, zatímco na lince Captur to bylo 28 změn. V únoru se počet přestaveb na lince Touareg snížil na 28 a linka Renault Captur zaznamenala 25 přestaveb. V březnu je zaznamenán růst u malých přestaveb u obou linek, kde Touareg měl 35 přestaveb a Captur 30 přestaveb.

Rozdíl může být ovlivněn různými faktory, včetně rozsahu nabídky modelů, frekvence zavádění nových variant nebo zákaznických specifikací, které vyžadují častější úpravy výrobního procesu na lince VW Touareg.



Obrázek 17 Graf pro porovnání linek č. 2 (vlastní zpracování)

Graf ilustruje počet velkých přestaveb mezi různými projekty na výrobních linkách Volkswagen Touareg a Renault Captur v průběhu prvních tří měsíců. Zde je vidět výraznější rozdíl mezi oběma výrobními linkami ve srovnání s malými přestavbami. V lednu provedla linka Touareg 15 velkých přestaveb, zatímco linka Captur pouze 3. V únoru klesl počet velkých přestaveb na lince Touareg na 12, avšak linka Captur zaznamenala mírný nárůst na 4 přestavby. V březnu linka Touareg znovu zvýšila svou aktivitu na 17 velkých přestaveb, což značí zřetelný vzestup, zatímco linka Captur udržela stálost s 4 přestavbami.

6.1 5S na výrobní lince VW Touareg

Jako doplňková strategie k implementaci metody SMED byla zvolena metoda 5S. Tato metoda není pouze o organizaci nástrojů a materiálů, ale také o formování pracovního prostředí, které podporuje rychlou a efektivní výměnu potřebných přípravků a materiálů pro přestavbu.

V rámci tohoto projektu je aplikace 5S klíčovým prvkem pro úspěšnou implementaci metody SMED. Analýza současného uspořádání pracovišť a identifikace oblastí, ve kterých lze dosáhnout zlepšení, pomůže eliminovat plýtvání během přestavby, což povede k hladšímu průběhu samotné přestavby.

Součástí přípravy a optimalizace přestaveb na výrobní lince byla revize podle metody 5S. Tento proces nejprve probíhal na základě postupů a standardů výrobního prostředí, ale postupně se doplňoval a upravoval na základě poznatků z videozáznamu a analýzy.

Průběžně se sledovala efektivita pracovních postupů a držení, což bylo zhodnocováno z videa. Bylo analyzováno, jak jednotliví pracovníci manipulují s nástroji, materiály a zařízeními během přestaveb. To zahrnovalo i posuzování ergonomických aspektů a správného rozmístění položek na pracovišti.

Návrhy pro zefektivnění budou dále rozebrány v kapitole č. 8 "Zefektivnění procesu přestavby".

Na obrázku č. 18 je opět zobrazena pravá strana linky, tentokrát s vyznačením umístění přípravků potřebných pro přestavbu. Níže jsou přidány fotografie z výrobní haly pro lepší pochopení a orientaci. První obdélník označuje přípravky pro skupiny balení a kontroly, tedy pro skupinu strojů označených jako "QPA" a strojů ve fialovém kroužku z obrázku č.6. Obdélník na levé straně linky v layoutu představuje převážnou část přípravků pro skupiny pouzder, tedy stroje E010 až E080, které jsou zobrazeny jako zelené "L" na předchozím obrázku. Poslední obdélník v dolní části layoutu pak označuje oblast, kde se nacházejí přípravky pro skupinu skel, tedy všechny stroje ve žluté oblasti z obrázku č.18.

V červené oblasti z obrázku č.18, kde se nacházejí stroje pro projekt VW Touareg, není žádná přestavba prováděna, a proto pro tyto stroje nejsou potřebné žádné další přípravky.



Obrázek 19 Chybné umístění přípravků (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 19 je zobrazen stav před zavedením změny v uspořádání stolečků, na kterých jsou přípravky potřebné pro přestavbu. Na obrázku stojí stoly s přípravky chaoticky bez jakéhokoliv umístění. Kdyby do sebe narazily, mohlo by dojít k poškození částí z obrázků č. 20 a 21. Toto poškození je potom problémem u přestavby, protože přípravek se stane nefunkčním.



Obrázek 20 Riziková část přípravku č. 1 (vlastní zpracování)



Obrázek 21 Riziková část přípravku č. 2 (vlastní zpracování)



Obrázek 22 Špatné umístění přípravků (vlastní zpracování)

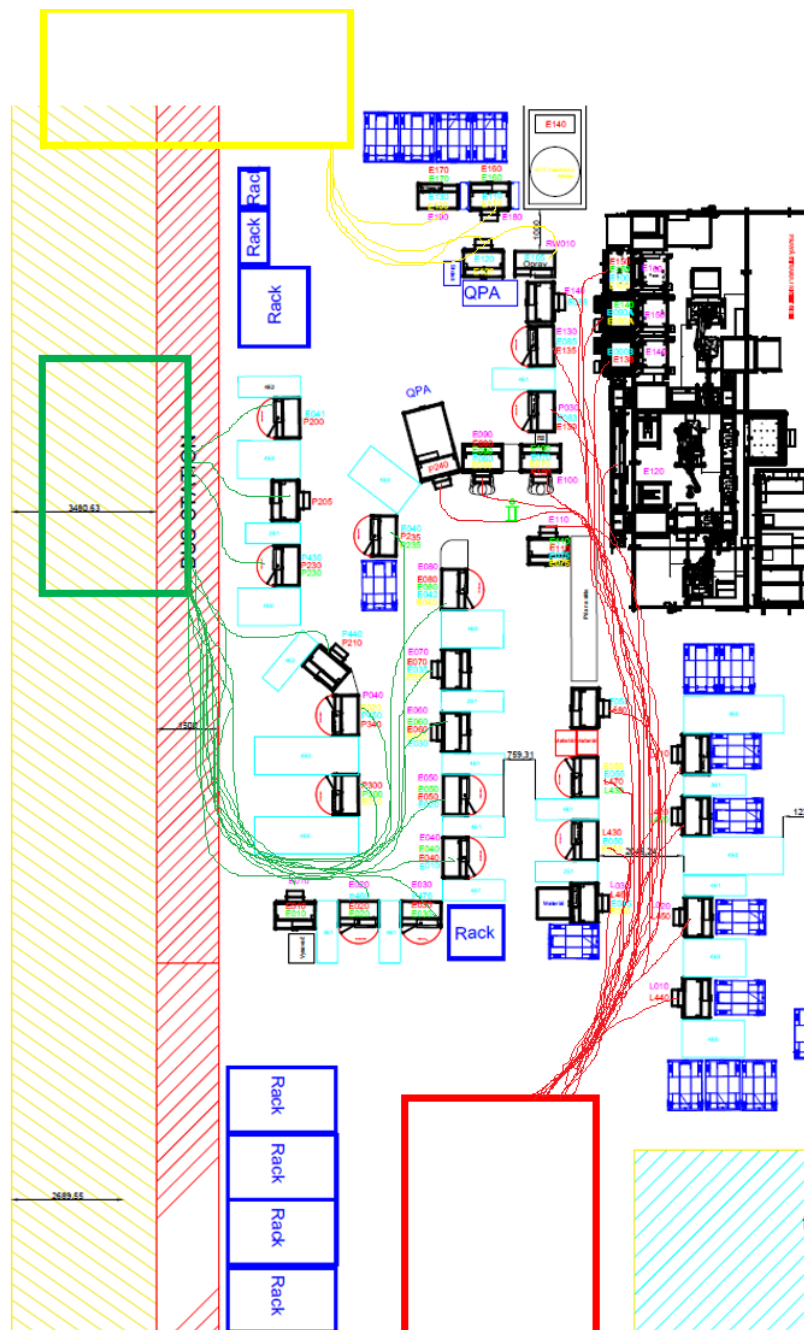
Obrázek č. 22 detailněji ukazuje, jak stoly stojí přes sebe. Zde je velké riziko poškození některé z částí přípravku.

Výše zmiňované přípravky mají své pevně stanovené umístění, což je klíčové pro efektivní provoz výrobní linky. Každý projekt je pečlivě přiřazen k určitému místu na zemi nebo v regálu, přičemž tato místa jsou rozlišena barevně a označena názvem příslušného projektu. Toto důkladné uspořádání poskytuje pracovníkům jasný a rychlý přístup k potřebným přípravkům pro jejich konkrétní úkoly, což v konečném důsledku zvyšuje organizaci a zlepšuje celkový průběh práce na výrobní lince. Toto označení viz obrázek č. 23.



Obrázek 23 Označení místa pro přípravky (vlastní zpracování)

Nicméně během provedené revize linky bylo odhaleno, že přípravky nebyly v souladu s tímto stanoveným uspořádáním, čímž došlo k porušení pravidla, které stanovuje, že každý přípravek má své přesně určené umístění. Jako odpověď na tuto situaci byl vypracován diagram, který připomíná spaghetti diagram, který detailně znázorňuje tři místa, kde se přípravky nachází, jak bylo výše zmíněno a popsáno. Každá část tohoto diagramu je odlišena barevně, což usnadňuje identifikaci jednotlivých oblastí.



Obrázek 24 Aktuální stav přípravků (interní zdroj)

Na obrázku č. 24 je právě zobrazen diagram, který znázorňuje aktuální umístění přípravků. V následující části práce bude navrženo optimalizované uspořádání těchto přípravků, které by mohlo výrazně zjednodušit proces přestavby a zlepšit pracovní prostředí pro pracovníky na výrobní lince.



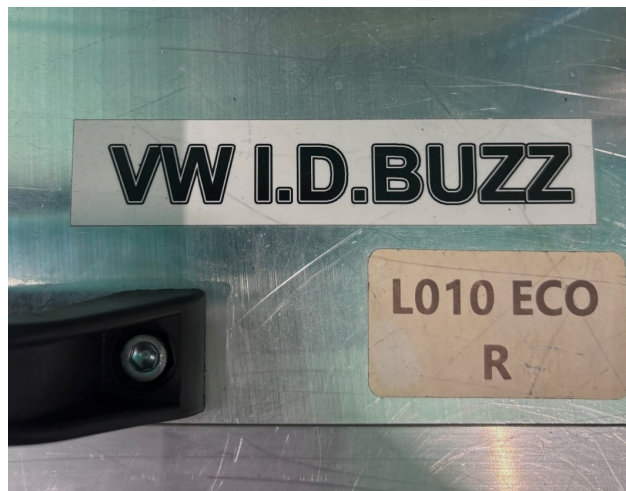
Obrázek 25 Označení projektů (vlastní zpracování)

Každý projekt má svou specifickou barvu, kterou si nese i na označení strojů. Např. na obrázku č. 25 jsou vyobrazeny všechny projekty, které se na tomto pracovišti vyrábí, toto označení pak má na sobě i přípravek. Při revizi bylo zjištěno, že značení není jednotné a občas matoucí příklad na obrázku č. 26. a č. 27.

Při tvorbě videozáznamu potřebného k implementaci metody SMED bylo zjištěno, že pracovník má občasné problémy s identifikací přípravků. Proto bylo provedeno detailnější pozorování a analýza, která odhalila, že každý přípravek má odlišné označení.



Obrázek 26: Aktuální označení přípravku (vlastní zpracování)



Obrázek 27 Aktuální označení přípravku (vlastní zpracování)

Dále je to stejné i s materiálem, kdy i krabice s materiálem a regály mají ke každému projektu svoji barvu, jak bylo zmíněno výše. Při revizi bylo zjištěno, že označení u některého materiálu nekoresponduje s materiálem uvnitř kontejneru, nebo vůbec neodpovídá označení z pohledu manipulanta, jak bylo zmiňováno výše.



Obrázek 28 Chybějící označení na kontejneru (vlastní zpracování)

Při tvorbě videozáznamu bylo odhaleno další nedodržení 5S a to viz obrázek č.28. Správně by i tento malý kontejner měl mít na sobě štítek s barvou projektu, chybějící označení může mít za příčinu zdržení manipulanta s dohledáním, jaký typ materiálu se v daném kontejneru nachází.

