

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

**Racionalizace výrobní linky pro přední
světlomety ve společnosti**

HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.

The Rationalization of Production Line for
Head Lamps in the Company

HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.

Student: Lukáš Smrček

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Smrček**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Racionalizace výrobní linky pro přední světlometry ve společnosti
HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.
The Rationalization of Production Line for Head Lamps in the Company
HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.**
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Popis výrobní linky a procesů při výrobě.
2. Popis materiálových toků jednotlivých pracovišť.
3. Analýza problémových míst při montáži včetně nápravných opatření.
4. Monitorování výrobní linky pro přední světlometry.
5. Optimalizace výrobní linky.

Seznam doporučené odborné literatury:

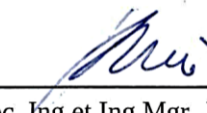
DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. Liberec : Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2005. 116 s. ISBN 80-7083-906-6.
PETRŮ, J.; ČEP, R. *Základy montáže*. Ostrava : Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012. s. 123. ISBN 978-80-248-2773-5.
SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.
WHITNEY, Daniel E. *Mechanical Assemblies: Their Design, Manufacture, and Role in Product Development*. Oxford : Oxford University Press, USA, 2004. 544 p. s. ISBN 978-01-951-5782-6.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

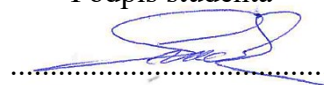
Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje o technických parametrech výrobní linky od firmy HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o., firma s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě dne 11. května 2018

.....

Podpis studenta



.....


Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou*) práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské*) práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 11. května 2018

.....

Podpis autora práce



.....

Lukáš Smrček

Medlov 53

783 91 Medlov

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. et. Ing. Mgr. Janě Petřů, Ph.D. a kolegům ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o. za pomoc, vstřícnost a cenné rady a čas, který mi věnovali během zpracování dané problematiky.

V Ostravě dne 11. května 2018

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end, positioned above a dotted line.

Podpis studenta

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

SMRČEK, L *Racionalizace výrobní linky pro přední světlometry ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.* Ostrava: Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2018, 63 s. Bakalářská práce, vedoucí práce: Petrů, Jana.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou montáže předních světlometů na montážní lince ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o., popisem výrobní linky a jednotlivých montážních operací, které je nutno provést při montáži světlometů a přesné rozvržení pracovišť na dané výrobní lince. Dále zavedením WCM a WO na výrobní linku a s tím související jednotlivé kroky, které je nutné provést při zavádění WO na výrobní linku. Dále práce řeší provedení analýz jednotlivých kroků na jednotlivých pracovištích a následné vyhodnocení analýzy, případné navržení možných nápravných opatření.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

SMRCEK, L. *The Racionalization od Production Line for Head Lamps in the Company HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.:* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining Assembly and Engineering Metrology, 2018, 63 p. Thesis head: Petrů, Jana.

The bachelor thesis deals with the installation of headlamps on the headlamp assembly line at Hella Autotechnik Nova, s.r.o., a description of the assembly line and individual assembly operations, which must be carried out when mounting the headlamp and precise layout of the workplaces on the given production line. Further, by introducing the WCM and WO on the assembly line and the related individual steps to be taken when introducing the WO on the production line. Further analyzing individual steps at each workplace, and then evaluating the analysis or suggesting possible corrective action.

Obsah

Seznam použitého značení	8
Úvod.....	9
1. Montážní linky.....	10
1.1 Návrh montážních linek.....	10
1.2 Optimalizace výrobních linek.....	14
1.3 Materiálové toky a vytváření výrobní dispozice	15
2. Problematika montážních linek	16
2.1 Logistika a management úzkých míst	16
2.2 Druhy výrobních systémů.....	18
2.2.1 Totálně produktivní údržba.....	18
2.2.2 Kaizen	20
2.2.3 Just in Time.....	21
2.3 World Class Manufacturing.....	22
2.4 WO - Organizace pracoviště.....	25
3. Představení řešené problematiky.....	27
3.1 Základní údaje o společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.	27
Historie společnosti.....	27
Členění společnosti	28
3.2 Představení výrobní linky	29
Montážní postup	30
4. Zavedení WO na výrobní linku.....	41
Důvody implementace WO a WCM	41
Krok 0 - Předběžná příprava.....	42
Krok 1 - Počáteční čištění.....	43
Krok 2 - Analýza MURI, MURA, MUDA.....	52
Krok 3 - Vizualizace a standardy	55
Krok 4 - Chyba na člověka	55

Krok 5 - Spolupráce WO a logistiky	56
Krok 6 - LCA - Nízkonákladová automatizace	56
Krok 7 - Zavedeno WO, standardní pracovní sekvence	56
5. Vyhodnocení provedených opatření.....	57
Závěr.....	58
Seznam použité literatury.....	59
Seznam obrázků	60
Seznam tabulek.....	61
Seznam grafů	62

Seznam použitého značení

Označení	Význam
AL	Assembly Line (Montážní linka)
ALB	Assembly Line Balancing (Balancování montážních linek)
ALD	Assembly Line Design (Návrh montážních linek)
CE	Concurrent Engineering (Souběžné inženýrství)
DFA	Design For Assembly (Pravidla pro sestavování)
HAL	Hybrid Assembly Line (Hybridní montážní linky)
HE	Human Error (Chyba člověka)
JIT	Just in Time (Metoda řízení logistiky)
LCA	Low Cost Intelligent Automation (Nízkonákladová automatizace)
LL	Logical Layout (Logické a fyzické uspořádání)
OMT	Operating Modes and Techniques (Provozní režimy a techniky)
PA	Product Analysis (Produktová analýza)
RP	Resource Planning (Plánování zdrojů)
SOP	Start of Production (Zahájení produkce)
TIE	Total Industrial Engineering (Celkové průmyslové inženýrství)
TPM	Total Productive Maintenance (Totálně produktivní údržba)
TQC	Total Quality Control (Totální kontrola kvality)
WCM	World Class Manufacturing (Výroba světové třídy)
WO	Workplace Organisation (Organizace pracoviště)

Úvod

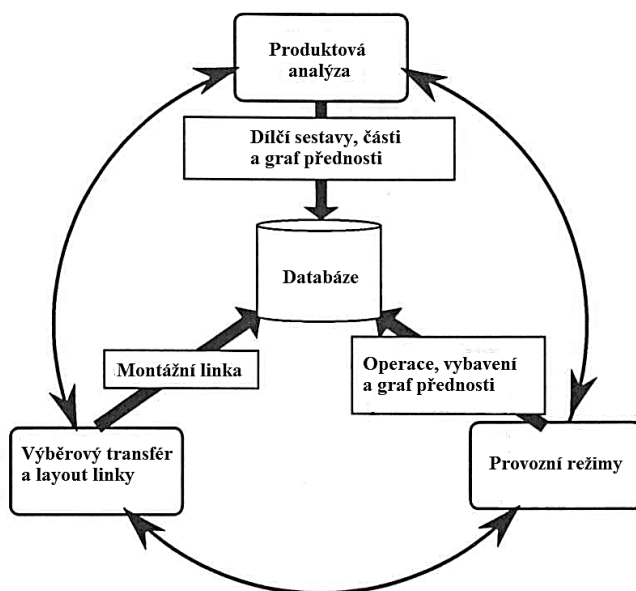
V posledních letech se v tuzemsku rozmohla výroba světlometů pro automobily. V České republice je zastoupeno hned několik jejich světových výrobců, kteří se zabývají výrobou jak předních hlavních, tak zadních skupinových svítlen. V obecném povědomí je, že jsou v České republice jen výrobní haly, tzv. “montovny“, ale opak je pravdou. V České republice se nacházejí i vývojová centra, která se zabývají návrhem celého světlometu, tak i návrhem montážních linek pro jejich výrobu a návrhem logistických operací. Složitost výroby světlometů se stále zvyšuje. Dříve se totiž světlomet skládal z deseti dílů, dnešní nejnovější světlometry jich obsahují zhruba 350, a to navíc velmi složitých. Tím pádem je i mnohem složitější samotná jejich montáž. Rovněž došlo k velkým změnám ve vývoji osvětlení. Zatímco dříve se používaly halogenové žárovky a xenonové výbojky, v současné době je většina světelných zdrojů vybavena LED diodami. Nejnovějším trendem v automobilové osvětlovací technice jsou laserová světla a inteligentní světlometry. Inteligentní světlometry dokážou rozeznat zatačku, ba dokonce chodce. Na tyto trendy musí reagovat i současní výrobci, a to již při vývoji nových světlometů. Navíc jsou v tomto odvětví kladeny velké požadavky na kvalitu výroby. Jinak by totiž jejich výrobky nebyly konkurenceschopné. Pro zákazníka, tedy pro automobilový závod, hraje tento aspekt velmi důležitou roli.

Bakalářská práce se zabývá výrobní linkou pro přední světlometry ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. se sídlem v Mohelnici, zavedením World Class Manufacturing a Workplace Organization na tuto výrobní linku. Společnost HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. je v současné době na světovém trhu s osvětlovací technikou pro automobilový průmysl jedním z největších výrobců.

Cílem této bakalářské práce je popsat výrobní linku a její jednotlivá pracoviště, provést zavedení World Class Manufacturing a Workplace Organization na tuto výrobní linku. Dále se práce bude zabývat provedením analýzy současného stavu linky a poté bude proveden návrh nápravných opatření, které povedou ke zlepšení a zefektivnění výroby.

1. Montážní linky

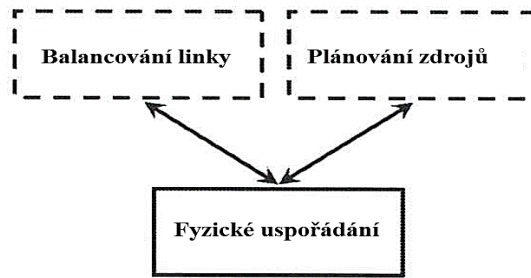
Montážní linky (AL) jsou nejčastěji používanou metodou výroby v hromadné výrobě. Umožňují montáž výrobků proškolenými pracovníky a vyhrazenými stroji nebo roboty. Hlavním cílem montážních systémů je zvýšit efektivitu linky maximalizací poměru mezi výkonem a cenou. Návrh AL (ALD) zahrnuje návrh výrobků, procesů a uspořádání zařízení před samotnou stavbou linky. Tyto různé moduly se vzájemně ovlivňují v různých fázích ALD. Produktová analýza navrhuje přezkoumání návrhu výrobku a tato analýza je založena na klasických pravidlech pro sestavování (DFA) a přednostních omezení mezi úkoly. Musí se navrhnout provozní režimy a možné režimy (manuální, automatizované, robotické) pro každý úkol.¹



Obrázek 1 Schéma informačních toků ALD²

1.1 Návrh montážních linek

Návrh účinných montážních linek je velkým problémem v oblasti průmyslové výroby. AL jsou výrobní systémy složené ze sekvencí, které provádějí soubor úkolů na produktu, který jimi prochází. Sestavení výrobků postupně začíná s jednou částí (základní část), přičemž zbývající části jsou připojeny na ostatních montážních stanicích, přes které produkt projde. Obecně platí, že u jednoduchých produktů může být v provozu AL s paralelními montážními stanicemi. Pro složité výrobky se montážní systém většinou rozkládá na podsystémy s vlastními montážními časy, spolehlivostí a požadavky na stanice.³



Obrázek 2 LL problémy¹

Mnoho úspěšných firem přijalo několik pracovních postupů a nástrojů známých jako souběžné inženýrství (CE), které zlepšují vývoj svých výrobků. Hlavním cílem CE je integrovat vývoj produktů a procesů tak, aby se zkrátila doba potřebná pro návrh a zlepšila se kvalita výroby. Problém LL je známý jako logické a fyzické uspořádání. Vypracování logického rozvržení linky spočívá v distribuci úkolů mezi montážními stanicemi, zatímco fyzického uspořádání na dispozici montážních stanic, zdrojích a dopravě. Logická LL se skládá z AL balancování (ALB) a plánování zdrojů (RP) Obrázek (2). Balancování, které se používá pro manuální AL, má za cíl vyvážit pracovní vytížení stanic. Pro hybridní AL (HAL), v nichž operace mohou být prováděny pomocí robotů a automatizovaných zařízení, RP přidělí úkoly jednotlivým stanicím. Cílem je minimalizovat celkové náklady na výrobní linku současnou integrací návrhu (prostor montážní stanice, náklady), problémy s provozem (doba cyklu, dostupnost). Obrázek (3) ukazuje hlavní rysy souběžného přístupu ALD.¹