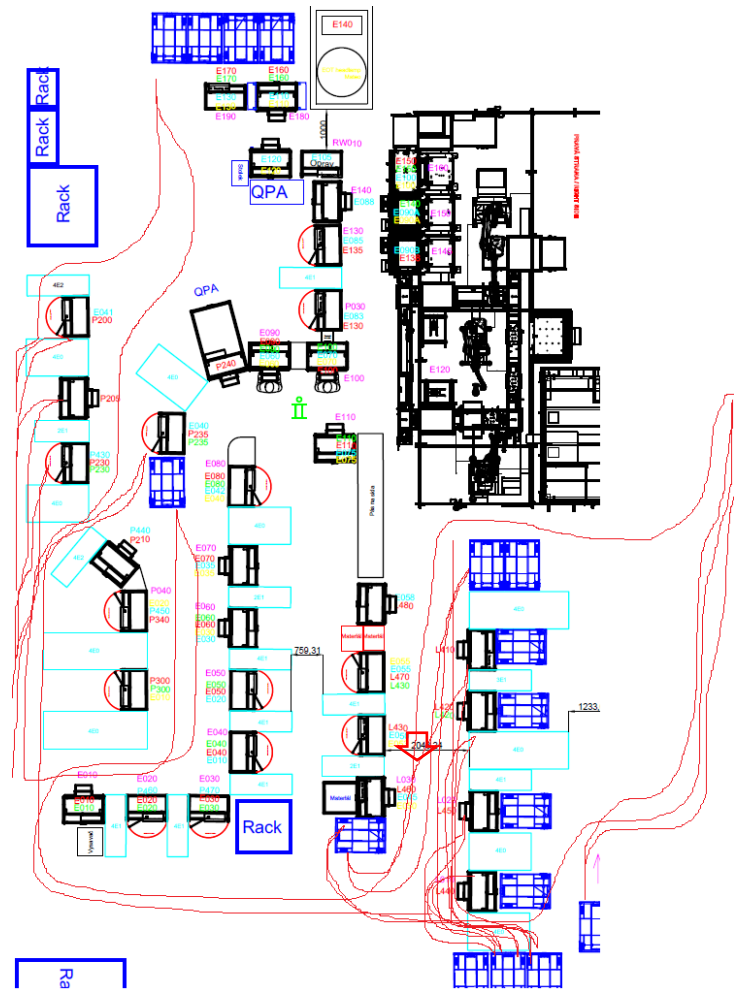
6.2 Aktuální stav přestavby

Přestavba probíhala na lince VW Touareg. Přestavba byla z projektu Touareg pixel na projekt Crafter halogen. Pro lepší orientaci je na obrázku č. 29 vyobrazen počet přípravků, které byly potřeba k přestavbě. Během přestavby, trvající celkem 48 minut a 28 sekund, byly použity tři kamery k zachycení důležitých aspektů procesu. První kamera sledovala činnost seřizovače, druhá kamera manipulanta, který se podílel na předchystání materiálu, a třetí kamera, typu GoPro, byla umístěna na konci linky a sledovala poslední kus výroby. Díky těmto kamerám byl zajištěn perfektní a kompletní videozáznam celé přestavby. Na obrázku č. 29 je zobrazen seznam pracovišť a jejich příslušné číselné identifikátory přípravků pro projekty, kterých se přestavba v tomto projektu týká. Každé pracoviště je identifikováno číslem. Tento seznam poskytuje přehled o tom, jaký přípravek na pracovišti je a jaký úkon se zde provádí.

Pracoviště	VW TOUAREG PIXEL		CRAFTER HALOGEN	
L010				
L020				
L030				
E010	Montáž dutých šroubů	VM013.143-05U010	Montáž potkávacího reflektoru	VM 012.830-01U010
E020	Montáž vodičů do pouzdra	VM013.143-05U020	Montáž dálkového reflektoru	VM 012.830-01U020
E030	Montáž krytek a řídicích jednotek	VM013.143-05U030	Montáž potk. reflektoru do pouzdra	VM 012.830-01U030
E035			Montáž dálk. reflektoru do pouzdra	VM 012.830-01U035
E040	Montáž elementu nastavení (BORA2)	VM013.143-05U040	Montáž BL refl do pouzdra/ LB+HB do pouzdra	VM 012.830-01U040
E041				
E042				
E050	Montáž LCM a LDM jednotky	VM013.143-05U050	Předmontáž skupiny skla I	VM 012.830-01U050
E053			Předmontáž skupiny skla II	VM 012.830-01U055
E055				
E060	Montáž LB modulu	VM013.143-05U060	El. zkouška	VM 012.830-01U060
E070	Montáž dálkového modulu do pouzdra	VM013.143-05U070	Vysavač pouzdra	VX 012.830-01U070
E075			Vysavač skla	VX 012.830-02U075
E080	Montáž skupiny prefield reflektoru	VM013.143-05U080		
E090	Krátká elektrická zkouška	VE013.143-05U090		
E100	Odsávání nečistot - pouzdro	VM013.143-05U100		
E105				
E110	Odsávání nečistot - sklo	VM013.143-05U110	Montáž matic a kulových šroubů	VM 012.830-01U0110
E120	Založení skupin do lepení	VM013.143-05U121-125	Montáž kolínek	VM 012.830-01U120
Robot				
E130	Montáž SBL skupiny do pouzdra	VM013.143-05U130		
E135	Montáž chladiče skupiny	VM013.143-05U135		
E140	Krátká elektrická zkouška MATEO	VO013.143-05U140		
E 145				
E150	Lepení	VM013.143-05U150	Lepení	VH 012.830-01U080
E160	Montáž odvětrávacích elementů a kontrolní pracoviště	VM013.143-05U160		
E165				
E170	Konečná kontrola a balení			
E 180				
E 190				
L410	Montáž skupiny držáku ofuku	VM013.143-05U410		
L420				
L430				
L440	Montáž skupiny světlovodu	VM013.143-05U440		
L450	Montáž skupiny horního rámečku	VM013.143-05U450		
L460	Montáž skupiny horního rámečku	VM013.143-05U460		
L470	Montáž skupiny horního rámečku	VM013.143-05U470		
L480	Blax box	VO013.143-05U480		
P380	Montáž skupiny hlavního rámečku	VM013.143-05U230		
P030				
P040				
P200	Montáž skupiny pre-field chladiče	VM013.143-05U200		
P205				
P210	Montáž skupiny pre-field nosného rámu	VM013.143-05U210		
P230	Montáž skupiny pre-field nosného rámu	VM013.143-05U230		
P235	Assembly of prefield bezel harness	VM013.143-05U235		
P240	Visicon	VM013.143-05U240		
P300	Montáž skupiny HB modulu	VM013.143-05U300		

Obrázek 29 Porovnání přípravků na projektech z videozáznamu (vlastní zpracování)

6.2.1 Manipulant



Obrázek 30 Spaghetti diagram manipulanta (interní zdroj)

Diagram, zobrazující pohyb manipulanta na výrobní lince během 6minutového intervalu, během přestavby linky, kde je červená šipka použita k označení začátku pohybového cyklu jasně ukazuje intenzivní využití pracovního prostoru. Na levé straně linky, kde diagram zaznamenává četný pohyb, se nachází materiál určený pro jednu oblast výrobní linky. Tato oblast je vizuálně zdůrazněna díky koncentraci pohybu manipulanta, který se zde vrací pro materiál potřebný pro danou fázi výrobního procesu. Přítomnost materiálu na tomto místě je logicky odůvodněna snahou minimalizovat zbytečný pohyb a zvýšit efektivitu práce.

Za výrobní linkou v místě, kde je zaznamenán také častý pohyb manipulanta, byl umístěn také důležitý materiál. Tato oblast je zvýrazněna jako klíčové místo intenzivního pracovního nasazení, kde manipulant musel často přistupovat k materiálu potřebného pro pokračování ve výrobním procesu. Častý pohyb v této oblasti je přímým důsledkem potřeby udržet

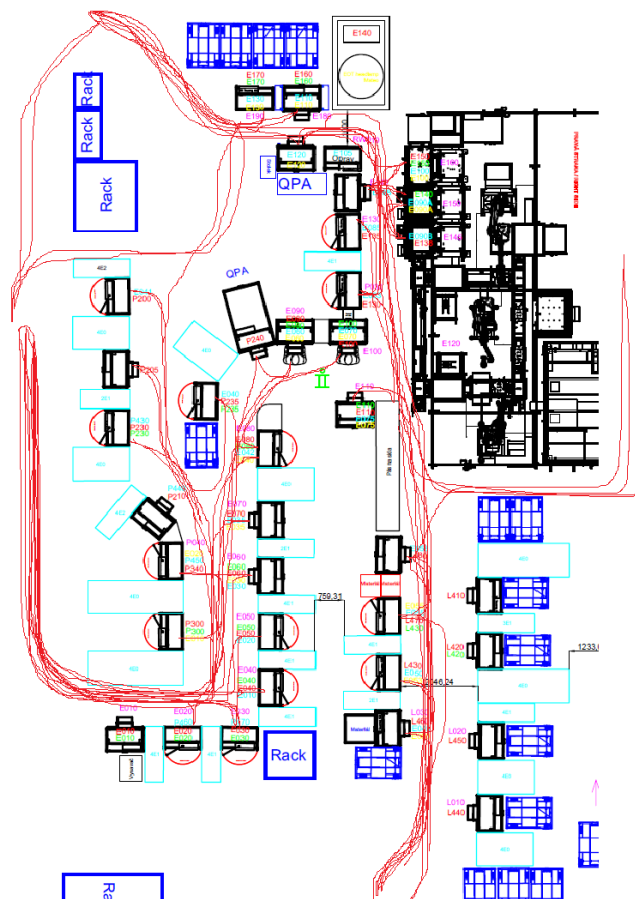
plynulý tok materiálů a zásob. Pohyb mimo linku, který je zaznamenán a reprezentuje moment, kdy manipulant poskytl výpomoc na druhém křídle výrobní linky. Je důležité zdůraznit, že přestože se manipulant podílel na přestavbě, jeho činnosti neměly žádný vliv na provoz linky. Jeho práce byla dokončena během mimořádně krátké doby, za pouhých 6 minut, což zahrnovalo předchystání materiálu a distribuci bedýnek k jednotlivým pracovištím viz tabulka č. 3.

Tabulka 3 Aktuální stav manipulanta (vlastní zpracování)

Krok	Činnost	Uplynulý čas	Trvání
1	Vypnutí strojů	0:18	0:18
2	Přesun roll kontejnerů s novým materiálem k pracovištím	1:48	1:30
3	Naskládání bedýnek do regálů u pracovišť	2:01	0:31
4	Čekání na uvolnění pracoviště k další přestavbě materiálu	2:48	0:29
5	Krátká výpomoc na druhé straně linky	3:49	1:01
6	Přestávka na pití	4:19	0:30
7	Odstranění starého materiálu z pracoviště	4:37	0:18
8	Přesun bedýnek s novým materiálem	4:50	0:13
9	Přesun roll kontejnerů s novým materiálem k pracovištím	5:05	0:15
10	Odstranění starého materiálu z pracoviště	5:20	0:15
11	Přesun roll kontejnerů s novým materiálem k pracovištím	6:00	0:40

6.2.2 Seřizovač

Klíčovým prvkem přestavby byla činnost seřizovače, jehož úkolem bylo nastavení strojů a příprava pracovišť na nový výrobní proces. I přesto, že seřizování trvalo 53 minut, doba, po kterou byla linka zastavena (prostoj), činila pouze 15 minut a 21 sekund. Tento údaj je klíčovým ukazatelem úspěšnosti přestavby a je důležité poznamenat, že přístupem SMED (Single-Minute Exchange of Die) se měří čas od posledního kusu starého výrobku po první kus nového výrobku. Tento přístup umožňuje minimalizovat dobu, po kterou je linka zastavena, a maximalizovat čas, po který je linka v provozu, což přispívá k efektivitě a produktivitě výrobního procesu.



Obrázek 31 Spaghetti diagram seřizovače (interní zdroj)

Diagram zaznamenává trasu seřizovače během 48 minut a 28 sekund trvající přestavby výrobní linky. Znázorněná červená šipka ukazuje místo zahájení procesu přestavby, přičemž na levé straně linky bylo identifikováno významné množství přípravků určených k tomuto účelu. Zvýšená koncentrace tras v této oblasti potvrzuje frekventovanou aktivitu seřizovače v okolí připravených přípravků.

V zadní části linky bylo umístěno dalších několik přípravků, kde je z diagramu opět patrná vysoká frekvence pohybu, vyjádřená hustotou červených čar. Naproti tomu pravá strana linky obvykle nevykazuje během přestavby vysokou aktivitu, nicméně v případě naší analýzy zde došlo k neplánovanému zdržení v délce přibližně tří minut kvůli nedostatku lepidla v robotovi, který je umístěný v centrální části linky.

Pokračování přestavby bylo zaznamenáno i navzdory dalším komplikacím. Je třeba zdůraznit, že v oblastech s největší četností zaznamenaných tras se nacházeli přibližně čtyři operátoři, jejichž přítomnost vyžadovala od seřizovače dodatečné úhybné manévry a obcházení, aby mohl efektivně pokračovat ve své práci, zatímco operátoři dokončovali práce na předešlém projektu. Tato situace mohla přispívat k celkové délce a složitosti přestavby.

Tabulka zachycující konkrétní činnosti seřizovače a jejich trvání je k nahlédnutí v příloze P VIII.

7 PROJEKTOVÁ ČÁST

Tato část diplomové práce se soustředí na projektovou část, podrobně rozebírá projekt, jeho hlavní cíle spolu s konkrétními úkoly. Cíle jsou stanoveny s využitím metody SMART, která je doplněna o vytvoření logického rámce pro lepší orientaci v projektu. Závěrem je představen detailní časový plán realizace.

7.1 Definice problému

Po nedávném spojení společnosti Hella a Faurecia, kterým vznikla nový název firmy Forvia (Hella) se vedení rozhodlo implementovat nové výrobní standardy a systémy, aby se zvýšila efektivita a produktivita. Tomuto se říká Forvia Excellence Systém . Zavedení kompletního FES má trvat 3 roky a je rozdělen na tři vlny po jednom roce. Mezi těmito nově zavedenými metodami v první vlně je i metoda SMED (Single-Minute Exchange of Die), která představuje zásadní inovaci ve výrobních procesech společnosti Hella a doposud byla prioritně zavedena na lisech. Cílem FES je zavedení SMED i na výrobních linkách. Tento krok patří do širší strategie společnosti, která má za cíl optimalizovat operace a maximalizovat využití času, primárně tím, že dojde ke snižování velikosti výrobních dávek a k redukci zásob, což by mělo vést k uvolnění finančních prostředků do cash flow. To je klíčové pro udržení konkurenceschopnosti na trhu. V rámci tohoto úsilí o zlepšení efektivity se vedení společnosti Hella shodlo na podpoře diplomové práce zaměřené právě na téma implementace metodiky SMED a jejího potenciálního přínosu pro společnost. Tímto krokem firma Hella, stejně jako jakákoliv jiná společnost, usiluje o snižování časových nákladů a zvýšení produktivity, což je v souladu s celkovým trendem hledání inovativních řešení pro zefektivnění výrobních procesů.

7.2 Představení projektu

Název projektu:

Aplikace metody SMED na modelové lince ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o.

Projektový tým:

- Zadavatel projektu: společnost Hella Autotechnik Nova, s.r.o.
- Ing. Jakub Žižlavský: průmyslový inženýr společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o.
- Ing. Martin Planička: Operational Excellence Manager Hella Autotechnik Nova, s.r.o.

- Normovač, manipulát, seřizovač , team leader a mistr

Hlavní cíl projektu:

- Zkrácení času přestavbě strojů na vybrané lince o 10 %.

Dílčí cíle:

- Analýza současného stavu přestavby

- Navržení nových řešení

- Vytvoření nového standard work

Kritéria úspěchu:

- Zefektivnění linky, pomocí zavedení metody SMED

- Rozdělení činností na interní a externí

- Eliminace plýtvání

7.3 Definice cíle pomocí metody SMART

Specifické (Specific):

Cílem projektu je zkrácení časů přestavby strojů na výrobní lince z projektu na projekt.

Měřitelné (Measurable):

Přestavba by měla být zkrácena z původního stavu alespoň o 10 %.

Dosažitelné (Achievable):

Cíl byl schválen vedením společnosti na základě provedené analýzy.

Relevantní (Relevant):

Zkrácení času potřebného pro přestavbu strojů bude dosaženo prostřednictvím přeškolení zaměstnanců, implementace nových pracovních nástrojů, respektováním upraveného jízdního řádu a úpravou procesu přestavby.

Časově omezené (Time-bound):

Projekt má definovaný časový rámec, součástí práce je také časový plán projektu.

7.4 Harmonogram projektu

Projekt aplikace metody SMED ve společnosti Hella byl zahájen v říjnu 2023. Trvání projektu bylo naplánováno na 12 měsíců původně na modelové lince. Nejprve proběhlo seznámení společností, školení BOZP a výběr projektu, kterým se diplomová práce bude zabývat. Nastaly změny a projekt musel zrychlit, a proto byla vybrána jiná linka, na které je frekvence přestaveb výraznější. Nejdělsí a nejkomplicovanější částí projektu bylo samotné zachycení celé přestavby na videozáznam. Komplikace byly různorodé, špatná komunikace s pracovníky na lince, nedostatek lidí potřebných k zachycení přestavby, má absence ve dnech, kdy bylo nejvíce přestaveb na lince apod. Koncem ledna 2024 se podařilo zachytit vše potřebné. Následovalo zpracování videa. Po provedené analýze současné situace se projekt zaměřil na strategie pro redukci plýtvání. Následovalo vytvoření nového standardized work, které trvalo 2 týdny, dále probíhalo navržení opatření a jejich částečná implementace. Konečné trvání projektu bylo 6 měsíců. Čitelný harmonogram projektu je uveden v příloze P IX.

Činnost	Doba trvání v týdnech	2023			2024		
		Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen
Školení	1	■					
Seznámení s prostředím	4	■	■	■	■		
Stanovení cíle projektu	2		■	■			
Nastudování materiálů k projektu	5			■	■	■	■
Pořízení videozáznamu	4				■	■	■
Zpracování videozáznamu	5					■	■
Navržení opatření+částečná implementace	2						■
Tvorba nového standardized worku	2						■
Dokončení projektu a zpětná vazba	2						■

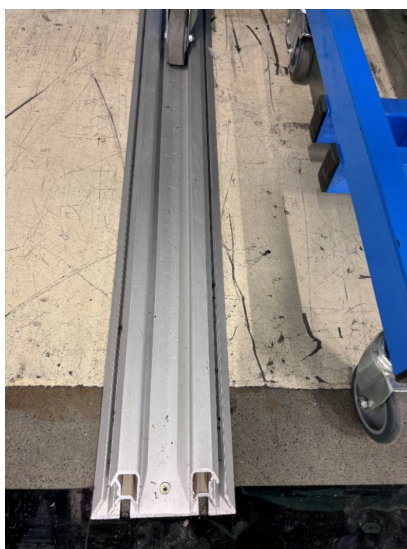
Obrázek 32 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

8 ELIMINACE PLÝTVÁNÍ

V následující kapitole budou navrženy změny, které pomohou eliminovat plýtvání při přestavbě. Výchozím stavem pro tyto návrhy je kapitola 6.1 "5S na výrobní lince VW Touareg", kde při revizi bylo odhaleno několik faktorů, které mohou zdržovat přestavbu a bránit dosažení maximální efektivity výrobního procesu.

Tato kapitola je klíčovým krokem směrem k efektivnějšímu a plynulejšímu průběhu přestaveb a aplikaci metody SMED. Zde budou představeny konkrétní opatření, které by měla vést k eliminaci plýtvání.

8.1 Aplikace naváděcích kolejnic



Obrázek 33 naváděcí kolejnice (vlastní zpracování)

Pro trvalé a organizované umístění vozíků s přípravky bylo navrženo použití naváděcích kolejnic. Vozíky by měly být uloženy vedle sebe na délku, aby nedocházelo ke střetu přípravků na stolečku. Na obrázku č. 33 je nově zavedená kolejnice.



Obrázek 34 Naváděcí kolejnice z pohledu pracovníka (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 34 je vidět nové uspořádání. Přípravky jsou nyní systematicky uspořádány. Kolejnice vedoucí k vozíkům usnadňují manipulaci a minimalizují riziko poškození přípravků. Toto nové uspořádání zvýší efektivitu procesu a sníží ztrátu času hledáním potřebných položek.

8.2 Standardizované označení napříč linkou

Na lince již momentálně funguje standardní barevné odlišení projektů a variant. Avšak během revize bylo zjištěno, že se tento standard často nedodrжуje. Zaznamenány byly situace, kdy přípravky měly odlišná označení než odpovídající projekt či varianta, což může vést k zmatení a zdržení v průběhu přestavby.

Z tohoto důvodu se navrhuje přísnější dodržování tohoto standardu. Je nezbytné, aby všichni pracovníci na lince byli důkladně seznámeni s barevným kódováním projektů a variant a dbali na jeho striktní dodržování při manipulaci s přípravky a materiálem.

Vzhledem k nedodržení uspořádání podle označení přípravků byl navržen nový způsob uskladnění přípravků, který bude podrobně rozveden v následující kapitole. Cílem tohoto nového uspořádání je zajistit jednoznačnost a efektivitu při práci s přípravky a minimalizovat možnost chyb.

8.2.1 Označení přípravků

Během revize bylo zjištěno, že existuje odlišné označení přípravků, což může způsobovat zmatek a zdržovat přestavbu. Proto je navrženo standardizovat veškeré označení následovně podle toho, jak je uvedeno na obrázcích č. 35, 36 a 37. Tato jednotná a srozumitelná identifikace by měla usnadnit orientaci pracovníkům a minimalizovat možnost chyb při manipulaci s přípravky během přestavby.



Obrázek 35 Správné označení přípravku č. 1 (vlastní zpracování)



Obrázek 36 Správné označení přípravku č. 2 (vlastní zpracování)

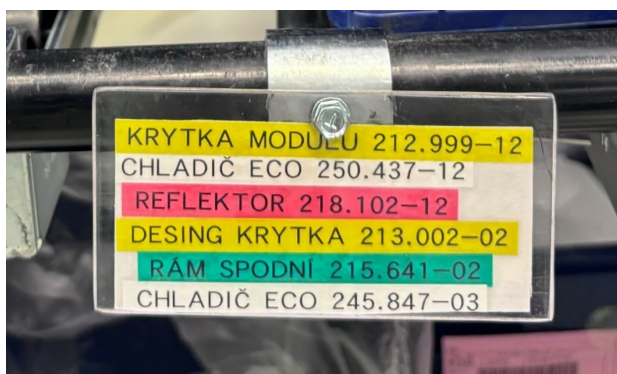


Obrázek 37 Správné označení přípravku č. 3 (vlastní zpracování)

8.2.2 Označení materiálu

Navrhuje se zavedení kompletního přeočnění všech kontejnerů a regálů s materiálem podle standardního barevného kódování projektů a variant. Toto opatření by mělo zajistit jednoznačnost a srozumitelnost při identifikaci a manipulaci s přípravky během přestavby.

Důležitou součástí tohoto procesu bude důkladné proškolení zaměstnanců na téma dodržování tohoto standardu. Zaměstnanci budou znovu seznámeni se systémem označování a vysvětleny jim budou výhody a důvody jeho zavedení. Tímto způsobem se zajistí, že všichni pracovníci na lince budou schopni efektivně pracovat s novým označením a přispějí tak k hladkému průběhu výrobního procesu. Součástí bude i kompletně nové natištění štítků.



Obrázek 38 Označení materiálu napříč linkou (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 38 je správné označení materiálu, které je navrženo na zavedení napříč linkou.

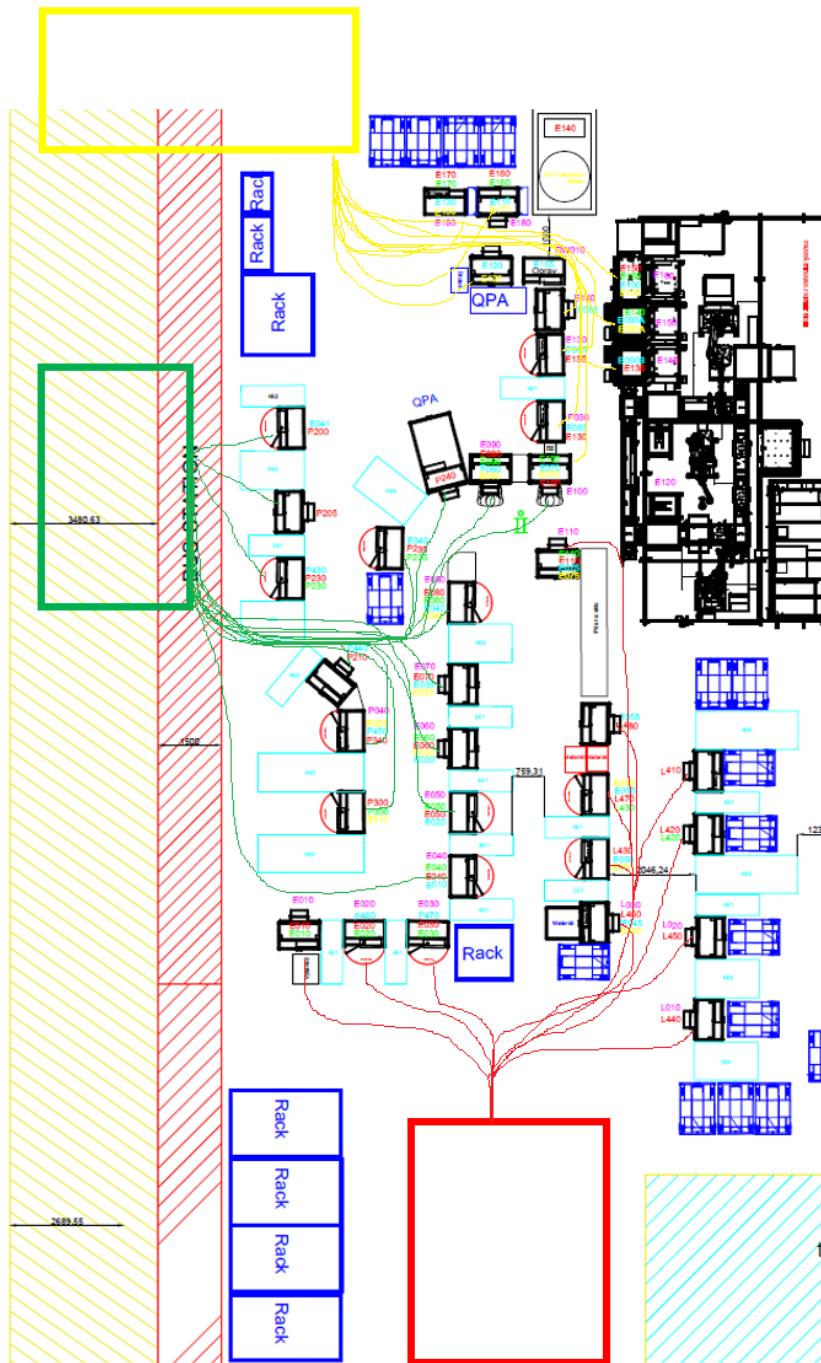
8.2.3 Označení při umístění přípravků

Dále bylo zjištěno nedodržování umístění přípravků dle jejich barevného označení. Navrhovaným řešením je přehodnocení systému uspořádání přípravků tak, aby odpovídalo rozmístění pracovišť na výrobní lince. To znamená, že přípravky budou skladovány tak, aby odpovídaly konkrétním pracovištím, na nichž jsou využívány.