Obrázek 3 Souběžný návrh AL¹

Problém s konstrukcí linky má často komplexní strukturu v důsledku několika komponentů (např. nástrojů, operátorů, manipulačních zařízení atd.). U jednoho produktu může existovat řada vyráběných alternativ. Problém může být velmi komplikovaný, pokud projektant musí zvážit všechny možné kombinace těchto alternativ. Problém musí být proto vyřešen strukturovaným přístupem. Pro daný výrobek a výrobní prostředí je třeba definovat jejich cíl a omezení.³

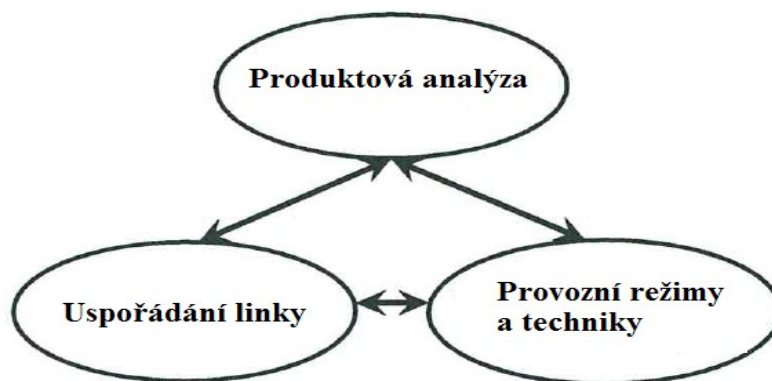
Přístup k návrhům

Projektování výrobních systémů zahrnuje návrh výrobků, procesů a uspořádání zařízení před fyzickou konstrukcí. CE, které je známé jako simulační inženýrství, umožňuje interakci mezi různými úrovněmi návrhu flexibilních výrobních systémů. Cílem tohoto přístupu je požadovat od vývojářů a návrhářů, aby zvážili všechny prvky životního cyklu produktu od koncepce až po likvidaci, včetně kvality výrobku, nákladů na výrobu, harmonogramu výroby a požadavků uživatelů atd. Obrázek (4) znázorňuje moduly sestavující koncept CE, který lze rozdělit následovně:¹

Produktová analýza (PA) vychází z pravidel klasické konstrukce pro montáž (DFA) a provádí první revizi návrhu výrobku.⁴

Provozní režimy a techniky (OMT) navrhnu pro každou operaci montážní techniku (šroubování, sílu, utahovací moment) pro každé upevnění mezi jednotlivými součástmi a možné (ruční, automatizované, robotické). Potom se vypočítá čas a cena procesu pro každou zvolenou techniku.⁴

Uspořádání linky (LL) přiřazuje úkoly stanicím a rozhoduje o poloze stanic a dopravníků.⁴



Obrázek 4 Vývojový diagram CE¹

Projektování montážních linek

Při projektování montážních linek se používá vyvažování, které se vykonává po kapacitních přepočtech pracovišť. Snahou je rozdělit jednotlivé operace na pracovištích tak, aby činnost na každém pracovišti trvala „přibližně“ stejně, tj. aby linka ve stanoveném taktu odváděla výrobky a aby se mezi pracovišti nehromadily zásoby.⁵

Kapacitní výpočty

1. Projektová kapacita – maximální výstup (počet kusů za jednotku času), který je možné dosáhnout.
2. Efektivní kapacita – maximální výstup daný výrobním mixem, údržbou strojů, faktory kvality.
3. Skutečná kapacita – výstup, který se skutečně dosáhne. Tento výstup nemůže dosáhnout efektivní kapacitu a je často nižší z důvodu prostojů, neshodných výrobků, nedostatečného množství.⁵

Tyto různé ukazatele kapacity jsou užitečné při definování dvou ukazatelů efektivity systému – účinnosti a využití:

$$\text{efektivita kapacity} = \frac{\text{skutečný výstup}}{\text{efektivní kapacita}} * 100 (\%)$$

$$\text{využití kapacity} = \frac{\text{skutečný výstup}}{\text{projektovaná kapacita}} * 100 (\%)$$

Stanovení výrobní kapacity

Stanovení výrobní kapacity patří ke klasickým úlohám projektování výrobních systémů. Při kapacitních výpočtech jde především o stanovení počtu strojů, pracovníků, dopravních a manipulačních prostředků, skladů a jejich kapacit. V návaznosti na vypočítané kapacity se potom určují výrobní a pomocné plochy, požadavky na investice a energie.⁵

Všeobecný vztah pro výpočet kapacity je:

$$\text{Počet zařízení} = \frac{\text{Celkové kapacitní požadavky na zařízení v daném období}}{\text{Efektivní časový fond zařízení v hodinách}}$$

Tento vztah je v podstatě použitelný všeobecně při výpočtu počtu obráběcích strojů, svářecích pracovišť, lisů, počtu pracovníků, vozíků atd. Rozdíly v jednotlivých výpočtech spočívají nejen v tom, jakým způsobem se stanoví efektivní časový fond zařízení (nebo pracovníka), ale především v tom, jak se vypočítá celková pracnost. Při stanovení počtu vozíků by bylo například potřebné spočítat jízdu vozíku a jeho trvání (nakládání, vykládání, jízda) za příslušné období. ⁵

Celková pracnost tedy představuje kumulované požadavky na kapacitu určitého zařízení, které se spočítají obvykle tak, že se příslušná norma času N vynásobí plánovaným objemem výroby daného výrobku Q za dané období (například za rok). ⁵

1.2 Optimalizace výrobních linek

Složitost návrhu optimalizace není způsobena fyzickými ani materiálovými nebo procesními faktory. Tato skutečnost spíše závisí na pochopení problému a na správných rozhodnutích.

Existují některé obecné kroky optimalizace:

1. Formulování problému, který má být vyřešen.
2. Rozdělení do dílčích problémů.
3. Seskupení myšlenek, které se musí projednat.
4. Vyhodnocení a přepracování (v případě potřeby) současného návrhu a dokončení.
5. Implementace navrženého modelu.