Například přípravky pro pracoviště E020 pro všechny varianty budou umístěny za sebou v červeném rámečku, jak je uvedeno na obrázku č. 39. Tímto novým uspořádáním se změní způsob uspořádání podle variant na uspořádání podle přípravků a jejich příslušných pracovišť. Toto opatření by mělo vést k lepší organizaci a efektivitě při práci s přípravky a minimalizovat možnost chyb způsobených nesprávným umístěním přípravků.

8.3 Nový layout pro přípravky

S předchozí návrhem souvisí také nový layout pro rozmístění přípravků, jak je navrženo na obrázku č. 39.



Obrázek 39 Návrh nového layoutu pro přípravky (interní zdroj)

Závěrem této kapitoly lze shrnout, že zavedením naváděcích kolejnic pro uložení vozíků s přípravky bude výrazně sníženo riziko poškození přípravků při manipulaci. Standardizované barevné odlišení projektů a nový layout pro přípravky usnadní práci zaměstnancům při dohledání správných přípravků pro přestavbu.

Důraz na jednotné označení materiálu podle barev sníží čas hledání potřebných materiálů a bude zvýšena přehlednost pro manipulanta. Nedodržování principů 5S při označování kontejnerů a malých materiálů poukázalo na důležitost důsledné aplikace tohoto principu ve všech oblastech na lince.

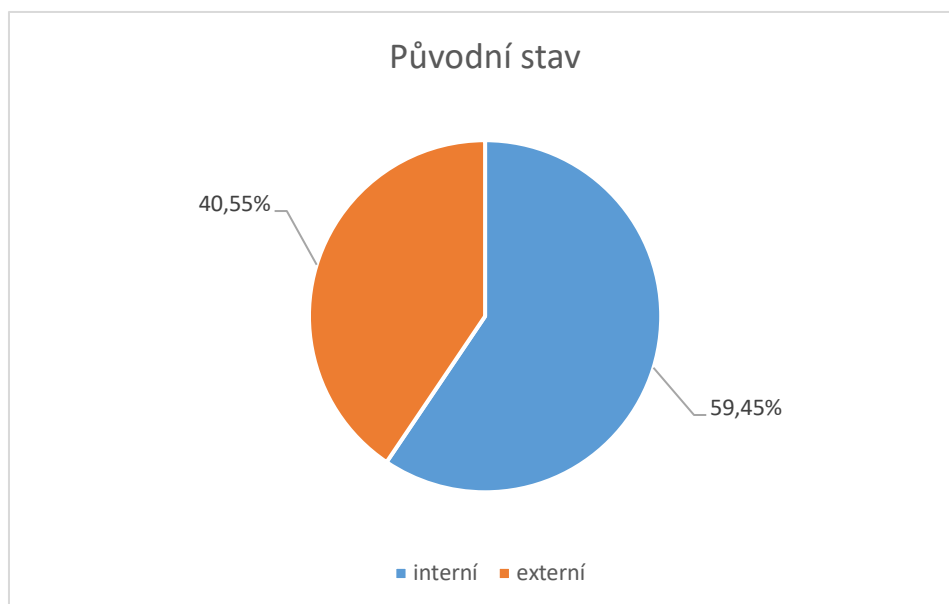
Tyto změny byly navrženy pro významné zlepšení na výrobní lince a měly by být klíčové směrem k eliminaci dlouhých prostojů způsobených například poškozením přípravku či dohledáváním správného materiálu nebo přípravku. Dalšími kroky by mělo být pravidelné monitorování a revize dodržování stanovených standardů, průběžné školení zaměstnanců ohledně správného označování a uspořádání přípravků a materiálu. A dále kontinuální optimalizace procesů s cílem dosahovat maximální efektivity a minimalizace ztrát. Pokud budou všechna navržená opatření důsledně dodržována, očekává se zlepšení produktivity a efektivity výrobní linky.

9 IMPLEMENTACE METODY SMED

Tato kapitola je věnována implementaci změn, které plynou z důkladného zhodnocení aktuálního stavu. Součástí této kapitoly jsou návrhy na změny postupů manipulanta a seřizovače, které zefektivní proces a zkrátí dobu přestavby. Součástí je i nový standardized work, který bude vyvážený a přizpůsobený novým potřebám.

9.1 Rozdělení činností na interní a externí

Pro lepší uvedení navrhovaných změn do praxe je v příloze P X. přiložen obrázek z excelu s tvorbou analýzy, která je v souladu s postupy používanými ve firmě. Tato analýza poskytuje lepší vizuální představu o plánovaných úpravách a slouží, jako užitečný nástroj pro detailní zhodnocení interních a externích činností. K dispozici v příloze XI je rozdělení externích a interních činností seřizovače, červená část je doba, kdy linka opravdu stála (prostož). Pro grafickou vizualizaci byl vytvořen graf:



Obrázek 40 Graf znázorňující poměr činností (vlastní zpracování)

9.2 Navržené změny

Tato kapitola je věnována analýze a návrhům na zlepšení pomocí metodiky SMED. Cílem je identifikovat a implementovat opatření, která povedou k redukci času potřebného pro interní činnost a k redukci času externích činností.

9.2.1 Manipulant

Navrhuje se, že při přestavbě linky nebudou aplikovány žádné zásadní změny týkající se manipulanta a jeho práce s materiálem. Namísto toho se doporučuje využít jeho schopností při externích činnostech seřizovače. Tato změna bude dále rozvedena níže.

9.2.2 Seřizovač

U seřizovače byla již zvažována a navržena zásadní změna prostřednictvím nového uspořádání přípravků. Dále se doporučuje pozměnit pořadí prováděných úkonů tak, aby se externí úkoly řešily před těmi interními a samotná přestavba probíhala co nejplynuleji, minimalizujíc tak negativní dopady na výrobní cyklus. Jako součást tohoto procesu se navrhuje, aby se seřizovač před zahájením přestavby připravil tím, že si přiveze potřebné přípravky přímo k jednotlivým pracovištím a s pomocí manipulanta odveze staré přípravky. Během doby, kdy manipulant bude odvážet starý přípravek, může seřizovač provést výměnu přípravku a jeho softwarové nastavení. Tyto změny budou integrovány do nového standardizovaného pracovního postupu, který bude reflektovat aktuální potřeby a efektivně implementovat nové strategie, včetně přesunu externích úkolů před interními a optimalizace postupu při přestavbě linky. Cílem bude maximalizovat efektivitu, minimalizovat ztrátu výrobního cyklu a zajistit konzistentní výsledky v rámci celého procesu. Navíc bude provedena úprava pořadí strojů, které budou přehazovány, aby se eliminoval nadbytečný pohyb seřizovače a dosáhlo se co největší úspory času.

Kromě změn ohledně seřizovače a přestavby linky se doporučuje také provést kontrolu lepidla v robotovi před zahájením přestavby. Tímto opatřením se zamezí přerušení přestavby z důvodu nedostatečného množství lepidla. Tato kontrola zajistí, že robot bude mít dostatečné množství lepidla, což minimalizuje možnost vzniku problémů během procesu přestavby.

Závěrem je vhodné uvést, že tyto navržené změny budou aplikovány v následující podkapitole nově sestaveného řádu práce. Tímto krokem se zajistí praktická implementace navržených strategií a zajištění souladu s aktuálními provozními postupy.

9.3 Nově sestavený Standardized work

Byl vytvořen standardizovaný pracovní postup, který zahrnuje několik klíčových kroků. Nejprve jsou před zahájením přestavby linky naváženy specifické přípravky pro variantu Crafter Halogen. Tyto přípravky jsou pak synchronizovaně vyměněny podle stanoveného pořadí strojů, přičemž je kladen důraz na plynulý a efektivní průběh výměny. Po dokončení výměny nových přípravků jsou staré přípravky odvezeny tak, aby nedošlo k narušení chodu linky. Díky této synchronizaci nedochází k zastavení výroby a proces přestavby probíhá bez velkých ztrát výrobního cyklu.

Během tvorby nového pracovního řádu bylo zjištěno, že seřizovač prováděl přestavbu i na jiných strojích určených pro další variantu, která nebyla naplánována na ten den. Tyto stroje nebyly využívány pro naši variantu, což znamenalo nadbytečné činnosti a potenciální ztráty času. Tento problém byl vyřešen eliminací nadbytečného pohybu a činností, jako je například lepení v robotovi. Je třeba poznamenat, že obvykle jsou pro tyto přestavby k dispozici dva seřizovači. Nicméně v tomto konkrétním případě bylo zachyceno, že jeden seřizovač byl na školení. Tento stav není neobvyklý, protože během odpoledních směn je obvykle přítomen pouze jeden seřizovač.

Díky této optimalizaci došlo ke snížení celkového času prostojů z původních 15 minut a 21 sekund na 11 minut a 24 sekund. To představuje úsporu času ve výši 26 %, což zlepšuje efektivitu celého procesu. Čas, kdy linka bude stát, je v tabulce zvýrazněn červeně. Nově sestavený standardized work k nahlédnutí v příloze P XII.

10 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Tato kapitola je věnována zhodnocení projektu. V této kapitole budou shrnuty časové úspory, kterých bylo implementací metody SMED dosaženo. Součástí této kapitoly jsou i náklady na projekt. Dále bude součástí také finanční zhodnocení projektu, kde bude použit interní zdroj společnosti, dostupný v programu Excel. Tato analýza poskytne detailní pohled na dosažené úspory a finanční zhodnocení projektu po implementaci metody SMED na výrobní lince modelu Volkswagen Touareg.

10.1 Časové úspory

Cílem této práce bylo optimalizovat proces přestavby linky s ohledem na snížení doby prostojů o minimálně 10 %. Díky implementaci nového standardizovaného pracovního postupu a navržením nových opatření se podařilo dosáhnout úspory času ve výši 26%.

10.2 Náklady na projekt

Implementace metody SMED byla provedena prostřednictvím série pracovních workshopů, které byly integrovány do běžné pracovní rutiny zaměstnanců. Tyto workshopy se zaměřovaly na identifikaci a eliminaci plýtvání v procesu výroby. Každý workshop měl jinou délku od 30 minut až po dobu 2 hodin. Workshop zahrnoval účastníky zapojené do daného procesu.

Celkové náklady na implementaci metody SMED zahrnují materiální náklady spojené s výrobou kolejnic, přeznačením materiálů, tiskem barevných štítků a školením zaměstnanců. Dále jsou zahrnuty i náklady na čas zaměstnanců vynaložený na účast na pracovních workshopech a interních úpravách označení přípravků.

Naváděcí kolejnice

Během implementace metody SMED byly kolejnice vyrobeny z existujících zbytků materiálu, čímž se minimalizovaly náklady na nové materiály.

Přeznačení materiálů

Pro přeznačení materiálu napříč linkou bylo navrženo použít již existující plastové štítky a pouze na nový barevný papír natisknout nová označení, která budou vložena do štítků, popřípadě nalepena na kontejnery s materiálem. Jeden balík barevných papírů, který obsahuje potřebné barvy, je dostupný za cca 170 Kč. Pro účely tohoto projektu budeme potřebovat 6 barev. Celkový náklad na barevný papír činí 1 020 Kč,-

Školení zaměstnanců

Pro školení zaměstnanců zodpovědných za dodržování principů 5S napříč linkou byl využit interní zaměstnanec, který již má zkušenosti s touto metodou a pracuje jako součást týmu zaměřeného na zlepšování procesů ve firmě. To znamená, že firma nemusela hledat externího školitele, což vede k minimalizaci nákladů.

Náklady spojené s tímto školením jsou omezeny na čas. Z minulých zkušeností víme, že školení trvá zhruba 1 hodinu, a navíc je vyhrazena další hodina týdně na provedení přeznačení celé výrobní linky. To je důležité, abychom minimalizovali případné narušení běžného provozu linky.

Dále je součástí běžného pracovního procesu měsíční kontroly dodržování stanovených standardů. Tato kontrola se stává běžnou součástí práce zaměstnance zodpovědného za 5S.

Označení přípravků

Označení přípravků bylo řešeno interně a využity byly zbytky materiálu, čímž se opět minimalizovaly náklady na nové materiály

10.3 Finanční zhodnocení

Za podmínky, že by byl zaveden tento nový standardized work jako standard, se předpokládá, že ušetřená doba by činila 26 %, což by se projevilo na všech přestavbách. Bereme v potaz tabulku č. 1, která obsahuje četnosti přestaveb na lince na straně 47 v této práci. Z této tabulky víme, že průměrná doba přestavby je cca 43 minut a přestavba se provádí zhruba 17x měsíčně, což představuje 12 hodin a 11 minut strávených přestavbou na lince každý měsíc.

Pokud bychom tuto hodnotu snížili o 26 %, dostali bychom 9 hodin a 2 minuty. Tyto hodnoty vložíme do Excelu z přílohy XII, kde jsou v tabulkách nahrány veškeré informace o lince i s náklady v €. Zadáme hodnotu před a po zavedení nového standardized work a výsledkem bude roční finanční úspora.

HTT - Valuation template

Basic data

Project: Production
 Location: HAN
 Responsible person: Klanka1
 Cost center: 2452

Your idea

Idea Title: SMED on assy line VW Crafter/Touareg/ID buzz
 Idea ID:

Situation before: The average setup time is approximately 43 minutes and the setup is performed roughly 17 times per month which equates to 12 hours and 11 minutes

Activities to improve the situation: After the implementation of the measures, a reduction of this time by 26 is expected.

Risk Assessment:

Savings potential (in EUR)

	FY 2024	FY 2025	FY 2026
Sales costs			
Material costs	0,00	0,00	0,00
Personnel costs	12 581,24	12 546,86	12 546,86
Other costs	5 042,07	5 028,30	5 028,30
Depreciation	0,00	0,00	0,00
One-time costs	0,00	0,00	0,00
EBIT	17 623,31	17 575,16	17 575,16

Obrázek 41 Finanční zhodnocení v EUR (interní zdroj)

Po zavedení opatření byl proveden výpočet v programu Excel podle firemních pravidel, který ukázal, že roční úspora na celé lince činí 17 623,31 €. Ke dni 29.3.2024 je kurz 25,3 české koruny za euro. Úspora ve výši 17 623,31 € by tedy přibližně 445 397,34 Kč.

ZÁVĚR

Zavést metodu Single-Minute Exchange of Die (SMED) ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA s.r.o. představuje významný krok směrem k optimalizaci výrobních procesů. Tato strategie přinesla mnoho pozitivních změn a vylepšení v procesu výroby světlometů pro model Volkswagen Touareg. Diplomová práce se zaměřila na analýzu a následnou implementaci metody SMED s cílem dosáhnout redukce doby přestavby minimálně o 10 %, což bylo úspěšně překonáno dosažením úspory času ve výši 26 %.

Během implementace metody SMED byly analyzovány a testovány různé strategie s cílem zkrácení doby výměny přípravků. Díky nově standardizovanému pracovnímu postupu a navrženým opatřením se podařilo eliminovat nadbytečné činnosti a minimalizovat vznik škody na přípravcích, což vedlo k výraznému zlepšení efektivity výrobního procesu. V rámci implementace metody SMED byla také použita metoda 5S, která přinesla standardizaci pracovního prostoru, zvýšení transparentnosti a prevenci chyb v pracovním prostředí.

I přes náklady spojené s implementací, které zahrnují materiální náklady na kolejnice a přeznačení materiálů, stejně jako časové náklady na školení zaměstnanců, se roční úspora vyšplhala až na 445 397,34 Kč. Tato úspora zároveň potvrzuje, že investice do optimalizace procesů může mít dlouhodobě pozitivní dopad na finanční výsledky firmy.

Vedlejším cílem této práce bylo také sestavení pracovního postupu spolu s fotodokumentací, které by měly sloužit jako užitečný nástroj pro nově příchozí zaměstnance k nahlédnutí. Bohužel z důvodů omezeného času a prioritního zaměření na implementaci metody SMED tento cíl nebylo možné splnit v rámci této práce. Avšak firma nadále plánuje tento projekt realizovat, i když nebyl dosažen v uvedeném časovém rámci.

Je tedy zřejmé, že implementace metody SMED je pouze jedním krokem směrem k neustálému zlepšování výrobních procesů a zvyšování efektivity. Aby bylo dosaženo trvalých výsledků, je nezbytné, aby společnost HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. nadále investovala do školení zaměstnanců, monitorovala výrobní postupy a průběžně vyhodnocovala výsledky implementace metody SMED. Tímto způsobem si firma zajistí udržení dosažených úspor a efektivity v dlouhodobém horizontu a bude schopna úspěšně reagovat na nové výzvy a změny v prostředí automobilového průmyslu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BAUER, Miroslav et al, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

BRAU, Sebastian J., 2017. *Lean Manufacturing 4.0: The Technological Evolution of Lean*. *Scotts Valley*: CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1539322948.

BURIETA, Ján, 2013. *Metóda 5S: Základy štíhleho podniku*. Žilina: IPA Slovakia, s.r.o. ISBN 978-80-89667-04-8.

DENNIS, Pascal, 2017. *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 3rd ed. London: Productivity Press. ISBN 978-1498708876.

DILLON, A. P.; SHINGO, S. A, 1985. *Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press. ISBN 978-0915299034.

FABRIZIO, T. a Tapping, D., 2006. *5 S for the Office: Organizing the Workplace to Eliminate Waste*. 1st ed. New York: Productivity Press. ISBN 9780429299988.

FORVIA. 2023. *Forvia Excellence System 4.0 Handbook*: Internal Source. Property of Forvia DLP – Data Loss Protected document. Process Owners and FES&P Network. Owner: Pierre CAVAT, Group FES & Productivity Director. Approved by: Kamran-Charles VOSSOUGH, Group Operations Senior VP.

GALSWORTH, G., 2005. *Visual Workplace, Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence through the Technologies of the Visual Workplace*. Visual-Lean Enterprise Press. ISBN: 978-0-9722591-2-5.

GILCHRIST, Alasdair, 2016. *Industry 4.0: The industrial internet of things*. New York: Apress. ISBN 978-14-84-22046-7.

HELLA. HELLA v Mohelnici [online]. [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: <https://www.hella.com/hella-cz/cs/HELLA-v-Mohelnici-903.html>

HIRANO, Hiroyuki, 1995. 5 Pillars of the Visual Workplace. 1st ed. Online. *Productivity Press*. Dostupné z: <https://doi.org/10.4324/9780367804886>. [cit. 2024-02-11].

- HIRANO, Hiroyuki a RUBINA Melanie, 2009. *5 S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner. ISBN 978-80-904099-1-0
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a RAJNOHA, Rastislav, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů*. GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- KANAGANAYAGAM, K., MUTHUSWAMY, S., DAMORAN, P., 2015. Lean methodologies to improve assembly line efficiency: An industrial application. Online. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, Vol. 20, Issue 1, s. 104-116. ISSN 1748-5037. Dostupné z: doi:10.1504/IJISE.2015.069000. [cit. 2024-02-11].
- KORMANEC, Peter; BOLEDOVIČ, Ľudovít; BURIETA, Ján a VIŠŇAVSKÝ, Matúš, 2008. *SMED*. Žilina: PA Slovakia, s.r.o. Žilina. ISBN 978-80-89667-07-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- KUCZYŃSKA-CHAŁADA, Marzena, 2019. Implementation of the SMED method in a production enterprise. Online. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*. Vol. 2, no. 1, s. 224–233. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/335851830_Implementation_of_the_SMED_method_in_a_production_enterprise. [cit. 2024-02-11].
- KULKARNI, Prafulla C.; LAHIRI, Gautam, 2020. Improving Productivity using SMED. Online. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. Vol. 9, no. 3, s. 1889-1892. ISSN 2278-3075. Dostupné z: <https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v9i3/B6319129219.pdf>. [cit. 2024-02-11].
- KULKARNI, Shubham, 2019. Reducing Change-over Time using SMED Process in Automotive Wheel Rim Manufacturing Industry. Online. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*. Vol. 2, no. 6, s. 822-827. ISSN 2581-7175. Dostupné z: <http://www.ijred.com/volume2/issue6/IJSRED-V2I6P105.pdf>. [cit. 2024-02-11].
- KUMARAVEL, D; BHARATHI, R.S.; KAVINANDINI, M., 2018. Enhancing the production through SMED methodology. Online. *International Journal of Engineering and Technology*. Vol. 7, no. 2,8, s. 382-385. Dostupné z: www.sciencepubco.com/index.php/IJET. [cit. 2024-02-11].
- LUDVÍK, Filip, 2019. *Efektivní řízení kvality*. Praha: Pointa. ISBN 9788090753051.

MALINDZAKOVA, M; MALINDZAK, D.; GARAJ, P., 2021. Implementation of the Single Minute Exchange of Dies method for reducing changeover time in a hygiene production company. Online. *International Journal of Industrial Engineering and Management*. Vol. 12, no. 4, s. 243-252. ISSN 2683-345X. Dostupné z: http://www.ijiemjournal.uns.ac.rs/images/journal/volume12/IJIEM_291.pdf. [cit. 2024-02-11].

MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0 – Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-440-0.

MENDELU VYSOKÁ ŠKOLA, ©2020. *Filozofie japonských automobilek ovládla svět: Co ji tak odlišuje od ostatních?* Online. Moravská vysoká škola Olomouc. Dostupné z: <https://www.mvso.cz/aktuality/filozofie-japonskych-automobilek-ovladla-svet-co-ji-tak-odlisuje-od-ostatnich>. [cit. 2024-02-25].

OHNO, Taiichi, 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. 1. vyd. Online. *New York: Productivity Press*. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.4324/9780429273018>. ISBN 9780429273018. [cit. 2024-02-11].

ONDRA, Pavel, 2022. The Impact of Single Minute Exchange of Die and Total Productive Maintenance on Overall Equipment Effectiveness. Online. *Journal of Competitiveness*. Vol. 14, s. 113-132. ISSN 1804-171X. Dostupné z: <https://www.cjournal.cz/index.php?hid=clanek&bid=archiv&cid=457&cp=>. [cit. 2024-02-11].

OSADA, Takashi, 1991. *The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment*. Tokyo: Asian Productivity Organization. ISBN 9283311159.

OTERO, Eduarda; LOPES, Isabel, 2018. Productivity Improvement of a Production Line Through Quick Changeover Concept – A Case Study. Online. *IOS Press and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0*. Vol. 7, s. 897-906. Dostupné z: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/66663/1/ATDE7-0897.pdf>. [cit. 2024-02-11].

PATTARO, Roberto Junior; HENRIQUE, Ricardo; SILVA, Iris Bento da; HASSUI, Amauri; BARBOSA, Gustavo Franco, 2022. A novel framework for single-minute exchange of die (SMED) assisted by lean tools. Online. *The International Journal of Advanced*

Manufacturing Technology. Vol.32, s. 1-19. ISSN 0268-3768. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08534-w>. [cit. 2024-02-11].

PIVODOVÁ, Pavlína, 2015. *Riziková analýza*. Přednáška. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

PORTNY, S. E., 2017. *Project Management For Dummies*. Fifth ed. John Wiley & Sons. ISBN 978-1119348900.

ROTHER, Mike, 2009. *Toyota kata: Managing people for improvement, adaptiveness, and superior results*. McGraw-Hill Education. ISBN 978-0071635233.

SARAVANAN, Vasudevan; NALLUSAMY, S.; BALAJI, K., 2018. Lead Time Reduction through Execution of Lean Tool for Productivity Enhancement in Small Scale Industries. Online. *International Journal of Engineering Research in Africa*. Vol. 34, s. 116-127. ISSN 1663-4144. Dostupné z: <https://www.scientific.net/JERA.34.116>. [cit. 2024-02-16].

SEDDON, J., 2005. Freedom from Command and Control: Rethinking Management for Lean Service. 1st ed. Online. *Productivity Press*. Dostupné z: <https://doi.org/10.4324/9781482278446>. [cit. 2024-02-16].

SENDERSKA, K.; MAREŠ, A.; VÁCLAV, Š., 2017. Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. Online. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*. Vol. 79, n. 1. ISSN 1454-2358. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/316634571_Spaghetti_diagram_application_for_workers'_movement_analysis. [cit. 2024-02-16].

TUČEK, David a BOBÁK, Roman, 2006. *Výrobní systémy*. 2. upr. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183811.