1.3 Materiálové toky a vytváření výrobní dispozice

Vytváření struktury výrobního systému (výrobní dispozice, layout) se řeší na čtyřech základních rovinách:

1. Výběr lokality pro výstavbu výrobního podniku.
2. Uspořádání jednotlivých prvků v rámci výrobního podniku.
3. Uspořádání prvků v rámci výrobního systému.
4. Uspořádání prvků na pracovišti.

Vzhledem k tématu této bakalářské práce bylo nejvíce prostoru věnováno posledním dvěma skupinám úloh.

Při vytváření výrobní dispozice je nutno zachovat následující postup:

1. Rozborem materiálových toků a vztahů mezi pracovišti.
2. Vytvoření ideálního uspořádání, ve kterém se nezohledňují plochy pracovišť, vstupní a výstupní místa a jiné omezení.
3. Vytvoření více variant výrobních dispozic.
4. Vyhodnocení variant, výběr a vypracování detailního upořádání.

2. Problematika montážních linek

2.1 Logistika a management úzkých míst

Logistický systém zahrnuje projektování, plánování a řízení pohybu materiálu (materiál, polotovary, polovýrobky, hotové výrobky) a informací (objednávky, výrobní dokumentace, faktury, dodací listy) v podniku. Tento systém tedy obsahuje všechny činnosti související se zabezpečením materiálu, jeho skladováním, manipulací a dopravou, balením, distribucí, podnikovým informačním systémem, plánováním a řízením výroby, údržbou výrobních prostředků a službami zákazníkům. Cílem logistického systému je zabezpečit, aby se požadovaný materiál, výrobek nebo informace dostaly vždy v požadovaném čase, množství a kvalitě na požadované místo, a to při minimálních nákladech.⁵

Hlavní úlohy, které se v oblasti logistiky a výroby řeší na různých úrovních, jsou:

- Výrobky (Jaké? Kolik? Kde?)
- Výrobní zařízení (Jaké? Kolik? Kde?)
- Sklady (Jaké? Kolik? Kde?)
- Dopravní zařízení (Jaké? Kolik? Kde?)
- Řídící strategie a informační tok
- Personál (Kdo? Kolik? Kde?)
- Dodavatelé (Kdo? Kolik? Kde?)
- Odběratelé (Kdo? Kolik? Kde?)

Hlavní požadavky, které musí současné logistické a výrobní systémy splňovat, jsou především pružnost (různé typy výrobků, množství, pořadí zpracování), produktivita, kvalita a nízké náklady.⁵

V podnikovém logistickém systému musí být zabezpečené především následující cíle:

- Synchronizace jednotlivých procesů v podniku
- Vzdálenost a frekvence zásobování
- Harmonizace materiálových toků
- Komplexní informační integrace

Při managementu úzkých míst se proces zlepšování orientuje na ty procesy, které omezují podnik ve vyrábění více výrobků – dosahování většího zisku. Vychází se z poznání, že každý systém obsahuje aspoň jedno omezení, které brání jeho dalšímu růstu.

Typy omezení jsou:

- Výrobní zdroje - chybějící kapacita strojů, lidí, chybějící finance.
- Marketing - nedostatek objednávek způsobující nevyužití kapacity.
- Řízení, směrnice - pravidla, které brání tomu, aby lidé dělali věci lépe.
- Čas - čas dodávky nebo přípravy výroby je příliš dlouhý a zákazníci odcházejí.
- Postoje lidí - neochota, napětí, slabá komunikace, přesčasy a kooperace,

Zlepšování procesů směřuje i k tomu, aby přes podnik „prošlo“ co nejvíce objektů, t.j., aby byl zisk podniku maximální. Zlepšování operací obvykle vede k izolovaným, tedy lokálním zlepšením, avšak nemusí přispívat ke zvyšování zisku podniku – např. zvyšování zásob, zbytečná spotřeba materiálu a energií, zbytečné prostory a lidé, činnosti, které nejsou pro podnik potřebné.⁶

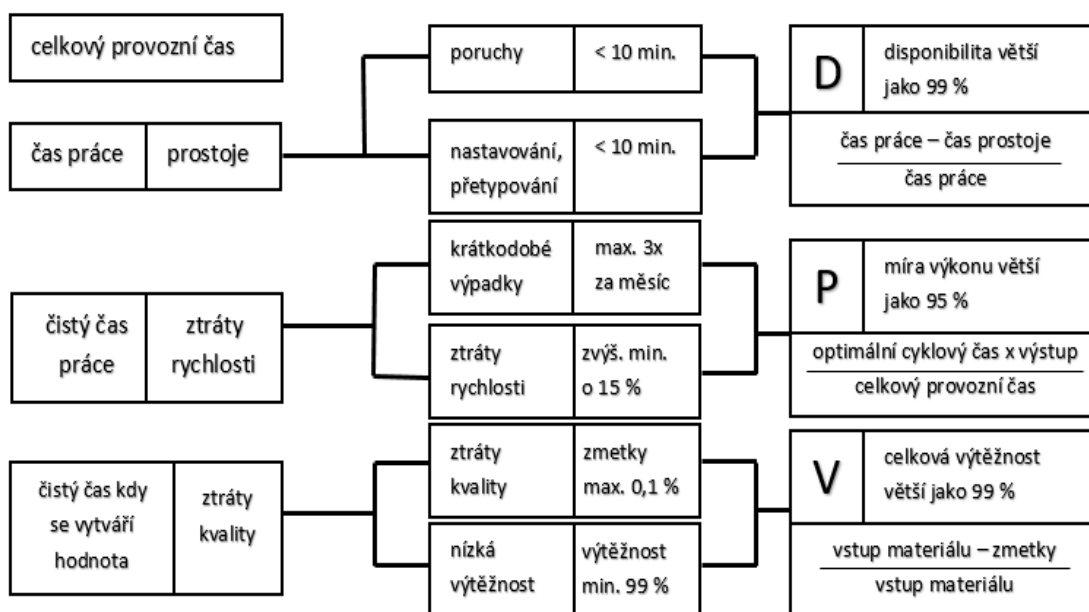
2.2 Druhy výrobních systémů

2.2.1 Totálně produktivní údržba

Totálně produktivní údržba (TPM - Total Productive Maintenance) se orientuje na zapojení všech pracovníků do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů na lince, minimalizaci nehod a znečištění pracovišť. Při TPM jde o překonání tradičního dělení lidí na „pracovníky na lince“ a „pracovníky, kteří linku řídí“. Vychází se z toho, že pracovník, který pracuje na lince, má šanci nejdříve zachytit abnormality. Maximum diagnostických a údržbářských činností se tedy v TPM přenáší z klasických oddělení údržby přímo na výrobní pracovníky – výrobní úseky. Začíná se obvykle se zlepšením pořádku na pracovišti, s čištěním strojů a kontrolou jejich stavu (uvolněné šrouby, kabely, kryty, čištění a mazání třecích ploch). Kromě údržbářů a operátorů se do systému TPM zapojují i další profese, například z technické přípravy výroby.⁵