WALTER, Jens, © 2024. *Co je Lean management: štíhlá výroba, metody a principy*. Online. Beewatec. Dostupné z: <https://www.beewatec.com/cs/blog/co-je-lean-management-stihla-vyroba-metody-a-principy>. [cit. 2024-02-16].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FES: Forvia Excelence System

NVA: Non-Value Added

SMED: Single-Minute Exchange of Die

SW: Standardized Work

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Logo firmy.....	31
Obrázek 2 Organizační struktura firmy (interní zdroj).....	33
Obrázek 3 Layout výrobní linky (interní zdroj).....	36
Obrázek 4 Vnitřní prostor transportního boxu (vlastní zpracování).....	37
Obrázek 5 Transportní box z vnějšího pohledu (vlastní zpracování).....	38
Obrázek 6 Rozdělení skupinek na lince.....	39
Obrázek 7 Roll kontejner ukázka č. 1 (vlastní zpracování).....	40
Obrázek 8 Roll kontejner ukázka č. 2 (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 9 Roll kontejner umístěn v lince (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 10 Příklad pracoviště (vlastní zpracování).....	42
Obrázek 11 Přípravek (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 12 Označení materiálu v lince (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 13 Označení materiálu z pohledu manipulanta (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 14 Přehled projektů a variant (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 15 Hodinové sledování výroby (ukázka).....	47
Obrázek 16 Graf pro porovnání linek č. 1 (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 17 Graf pro porovnání linek č. 2 (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 18 Layout pro 5s (interní zdroj).....	52
Obrázek 19 Chybné umístění přípravků (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 20 Riziková část přípravku č. 1 (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 21 Riziková část přípravku č. 2 (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 22 Špatné umístění přípravků (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 23 Označení místa pro přípravky (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 24 Aktuální stav přípravků (interní zdroj).....	56
Obrázek 25 Označení projektů (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 26: Aktuální označení přípravku (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 27 Aktuální označení přípravku (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 28 Chybějící označení na kontejneru (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 29 Porovnání přípravků na projektech z videozáznamu (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 30 Spaghetti diagram manipulanta (interní zdroj).....	60
Obrázek 31 Spaghetti diagram seřizovače (interní zdroj).....	62
Obrázek 32 Harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 33 naváděcí kolejnice (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 34 Naváděcí kolejnice z pohledu pracovníka (vlastní zpracování).....	68

Obrázek 35 Správné označení přípravku č. 1 (vlastní zpracování)	69
Obrázek 36 Správné označení přípravku č. 2 (vlastní zpracování)	69
Obrázek 37 Správné označení přípravku č. 3 (vlastní zpracování)	69
Obrázek 38 Označení materiálu napříč linkou (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 39 Návrh nového layoutu pro přípravky (interní zdroj).....	71
Obrázek 40 Graf znázorňující poměr činností	73
Obrázek 41 Finanční zhodnocení v EUR (interní zdroj)	78

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Četnost přestaveb na lince Touareg (vlastní zpracování)	46
Tabulka 2 Četnost přestaveb na lince Captur (vlastní zpracování)	48
Tabulka 3 Aktuální stav manipulanta (vlastní zpracování)	61

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA FIRMY

Příloha P II: LAYOUT VÝROBNÍ LINKY

Příloha P III: JEDNA STRANA LINKY

Příloha P IV: PŘEHLED PROJEKTŮ A VARIANT Č. 1

Příloha P V: PŘEHLED PROJEKTŮ A VARIANT Č. 2

Příloha P VI: PŘEHLED PROJEKTŮ A VARIANT Č. 3

Příloha P VII: HODINOVÉ SLEDOVÁNÍ VÝROBY (UKÁZKA)

Příloha P VIII: AKTUÁLNÍ STAV SEŘIZOVAČE

Příloha P IX: HARMONOGRAM PROJEKTU

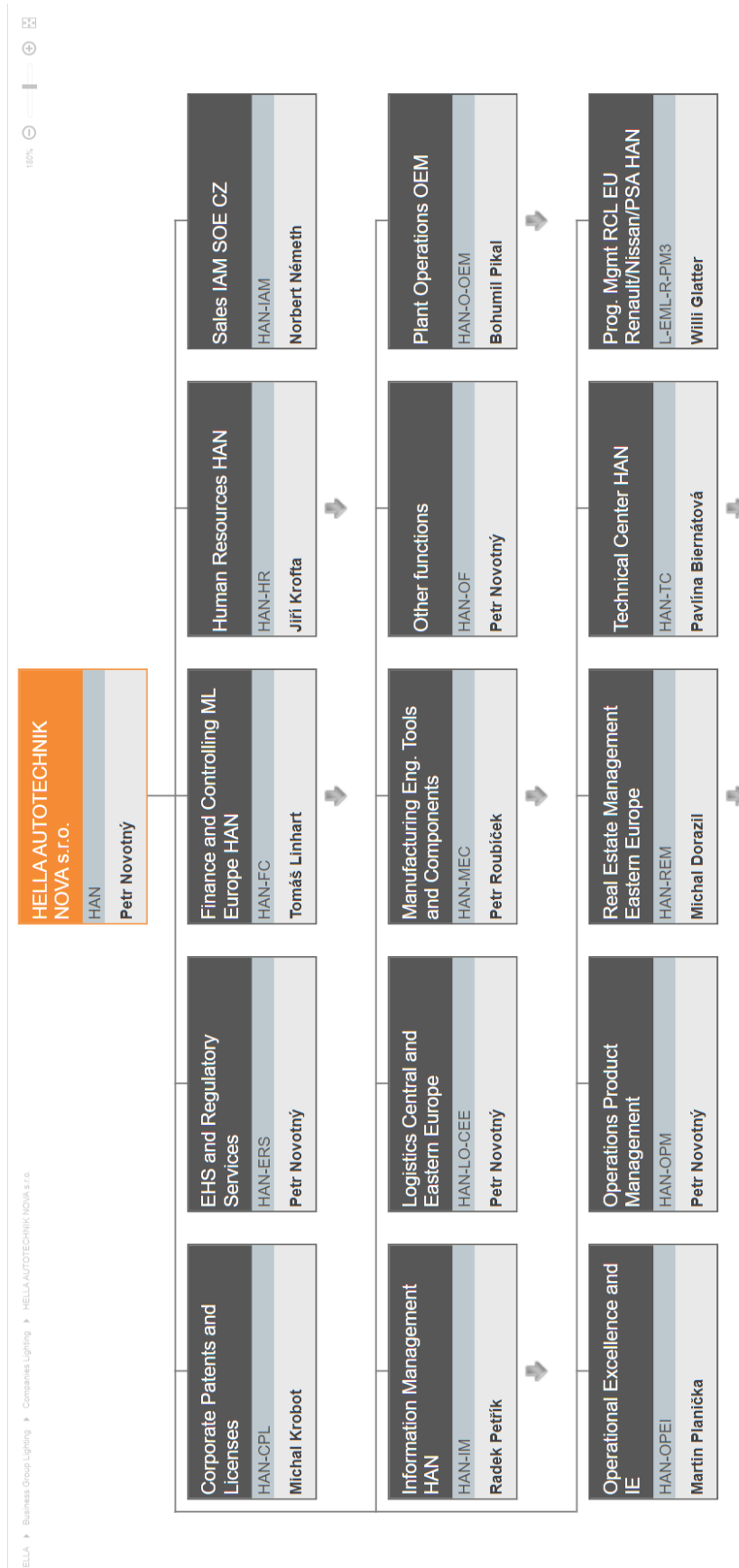
Příloha P X: KOMPLETNÍ EXCEL PRO TVORBU SMED