TPM zapojuje všechny pracovníky v podniku do procesu maximalizace celkové efektivity zařízení. Jde hlavně o eliminaci šesti základních typů ztrát na stroji:

1. Přerušování v práci stroje v důsledku poruch.
2. Přetypování stroje a nastavování zařízení (výměna nástroje, upínače, formy, seřazování).
3. Krátkodobé výpadky v práci stroje (nesprávná činnost senzorů, zablokování stroje).
4. Ztráty rychlosti - např. rozdíl mezi stanovenou rychlostí výroby a skutečnou rychlostí.
5. Zmetky a komponenty, které se musí dodatečně opracovávat (oprava neshodných výrobků, odstraňování polotovarů s nesprávnými odchylnkami).
6. Nízká výtěžnost - výtěžnost materiálu, ztráty mezi startem zařízení a stabilní výrobou.



Celková efektivita zařízení = D x P x V = 85 %

Obrázek 5: Koefficient CEZ (celková efektivita zařízení) ⁵

Celopodnikový systém TPM se skládá z následujících pěti prvků:

1. TPM se orientuje na změnu podnikové kultury tak, aby se dosáhla maximální celková efektivnost výrobního systému.
2. TPM se důkladně zaobírá celým systémem tak, aby se předcházelo všem druhům ztrát na pracovišti nebo na zařízení (nulové prostoj, nulové ztráty rychlosti, nulové nehody a úrazy).
3. TPM se nezavádí jen ve výrobě a v kooperujících odděleních, ale v celém podniku včetně oddělení nákupu, prodeje, vývoje, administrativy.
4. TPM zapojuje do svých aktivit všechny pracovníky podniku - od top managementu až po pracovníky ve výrobě.
5. TPM usiluje o dosažení nulové ztráty s pomocí činností v malých autonomních týmech.⁶

2.2.2 Kaizen

Japonský systém zaměřený na systematické odhalování a odstraňování plýtvání, který se rozšířil do celého světa, se nazývá Kaizen. Tento systém vyjadřuje úsilí o neustálé zlepšování v podniku, které se však nerealizují jednorázovými velkými inovačními skoky, ale zdokonalováním i těch nejmenších detailů. Autor nejznámějších knih o tomto systému mluví o spojení Gemba Kaizen. Gemba je místo, kde se vykonává daná činnost nebo proces, který chceme zlepšovat. Ve výrobním podniku je to dílna, v nemocnici ordinace. Kaizen je úplně odlišný přístup, postavený na dvou slovech:⁵

1. Zlepšování – všechno se dá zlepšovat – kvalita, plnění termínů, náklady, produktivita.
2. Neustále – nic na světě není pevně stanovené, všechno se neustále mění a vyvíjí – trhy, výrobky, zákazníci a jejich požadavky.

Kaizen není přenesení zodpovědnosti managementu na nepřípravené pracovní skupiny ve výrobě, nejsou to ani občasné schůzky na řešení akutních problémů v oblasti kvality, seřazování nebo nákladů. Je to propracovaný a dokonale organizovaný systém práce, který se používá prakticky ve všech vyspělých světových firmách⁵

Základní zásady při zavádění systému Kaizen jsou:

- Každému zlepšení, i kdyby bylo jen malé se musí věnovat pozornost.
- Kaizen je otevřený pro každého. Všichni pracovníci mohou spolupracovat na procese zlepšení.
- Dříve než se nějaké zlepšení zavede, musí být přesně analyzované s ohledem na existující stav a možné pozitivní a negativní vlivy.
- Management má dvě hlavní úlohy – vytvoření a udržování standardů a jejich zlepšování
- Vyzdvihování úlohy pracovního týmu, podpora iniciativy pracovníků při řešení problémů.
- Řešení hledat pomocí pracovních schůzek týmu pod vedením moderátora. Důležitá je dobrá příprava a vedení schůzky.⁵

2.2.3 Just in Time

Just in Time (JIT) je systém, jehož cílem je eliminovat plýtvání v průběhu celého výrobního procesu, od nákupu materiálu a polotovarů až po distribuci hotových výrobků. Výroba s využitím principů JIT znamená také vyrábět určité typy výrobků v požadovaných množstvích, v požadovaném čase při zajištění stoprocentní kvality tak, aby bylo možné odstranit důvody, pro které musí být udržované zásoby.⁵

Realizace JIT vyžaduje v každém podniku přehledné materiálové, informační a hodnotové toky, zásobování synchronizované s výrobou, integrované zpracování informací a pružný personál s širokou kvalifikací.

JIT vyžaduje synchronizaci ve dvou základních směrech:

- Zásobování a plánování výroby mezi různými podniky nebo odděleními podniku, které jsou v úzkém partnerském vztahu.
- Dopravno-technické podmínky od dodavatele k odběrateli (dopravní, prostředky, krátké spojení, velikost dávek, čas a vzdálenost).

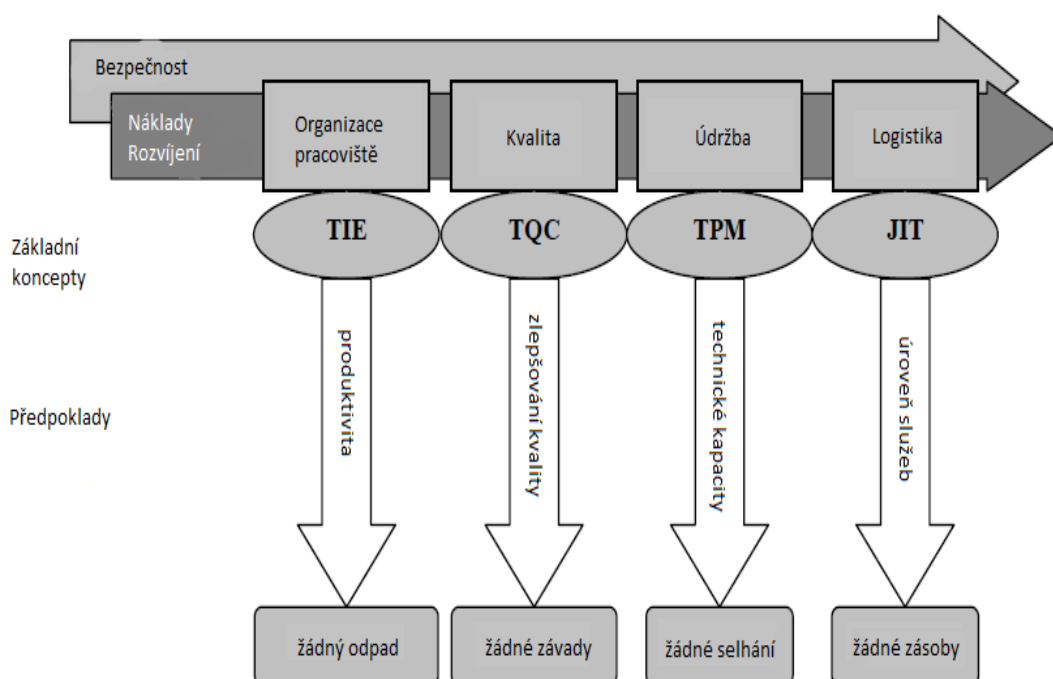
Základními principy JIT jsou:

- Řízení plynulosti toku materiálu - výrobek musí být dodaný k zákazníkovi právě včas. Ve výrobních dílnách se vyžaduje harmonizace vytěžování kapacit, tj. sladit kapacity a kapacitní požadavky tak, aby nevznikala úzká místa, která způsobují zásoby nebo blokování ve výrobě.
- Synchronizace a vzájemné překrývání se operací. Synchronizace se netýká jenom výrobních operací, ale i nakupování komponentů, které probíhá synchronizovaně s výrobními procesy.
- Na rozdíl od tradičních postupů se používá tahová organizace práce, při níž jsou součástky „tahané“ výrobním procesem podle potřeb finální montáže, resp. odběratelů. Jako nástroj dílenského řízení, vycházející z principu tahu, se často používá systém Kanban.
- Minimalizace průběžných časů výroby redukováním především časů čekání a časů na přetypování strojů, které jsou nevyhnutelné pro snižování výrobních dávek.
- Prvotní balancování materiálového toku a nevyužití strojních kapacit, protože se ukazuje, že existuje nevyrovnanost v dodávkách.
- Zabudování kvality do výrobku a výrobního procesu.⁵

2.3 World Class Manufacturing

WCM (World Class Manufacturing) je program obnovy podniku. Je založený na neustálém zlepšování jak v logistice, tak ve výrobě. Spočívá na základech dosaženého výkonu a metod používaných předními globálními společnostmi. Tyto společnosti při shromažďování zkušeností po dlouhá léta vytvářejí definice světové třídy a odkazují je na následující pojmy:⁷

- Total Quality Control (TQC).
- Total Productive Maintenance (TPM).
- Total Industrial Engineering (TIE).
- Just In Time (JIT).



Obrázek 6 World Class Manufacturing ⁷

Na Obrázku (6) je uveden systém WCM s předpoklady, které musí splňovat konkrétní koncepce obsažená v tomto programu. WCM detekuje a eliminuje ztráty a náklady. Odpad je analyzován, vyhodnocován a přiřazován konkrétním procesům. Výsledek provedené analýzy ukazuje způsob zásahu. Pro dosažení odpovídající úrovně světové třídy ovlivňuje WCM všechny výrobní a logistické procesy tím, že je podporuje systémem auditu a měří je pomocí příslušných ukazatelů.⁷

Mezi hlavní cíle WCM patří:

1. Maximalizace výsledků výrobního systému v rámci logistických programů a v souladu s kvalitou, které má být dosaženo.
2. Posílení konkurenceschopnosti prostřednictvím neustálého vývoje výrobního systému tak, aby se eliminovaly ztráty ve všech procesech. Rozsah „žádých ztrát“ zahrnuje:
 - žádné nehody,
 - žádné závady,
 - žádné selhání.
3. Neustálé zlepšování dovedností, kompetencí a znalostí zaměstnanců, které je nutné řešit prostřednictvím metod a nástrojů WCM.

Ambiciózní cíle, které si stanovuje podnik, vyžadují důkladnou změnu nejen špatně fungujících zařízení, ale také řízení celého podniku a řízení výrobních procesů. Obrázek (7) uvádí cíle WCM v grafické podobě. Dalším problémem, souvisejícím úzce s procesem plnění cílů, je soustředění zaměstnanců na změny, které musí proběhnout, aby systém WCM mohl plnit svou funkci v organizaci. Rozvoj tohoto povědomí musí projít následnými fázemi způsobu myšlení a jednání zaměstnanců. Uvědomění zaměstnanců může být rozděleno na pět základních úrovní:

Úroveň 1: Zaměstnanci nevidí žádné problémy a zpochybňují jejich existenci.

Úroveň 2: Zaměstnanci připouštějí, že si všimli nějakého problému, ale hledají výmluvy, aby problém nemuseli řešit, nebo tvrdí, že řešení problému je nad rámec jejich dovedností

Úroveň 3: Zaměstnanci připouštějí, že v jejich společnosti existují problémy, ale nevědí, jak je vyřešit.

Úroveň 4: Zaměstnanci vnímají problémy a mohou je vyřešit pomocí vhodně zvolené metody.

Úroveň 5: Zaměstnanci vědí, jaké jsou problémy a zároveň vědí, jak je vyřešit. Na odstranění problémů se mohou podílet také jiné osoby.