Příloha P XI: ROZDĚLENÍ EXTERNÍCH/INTERNÍCH ČINNOSTÍ

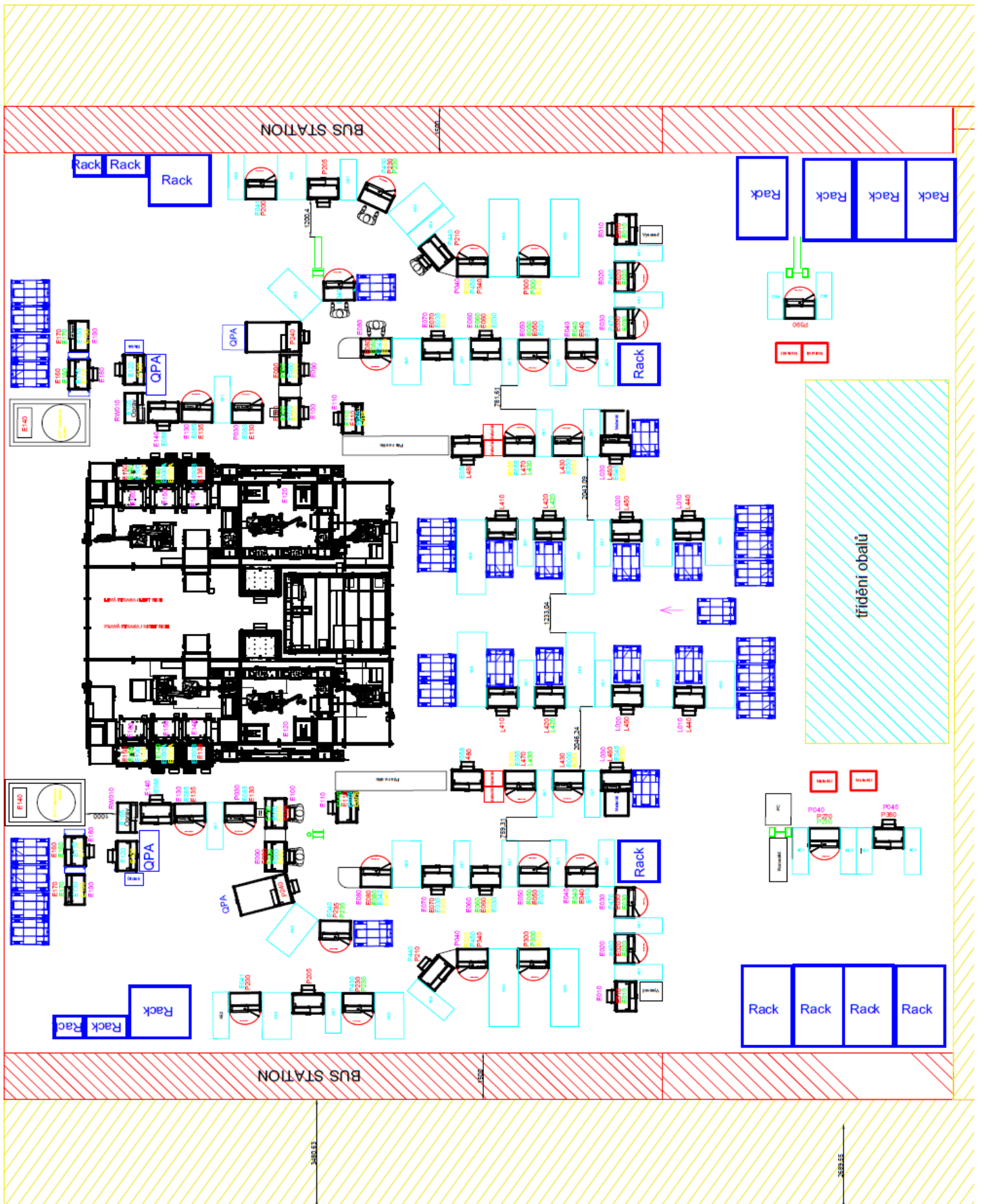
Příloha P XII: NOVÝ STANDARDIZED WORK

Příloha P XIII: EXCEL PRO FINANČNÍ ZHODNOCENÍ

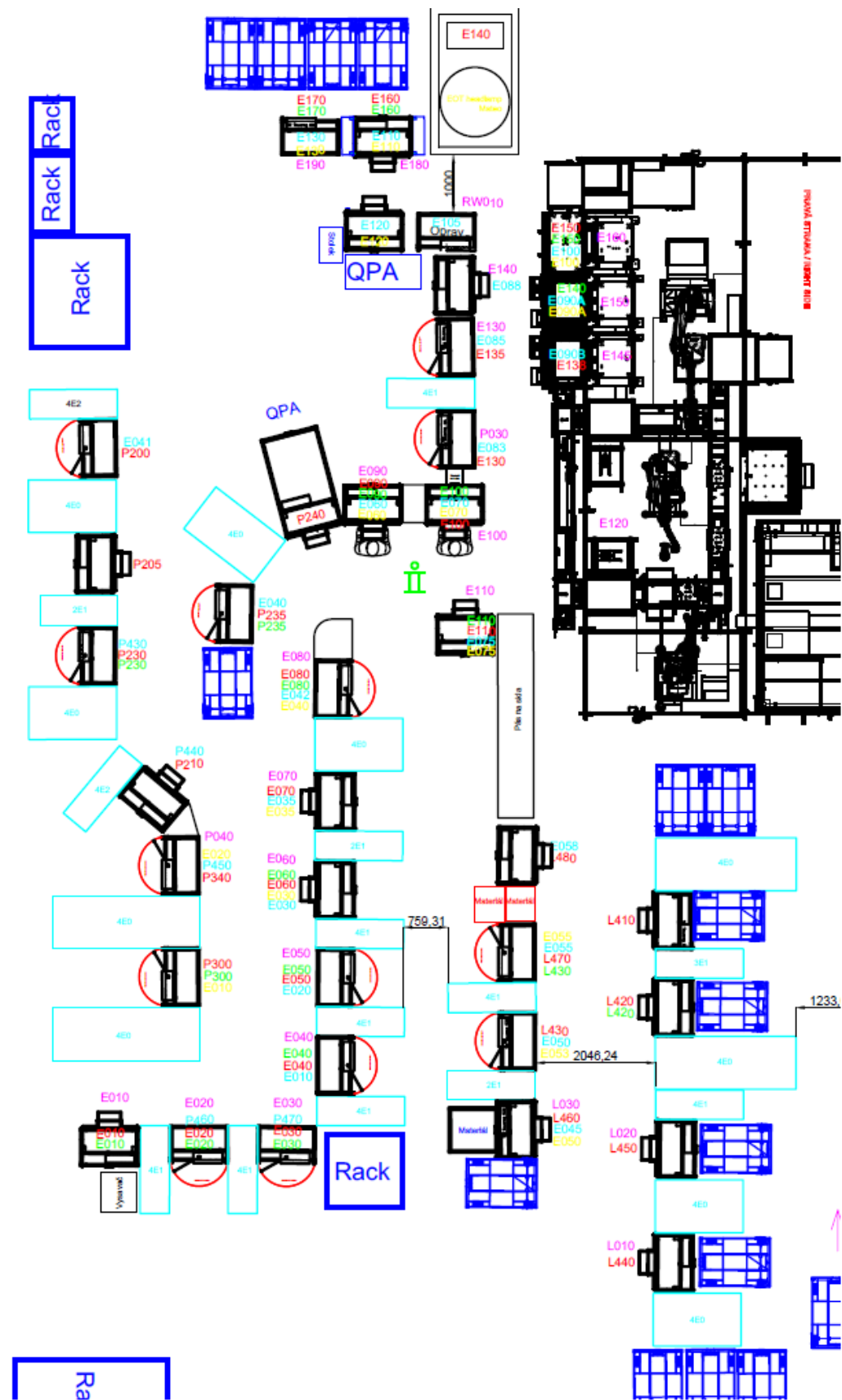
PŘÍLOHA P I: STRUKTURA SPOLEČNOSTI



PŘÍLOHA P II: LAYOUT VÝROBNÍ LINKY



PŘÍLOHA P III: LAYOUT VÝROBNÍ LINKY JEDNA STRANA



PŘÍLOHA P IV: PŘEHLED PROJEKTŮ A VARIANT Č. 1

Pracoviště	VW TOUAREG BASIS		VW TOUAREG PIXEL	
L010				
L020				
L030				
E010	Montáž dutých šroubů	VM013.143-05U010	Montáž dutých šroubů	VM013.143-05U010
E020	Montáž vodičů do pouzdra	VM013.143-01U020	Montáž vodičů do pouzdra	VM013.143-05U020
E030	Montáž krytek a řídicích jednotek	VM013.143-01U030	Montáž krytek a řídicích jednotek	VM013.143-05U030
E035				
E040	Montáž elementu nastavení (BORA2)	VM013.143-01U040	Montáž elementu nastavení (BORA2)	VM013.143-05U040
E041				
E042				
E050	Montáž LCM a LDM jednotky	VM013.143-01U050	Montáž LCM a LDM jednotky	VM013.143-05U050
E053				
E055				
E060	Montáž LB modulu	VM013.143-01U060	Montáž LB modulu	VM013.143-05U060
E070			Montáž dálkového modulu do pouzdra	VM013.143-05U070
E075				
E080	Montáž skupiny prefield reflektoru	VM013.143-01U080	Montáž skupiny prefield reflektoru	VM013.143-05U080
E090	Krátká elektrická zkouška	VE013.143-05U090	Krátká elektrická zkouška	VE013.143-05U090
E100	Odsávání nečistot - pouzdro	VM013.143-01U100	Odsávání nečistot - pouzdro	VM013.143-05U100
E105				
E110	Odsávání nečistot - sklo	VM013.143-01U110	Odsávání nečistot - sklo	VM013.143-05U110
E120	Založení skupin do lepení	VM013.143-05U121-125	Založení skupin do lepení	VM013.143-05U121-125
Robot				
E130			Montáž SBL skupiny do pouzdra	VM013.143-05U130
E135			Montáž chladiče skupiny	VM013.143-05U135
E140			Krátká elektrická zkouška MATEO	VO013.143-05U140
E 145				
E150			Robot - Visicon, Těsnost	VM013.143-05U150
E160	Montáž odvětrávacích elementů a kontrolní pracoviště	VM013.143-05U160	Montáž odvětrávacích elementů a kontrolní pracoviště	VM013.143-05U160
E165				
E170	Konečná kontrola a balení		Konečná kontrola a balení	
E 180				
E 190				
L410			Montáž skupiny držáku ofuku	VM013.143-05U410
L420	Montáž krycího rámu do skla	VM013.143-05U420		
L430	Montáž vnitřního rámu do skla	VM013.143-01U430		
L440			Montáž skupiny světlovodu	VM013.143-05U440
L450			Montáž skupiny horního rámečku	VM013.143-05U450
L460			Montáž skupiny horního rámečku	VM013.143-05U460
L470			Montáž skupiny horního rámečku	VM013.143-05U470
L480			Blax box	VO013.143-05U480
P380			Montáž skupiny hlavního rámečku	VM013.143-05U230
P030				
P040				
P200			Montáž skupiny pre-field chladiče	VM013.143-05U200
P205				
P210			Montáž skupiny pre-field nosného rámu	VM013.143-05U210
P230	Montáž skupiny pre-field nosného rámu	VM013.143-01U230	Montáž skupiny pre-field nosného rámu	VM013.143-05U230
P235	Assembly of prefield bezel harness	VM013.143-01U235	Assembly of prefield bezel harness	VM013.143-05U235
P240			Visicon	VM013.143-05U240
P300	Montáž skupiny LB modulu	VM013.143-01U300	Montáž skupiny HB modulu	VM013.143-05U300
P340			Montáž skupiny HB modulu	VM013.143-05U340

PŘÍLOHA P V: PŘEHLED PROJEKTŮ A VARIANT Č. 2

Pracoviště	ASSEMBLY IDBuzz ECO		ASSEMBLY IDBuzz TOP	
L010	Montáž světloodičů do držáku	251.426-01U010	Montáž světloodičů do držáku	251.459-01U010
L020	Montáž hlavní krytky	251.426-01U020	Montáž hlavní krytky	251.459-01U020
L030	Montáž sk. skla s rámem	251.459-01U030	Montáž sk. skla s rámem	251.459-01U030
E010			Montáž LWR a nastavení do pouzdra	015.437-21U010
E020			Montáž dílů nastavení do pouzdra	015.437-21U020
E030			Montáž řídicí jednotky do pouzdra	015.437-21U030
E035				015.437-21U040
E040	Montáž řídicí jednotky	015.437-21U040	Montáž vodičů a ball pivotu do pouzdra	015.437-21U040
E041				
E042				
E050	Montáž vodičů a ball pivotu do pouz	015.437-01U050	Montáž ventilátoru do pouzdra	015.437-21U050
E053				
E055				
E060	Montáž dílů nastavení do pouzdra	015.437-01U060	Montáž modulu do pouzdra	015.437-21U060
E070	Montáž reflektoru do pouzdra	015.437-01U070		
E075				
E080			Montáž CL/SBL sk. do pouzdra	015.437-21U080
E090	Krátká elektrická zkouška	015.437-21U090	Krátká elektrická zkouška	015.437-21U090
E100	Odsávání nečistot - pouzdro	015.437-21U100	Odsávání nečistot - pouzdro	015.437-21U100
E105				
E110	Odsávání nečistot - sklo	015.437-21U110	Odsávání nečistot - sklo	015.437-21U110
E120	Sponkovací pistole	015.437-21U129	Sponkovací pistole	015.437-21U129
Robot				
E130	Montáž DRL/PO sk.	015.437-21U130	Montáž DRL/PO sk.	015.437-21U130
E135				
E140	Krátká elektrická zkouška	015.437-21U140	Krátká elektrická zkouška	015.437-21U140
E 145	Black box		Black box	
E150	EOT MATEO 1	015.437-01U150	EOT MATEO 1	015.437-21U150
E160	Zkouška těsnosti	015.437-21U160	Zkouška těsnosti	015.437-21U160
E165				
E170	Montáž CW těsnění, odvětrávacích elementů	015.437-21U012	Montáž CW těsnění, odvětrávacích elementů	015.437-21U012
E 180	Montáž elementu	251.427-01U040	Montáž elementu	251.456-01U030
E 190				
L410				
L420				
L430				
L440				
L450				
L460				
L470				
L480				
P380				
P030				
P040				
P200				
P205				
P210				
P230				
P235				
P240				
P300				
P340				

PŘÍLOHA P VI: PŘEHLED PROJEKTŮ A VARIAN Č. 3

Pracoviště	CRAFTER HALOGEN		CRAFTER LED	
L010				
L020				
L030				
E010	Montáž potkávacího reflektoru	VM 012.830-01U010	Montáž řídicí jednotky LDM 1	VM 012.830-03U010
E020	Montáž dálkového reflektoru	VM 012.830-01U020	Montáž řídicí jednotky LDM 2	VM 012.830-03U020
E030	Montáž potk. reflektoru do pouzdra	VM 012.830-01U030	Montáž skupiny Mono LED modulu	VM 012.830-03U030
E035	Montáž dálk. reflektoru do pouzdra	VM 012.830-01U035	Montáž skupiny HB reflektoru	VM 012.830-03U035
E040	Montáž BL refl do pouzdra/ LB+HB do pouzdra	VM 012.830-01U040	Montáž krycích rámečků do pouzdra	VM 012.830-03U040
E041			Montáž rámu 3 na BL reflektor	VM 012.830-01U041
E042			Montáž skupiny BL reflektoru	VM 012.830-01U042
E050	Předmontáž skupiny skla I	VM 012.830-01U050		
E053	Předmontáž skupiny skla II	VM 012.830-01U055		
E055				
E060	El. zkouška	VM 012.830-01U060		
E070	Vysavač pouzdra	VX 012.830-01U070	Odsávání nečistot	VX 012.830-02U070
E075	Vysavač skla	VX 012.830-02U075		
E080				
E090				
E100				
E105			Montáž odvětrávacích elementů	VM 011.824-03U105
E110	Montáž matic a kulových šroubů	VM 012.830-01U0110	Montáž dutých šroubů	VM 012.830-03U110
E120	Montáž kolínek	VM 012.830-01U120	Montáž odvětrávacích elementů	VM 012.830-03U120
Robot				
E130				
E135				
E140				
E 145				
E150	Lepení	VH 012.830-01U080	Lepení	VH 012.830-01U080
E160				
E165				
E170				
E 180				
E 190				
L410				
L420			Montáž skupiny krycího rámu LB/HB	VM 214.421-01U200
L430			Montáž PCB s chladičem	VM 214.872-01U430
L440			Montáž skupiny HB reflektoru I.	VM 214.869-01U440
L450				
L460				
L470				
L480				
P380				
P030				
P040				
P200				
P205				
P210				
P230				
P235				
P240				
P300				
P340				

PŘÍLOHA P VIII: AKTUÁLNÍ STAV SEŘIZOVAČE

Krok	Činnost	Uplynulý čas	Trvání
1	Vyjmutí starého přípravku E010	00:16	00:16
2	Odvezení přípravku	00:29	00:13
3	Naložení nového přípravku	00:44	00:15
4	Výměna přípravku	01:16	00:32
5	Vyjmutí starého přípravku E020	01:33	00:17
6	Odvezení přípravku	02:03	00:30
7	Naložení nového přípravku	02:19	00:16
8	Výměna přípravku	02:30	00:11
9	Přesun k E030	03:01	00:31
10	Vyjmutí starého přípravku	03:29	00:28
11	Odvezení přípravku	03:44	00:15
12	Naložení nového přípravku	04:03	00:19
13	Výměna přípravku	04:18	00:15
14	Vyjmutí starého přípravku E070	04:30	00:12
15	Odvezení přípravku	05:10	00:40
16	Naložení nového přípravku	05:26	00:16
17	Výměna přípravku	06:02	00:36
18	Přesun k E040	06:16	00:14
19	Vyjmutí starého přípravku E040	06:28	00:12
20	Odvezení přípravku	07:01	00:33
21	Naložení nového přípravku	07:12	00:11
22	Výměna přípravku	07:33	00:21
23	Nastavení softwaru	07:50	00:17
24	Příprava pro vyjmutí starého přípravku P300	08:05	00:15
25	Přesun k E050	08:18	00:13
26	Vyjmutí starého přípravku	08:30	00:12
27	Odvezení přípravku	09:04	00:34
28	Naložení nového přípravku	09:17	00:13
29	Výměna přípravku	09:59	00:42
30	Přesun pro přípravky ze zadní části linky	10:27	00:28
31	Kontrola správnosti přípravků	10:46	00:19
32	Vypnutí strojů L460,L470 a L480	11:01	00:15
33	Vyjmutí starého přípravku z L470	11:20	00:19
34	Výměna za nový přípravek	11:33	00:13

35	Vyjmutí starého přípravku z L460	11:45	00:12
36	Výměna za nový přípravek	12:09	00:24
37	Nasazení obalu na staré přípravky a odvezení	13:37	01:28
38	Přesun k L480	13:45	00:08
39	Vyjmutí starého přípravku	14:05	00:20
40	Odvezení přípravku	14:15	00:10
41	Naložení nového přípravku	14:36	00:21
42	Výměna přípravku	15:14	00:38
43	Pozastavení přehození z důvodu doplnění lepidla v robotovi	20:03	04:49
44	Přesun k E060	20:30	00:27
45	Vyjmutí starého přípravku P300	20:50	00:20
46	Odvezení přípravku	21:02	00:12
47	Naložení nového přípravku	21:32	00:30
48	Výměna přípravku P300	22:01	00:29
49	Výměna přípravku E060	22:38	00:37
50	Úprava vozíku k lepší manipulaci	23:00	00:22
51	Nastavení softwaru E060	23:29	00:29
52	Přesun k E080	24:01	00:32
53	Vyjmutí starého přípravku	24:17	00:16
54	Odvezení přípravku	24:38	00:21
55	Naložení nového přípravku	25:00	00:22
56	Výměna přípravků E080	25:27	00:27
57	Nastavení software	26:03	00:36
58	Vyjmutí starého přípravku P235	26:15	00:12
59	Odvezení přípravku	26:41	00:26
60	Přesun k novému přípravku+přesun ke stroji P235	27:10	00:29
61	Výměna přípravku	27:35	00:25
62	Vyjmutí starého přípravku E090	27:47	00:12
63	Odvezení přípravku	28:13	00:26
64	Přesun k E090 s novým přípravkem	28:30	00:17
65	Výměna přípravku	28:44	00:14
66	Vyjmutí starého přípravku E100	29:05	00:21
67	Odvezení přípravku	29:32	00:27
68	Přesun k novému přípravku+přesun ke stroji E100	29:46	00:14
69	Výměna přípravku	30:03	00:17
70	Vyjmutí starého přípravku E110	30:16	00:13
71	Odvezení přípravku	30:31	00:15
72	Přesun s novým přípravkem E110	31:06	00:35

73	Výměna přípravku	31:17	00:11
74	Výměna přípravků v robotovy	33:07	01:50
75	Odvezení starých přípravků z robota I.	33:16	00:09
76	Pozastavení přehozy z důvodu doplnění lepidla v robotovi	36:01	02:45
77	Výměna přípravků zevnitř robota	38:27	02:26
78	Přenastavení softwaru v robotovi	39:45	01:18
79	Odstranění problému v robotovi	40:41	00:56
80	Kontrola chyby v softwaru	41:50	01:09
82	Odvezení přípravků z robota II.	42:31	00:41
83	Naložení nových přípravků	43:02	00:31
84	Výměna přípravku	43:11	00:09
85	Odstranění pouzdra světlometu z přípravku a jeho uskladnění	43:25	00:14
86	Vyjmutí přípravku E150	43:57	00:32
87	Odvezení přípravku z robota II.	44:06	00:09
88	Naložení nového přípravku II.	44:25	00:19
89	Výměna přípravku	44:50	0:00:25
90	Nastavení softwaru	45:15	00:25
91	Vyjmutí přípravku E130	45:44	00:29
92	Odvezení přípravku z robota III.	45:56	00:12
93	Naložení nového přípravku III.	46:06	00:10
94	Výměna přípravku	46:24	00:18
95	Nastavení softwaru	46:54	00:30
96	Vyjmutí přípravku z robota	47:08	00:14
97	Odvezení přípravku IV.	47:23	00:15
98	Naložení nového přípravku E120	47:42	00:19
99	Výměna přípravku	48:05	00:23
100	Odvezení přípravku	48:28	00:23

PŘÍLOHA P IX: HARMONOGRAM PROJEKTU

Činnost	Doba trvání v týdnech	2023				2024				
		Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen			
Školení	1									
Seznámení s prostředím	4									
Stanovení cíle projektu	2									
Nastudování materiálů k projektu	5									
Pořízení videozáznamu	4									
Zpracování videozáznamu	5									
Navržení opatření+částečná implementace	2									
Tvorba nového standardized worku	2									
Dokončení projektu a zpětná vazba	2									

PŘÍLOHA P XI: ROZDĚLENÍ EXTERNÍCH/INTERNÍCH ČINNOSTÍ

Krok	Činnost	Uplynulý čas	Trvání	Interní/Externí
1	Vyjmutí starého přípravku E010	00:16	00:16	Interní
2	Odvezení přípravku	00:29	00:13	Externí
3	Naložení nového přípravku	00:44	00:15	Externí
4	Výměna přípravku	01:16	00:32	Interní
5	Vyjmutí starého přípravku E020	01:33	00:17	Interní
6	Odvezení přípravku	02:03	00:30	Externí
7	Naložení nového přípravku	02:19	00:16	Externí
8	Výměna přípravku	02:30	00:11	Interní
9	Přesun k E030	03:01	00:31	Externí
10	Vyjmutí starého přípravku	03:29	00:28	Interní
11	Odvezení přípravku	03:44	00:15	Externí
12	Naložení nového přípravku	04:03	00:19	Externí
13	Výměna přípravku	04:18	00:15	Interní
14	Vyjmutí starého přípravku E070	04:30	00:12	Interní
15	Odvezení přípravku	05:10	00:40	Externí
16	Naložení nového přípravku	05:26	00:16	Externí
17	Výměna přípravku	06:02	00:36	Interní
18	Přesun k E040	06:16	00:14	Externí
19	Vyjmutí starého přípravku E040	06:28	00:12	Interní
20	Odvezení přípravku	07:01	00:33	Externí
21	Naložení nového přípravku	07:12	00:11	Externí
22	Výměna přípravku	07:33	00:21	Interní
23	Nastavení softwaru	07:50	00:17	Interní
24	Příprava pro vyjmutí starého přípravku P300	08:05	00:15	Externí
25	Přesun k E050	08:18	00:13	Externí
26	Vyjmutí starého přípravku	08:30	00:12	Interní
27	Odvezení přípravku	09:04	00:34	Externí
28	Naložení nového přípravku	09:17	00:13	Externí
29	Výměna přípravku	09:59	00:42	Interní
30	Přesun pro přípravky ze zadní části linky	10:27	00:28	Externí
31	Kontrola správnosti přípravků	10:46	00:19	Externí

32	Vypnutí strojů L460,L470 a L480	11:01	00:15	Interní
33	Vyjmutí starého přípravku z L470	11:20	00:19	Interní
34	Výměna za nový přípravek	11:33	00:13	Interní
35	Vyjmutí starého přípravku z L460	11:45	00:12	Interní
36	Výměna za nový přípravek	12:09	00:24	Interní
37	Nasazení obalu na staré přípravky a odvezení	13:37	01:28	Externí
38	Přesun k L480	13:45	00:08	Externí
39	Vyjmutí starého přípravku	14:05	00:20	Interní
40	Odvezení přípravku	14:15	00:10	Externí
41	Naložení nového přípravku	14:36	00:21	Externí
42	Výměna přípravku	15:14	00:38	Interní
43	Pozastavení přehození z důvodu doplnění lepidla v robotovi	20:03	04:49	Interní
44	Přesun k E060	20:30	00:27	Externí
45	Vyjmutí starého přípravku P300	20:50	00:20	Interní
46	Odvezení přípravku	21:02	00:12	Externí
47	Naložení nového přípravku	21:32	00:30	Externí
48	Výměna přípravku P300	22:01	00:29	Interní
49	Výměna přípravku E060	22:38	00:37	Interní
50	Úprava vozíku k lepší manipulaci	23:00	00:22	Externí
51	Nastavení softwaru E060	23:29	00:29	Interní
52	Přesun k E080	24:01	00:32	Externí
53	Vyjmutí starého přípravku	24:17	00:16	Interní
54	Odvezení přípravku	24:38	00:21	Externí
55	Naložení nového přípravku	25:00	00:22	Externí
56	Výměna přípravků E080	25:27	00:27	Interní
57	Nastavení software	26:03	00:36	Interní
58	Vyjmutí starého přípravku P235	26:15	00:12	Interní
59	Odvezení přípravku	26:41	00:26	Externí
60	Přesun k novému přípravku+přesun ke stroji P235	27:10	00:29	Externí
61	Výměna přípravku	27:35	00:25	Interní
62	Vyjmutí starého přípravku E090	27:47	00:12	Interní
63	Odvezení přípravku	28:13	00:26	Externí
64	Přesun k E090 s novým přípravkem	28:30	00:17	Externí
65	Výměna přípravku	28:44	00:14	Interní
66	Vyjmutí starého přípravku E100	29:05	00:21	Interní
67	Odvezení přípravku	29:32	00:27	Externí

68	Přesun k novému přípravku+přesun ke stroji E100	29:46	00:14	Externí
69	Výměna přípravku	30:03	00:17	Interní
70	Vyjmutí starého přípravku E110	30:16	00:13	Interní
71	Odvezení přípravku	30:31	00:15	Externí
72	Přesun s novým přípravkem E110	31:06	00:35	Externí
73	Výměna přípravku	31:17	00:11	Interní
74	Výměna přípravků v robotovy	33:07	01:50	Interní
75	Odvezení starých přípravků z robota I.	33:16	00:09	Externí
76	Pozastavení přehozy z důvodu doplnění lepidla v robotovi	36:01	02:45	Externí
77	Výměna přípravků zevnitř robota	38:27	02:26	Interní
78	Přenastavení softwaru v robotovi	39:45	01:18	Interní
79	Odstranění problému v robotovi	40:41	00:56	Interní
80	Kontrola chyby v softwaru	41:50	01:09	Interní
82	Odvezení přípravků z robota II.	42:31	00:41	Externí
83	Naložení nových přípravků	43:02	00:31	Externí
84	Výměna přípravku	43:11	00:09	Interní
85	Odstranění pouzdra světlometu z přípravku a jeho uskladnění	43:25	00:14	Externí
86	Vyjmutí přípravku E150	43:57	00:32	Interní
87	Odvezení přípravku z robota II.	44:06	00:09	Externí
88	Naložení nového přípravku II.	44:25	00:19	Externí
89	Výměna přípravku	44:50	00:25	Interní
90	Nastavení softwaru	45:15	00:25	Interní
91	Vyjmutí přípravku E130	45:44	00:29	Interní
92	Odvezení přípravku z robota III.	45:56	00:12	Externí
93	Naložení nového přípravku III.	46:06	00:10	Externí
94	Výměna přípravku	46:24	00:18	Interní
95	Nastavení softwaru	46:54	00:30	Interní
96	Vyjmutí přípravku z robota	47:08	00:14	Interní
97	Odvezení přípravku IV.	47:23	00:15	Externí
98	Naložení nového přípravku E120	47:42	00:19	Externí
99	Výměna přípravku	48:05	00:23	Interní
100	Odvezení přípravku	48:28	00:23	Externí

PŘÍLOHA P XII: NOVÝ STANDARDIZED WORK

Krok	Činnost	Trvání	Interní/Externí
1	Navezení přípravku E010	00:30	Externí
2	Navezení přípravku E020	00:30	Externí
3	Navezení přípravku E030	00:30	Externí
4	Navezení přípravku E035	00:30	Externí
5	Navezení přípravku E040	00:30	Externí
6	Navezení přípravku E050	00:30	Externí
7	Navezení přípravku E053	00:30	Externí
8	Navezení přípravku E060	00:30	Externí
9	Navezení přípravku E070	00:30	Externí
10	Navezení přípravku E075	00:30	Externí
11	Vyjmutí starého přípravku E010	00:05	Interní
12	Výměna přípravku E010	00:10	Interní
13	Vyjmutí starého přípravku E020	00:10	Interní
14	Výměna přípravku E020	00:05	Interní
15	Vyjmutí starého přípravku E030	00:12	Interní
16	Výměna přípravku E030	00:05	Interní
17	Vyjmutí starého přípravku E035	00:10	Interní
18	Výměna přípravku E035	00:05	Interní
19	Vyjmutí starého přípravku E040	00:12	Interní
20	Výměna přípravku E040	00:05	Interní
21	Vyjmutí starého přípravku E050	00:12	Interní
22	Výměna přípravku E050	00:05	Interní
23	Vyjmutí starého přípravku E053	00:10	Interní
24	Výměna přípravku E053	00:05	Interní
25	Vyjmutí starého přípravku E060	00:10	Interní
26	Výměna přípravku E060	00:05	Interní
27	Vyjmutí starého přípravku E070	00:12	Interní
28	Výměna přípravku E070	00:05	Interní
29	Vyjmutí starého přípravku E075	00:10	Interní
30	Výměna přípravku E075	00:05	Interní
31	Navezení přípravku E110	00:17	Externí
32	Navezení přípravku E120	00:17	Externí
33	Vyjmutí starého přípravku E110	00:05	Interní
34	Výměna přípravku E110	00:15	Interní
35	Vyjmutí starého přípravku E120	00:12	Interní

36	Výměna přípravku E120	00:05	Interní
37	Navezení nových přípravků do robota (lepení) I.	00:15	Externí
38	Navezení nových přípravků do robota (lepení) II.	00:15	Externí
39	Navezení nových přípravků do robota (lepení) III.	00:15	Externí
40	Navezení nových přípravků do robota (lepení) IV.	00:15	Externí
41	Vyjmutí starých přípravků z robota I.	00:20	Interní
42	Výměna přípravků v robotovi I.	00:30	Interní
43	Přenastavení softwaru	00:30	Interní
44	Vyjmutí starých přípravků z robota II.	00:40	Interní
45	Výměna přípravků v robotovi II.	00:30	Interní
46	Přenastavení softwaru	00:40	Interní
47	Vyjmutí starých přípravků z robota III.	00:40	Interní
48	Výměna přípravků v robotovi III.	00:40	Interní
49	Přenastavení softwaru	00:30	Interní
50	Vyjmutí starých přípravků z robota IV.	00:20	Interní
51	Výměna přípravků v robotovy IV.	00:45	Interní
52	Přenastavení softwaru	00:30	Interní
53	Odvezení starého přípravku přípravku E120	00:20	Externí
54	Odvezení starého přípravku přípravku E110	00:20	Externí
55	Odvezení starého přípravku přípravku E075	00:20	Externí
56	Odvezení starého přípravku přípravku E070	00:20	Externí
57	Odvezení starého přípravku přípravku E060	00:20	Externí
58	Odvezení starého přípravku přípravku E053	00:20	Externí
59	Odvezení starého přípravku přípravku E050	00:20	Externí
60	Odvezení starého přípravku přípravku E040	00:20	Externí
61	Odvezení starého přípravku přípravku E035	00:15	Externí
62	Odvezení starého přípravku přípravku E030	00:15	Externí
63	Odvezení starého přípravku přípravku E020	00:15	Externí
64	Odvezení starého přípravku přípravku E010	00:15	Externí
65	Odvezení přípravku z robota I.	00:20	Externí
66	Odvezení přípravku z robota II.	00:20	Externí
67	Odvezení přípravku z robota III.	00:20	Externí
68	Odvezení přípravku z robota IV	00:20	Externí