Obrázek 7 Cíle World Class Manufacturing⁷

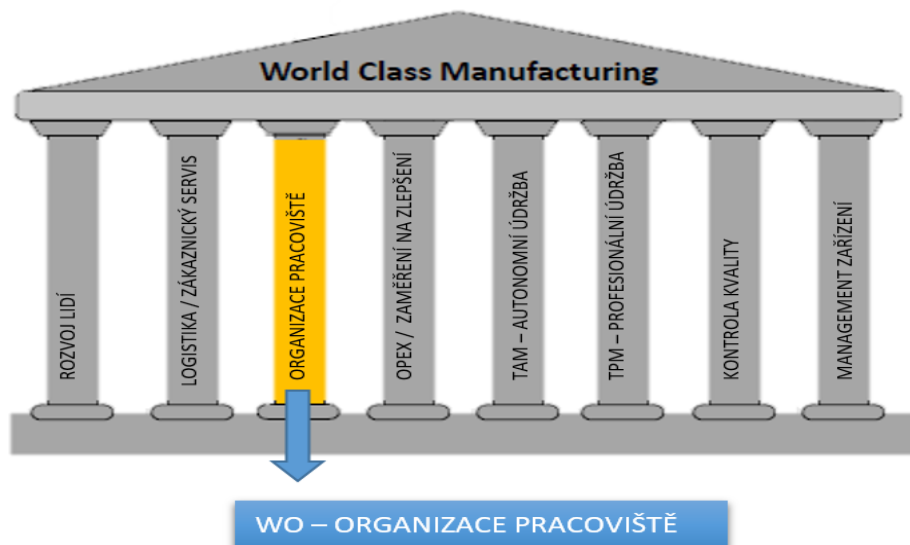
WCM se provádí pomocí kaskádového procesu. Začíná implementací modelu ve vybrané skupině a postupně se na něm stále více a více lidí podílí. Během procesu změn si musí zaměstnanec uvědomit, že jeho postoj je dodržován. Nejsou to kvantitativní aspekty práce, které jsou důležité, ale organizovanější a řádnější činnost. WCM zavádí následující změny ve fungování podniku:⁸

1. Přístup 360° - zahrnuje činnosti celé firmy.
2. Analýza nákladů - zkoumá existující ztráty a umožňuje přijetí nápravných opatření.
3. Metodika WCM se stává objektivním nástrojem pro měření účinnosti přijatých řešení.
4. Společný jazyk umožňuje implementaci a údržbu určitých norem v různých zařízeních.
5. Osvědčené postupy - využívají zkušeností z jiných podniků.
6. WCM jako metoda stanovení rozpočtu pro nadcházející roky.

World Class Manufacturing je založeno na deseti pilířích:

- bezpečnost
- nákladové nasazení
- zaměření na zlepšování
- kontrola kvality
- organizace pracoviště
- profesionální údržba
- logistika/ zákaznický servis
- včasné nástrojové řízení
- rozvoj lidí
- životní prostředí

2.4 WO - Organizace pracoviště



Obrázek 8 Organizace pracoviště⁹

Účelem organizace pracoviště je zlepšit efektivitu a produktivitu výrobního systému tím, že se obnovují a udržují základní podmínky, odstraňují se činnosti bez přidané hodnoty, zapojují se lidé do procesu zlepšování a zlepšuje se kvalita produktů a spolehlivost zařízení.

Dále se zavádí z důvodu toho, že kvality výrobků je dosaženo příliš mnoha kontrolami a opravami výrobků. V poslední řadě pomáhá zlepšit motivaci lidí a zapojit je do aktivit.

Hlavní aktivity organizace na pracovišti (WO) představují:

- Vytvoření týmů, školení a příprava na činnost.
- Odstranění všeho, co není nutné, uklízení a čištění.
- Analýza a eliminace činností bez přidané hodnoty.
- Zlepšení pracovních cyklů a kvality výrobků prostřednictvím rozvoje dovedností pracovníků.

Očekávané výsledky organizace na pracovišti (WO) jsou:

- Eliminace námahy a materiálových ztrát.
- Zlepšení kvality výrobků.
- Zlepšení produktivity a vhodných procesních nákladů.
- Ergonomie a bezpečnost na pracovišti.
- Zlepšení klimatu, motivace a proaktivita.

Metody WO jsou zaměřeny na přenos metod, technik a nástrojů do továrny za účelem podpory systematické obnovy, údržby a zlepšování operací na pracovišti

Jsou jimi:

- Zajištění ergonomie a bezpečnosti pracoviště
- Zajištění kvality produktů
- Dosažení výsledků produktivity a vhodných procesních nákladů
- Splnění výrobních plánů a dosažení úrovně služeb požadovaných zákazníkem

Očekávané výsledky jsou sledovány podle ukazatelů obsažených ve výsledkových kartách.

Jedná se o následující ukazatele:

- Pro bezpečnost - index nehodové frekvence
- Pro kvalitu - sledování kvality, náklady na reklamace
- Pro produktivitu - ztráty a prostoje, efektivita linky, výrobky/den, hodinové náklady
- Pro úroveň služeb - implementace operačního plánu a další logistické indexy

Zejména se očekává výrazné snížení ztrát, které způsobují produkci nekvalitních produktů a nedostatečnou účinnost procesů.⁹

3. Představení řešené problematiky

3.1 Základní údaje o společnosti HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o.

Výrobní závod firmy HELLA byl v České republice založen v roce 1992 jako dceřiná firma německého koncernu HELLA GmbH & Co. KGaA. Česká pobočka tohoto koncernu, která nese název HELLA AUTOTECHNIK NOVA, s.r.o. se zaměřuje na výrobu předních světlometů a zadních skupinových světlometů do automobilů předních světových značek, také je zde velké vývojové a technické centrum světové úrovně, které vyvíjí světlometry pro závody Hella po celém světě.¹⁰

Společnost Hella má v České republice ještě další dvě pobočky - jednu v Lošticích, kde sídlí IT oddělení, a druhou ve vědecko-technologickém parku v Ostravě, kam se postupným vývojem společnosti rozšířilo technické centrum. Hella je v České republice jedním z klíčových zaměstnavatelů v oblasti automobilového průmyslu. V současné době má společnost Hella v České republice více než 3 500 zaměstnanců, kteří se podílí na vývoji světlometů a jejich výrobě.¹⁰

Historie společnosti

Firma Hella působí na území české republiky již přes 20 let a má za sebou spoustu důležitých událostí:

Založení dceřiné společnosti Hella Autotechnik s.r.o. v ČR v Mohelnici	1992
Zahájení stavby „na zelené louce“	1993
První výrobky opouští Mohelnici (Škoda Felicia)	1994
Zahájení činnosti Technického centra (vlastní vývoj výrobků)	1995
Založení skupiny pro vývoj a výrobu montážních linek pro HELLA koncern	1997
Vybudování a zahájení činnosti Testovacího centra (zkušebna)	2004
Otevření konstrukční kanceláře ve Vědecko-technologickém parku v Ostravě	2011
Výstavba nové výrobní haly a zahájení výroby zadních skupinových svítlen	2012
Nové centrum optiků a konvenčních modulů, rozšíření oddělení montážních linek	2014
Opto-mechatronický proces pro vývoj Full LED světlometů a svítlen	2015
Modernizace testovacích laboratoří, zejména v oblasti klimatického testování a vybudování dvou laboratoří EMC	2016

Členění společnosti

Výroba – V mohelnickém závodě představuje výrobní oddělení největší část závodu, operátoři a technici zde pomocí nejmodernějších technologií vyrábí světlomety a skupinové svítilny.¹¹

Technické centrum – V roce 1995 vzniklo v Mohelnici vývojové centrum. Světlomety pro automobil vznikly právě v Mohelnici. Nyní se zde vyvíjejí modernější a složitější produkty v konstrukčních kancelářích a laboratořích, kde se vyvíjí a vyrábí prototypy zadních skupinových svítilen, světlomety s adaptivní světelnou hranicí a v posledních letech i prémiové full-LED světlomety pro Audi, Daimler, BMW a jiné světové automobilky.¹¹

Informační technologie – Nedaleko Mohelnice, a to v obci Loštice sídlí IT oddělení, kde pracuje více než 100 pracovníků, kteří se zabývají CAD systémy, programováním, vývojem nových systémů a podporou výroby.¹¹

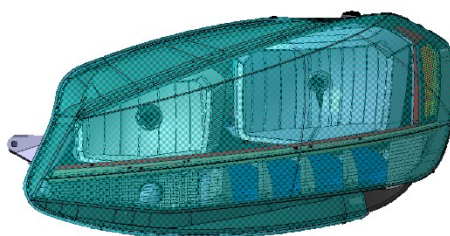
Podpůrná oddělení – Ve společnosti HELLA nejsou jen vývojoví specialisté, ale napříč firmou jsou další podpůrná oddělení, která jsou klíčovými pro celou firmu.¹¹



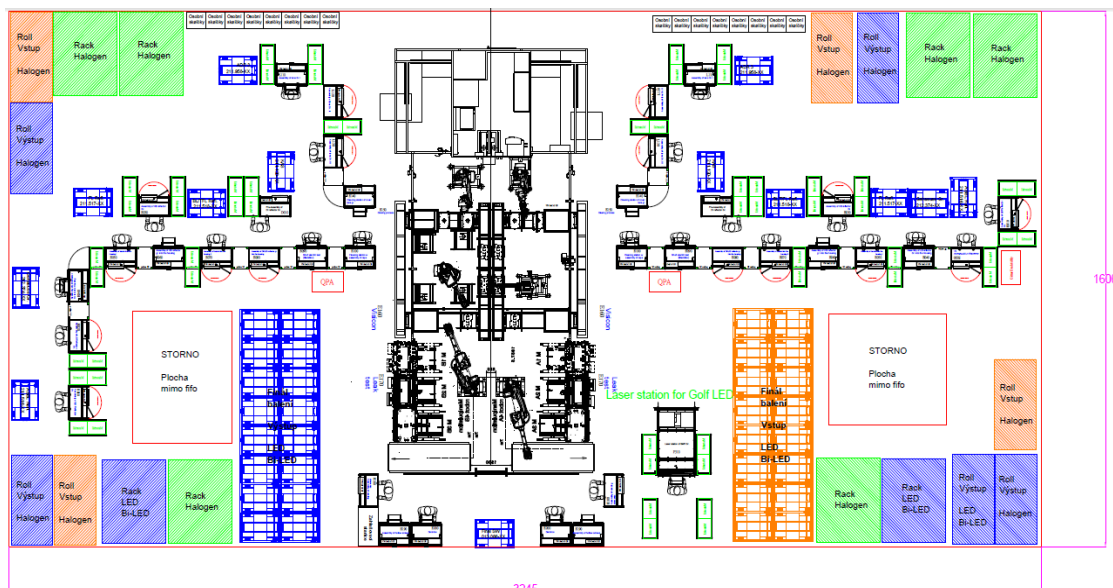
Obrázek 9 HELLA Mohelnice ¹¹

3.2 Představení výrobní linky

Problematika této bakalářské práce je řešena na výrobní lince pro přední světlomety. Na této lince se vyrábí přední světlomet, který je na Obrázku (10). Při výrobě na výrobní lince pro světlomety, ale i jiné výrobní linky automobilového průmyslu záleží na každé sekundě. Každá výrobní linka musí být co nejefektivnější. Nyní se na tuto linku zavádí systémy World Class Manufacturing a Workplace Organisation, jejichž cílem je zvýšit efektivitu této výrobní linky. Montážní linka je složena z pracovišť, na kterých jsou stroje, kde probíhá výroba světlometů. Jednotlivá pracoviště jsou pevně rozestavená dle layoutu. Linka je rozdělena na dvě strany (pravou a levou) pro výrobu každé strany světlometu jedna výrobní linka. Na jednotlivých pracovištích jsou rozmístěny přípravky, které se používají při výrobě různých variant světlometů.

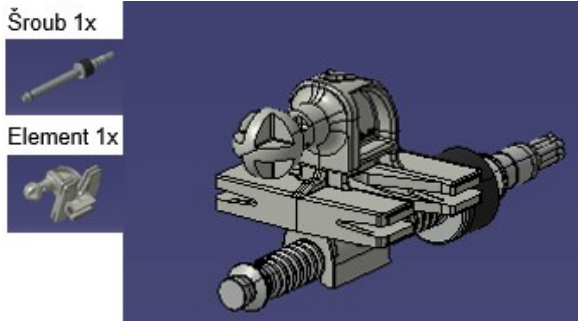
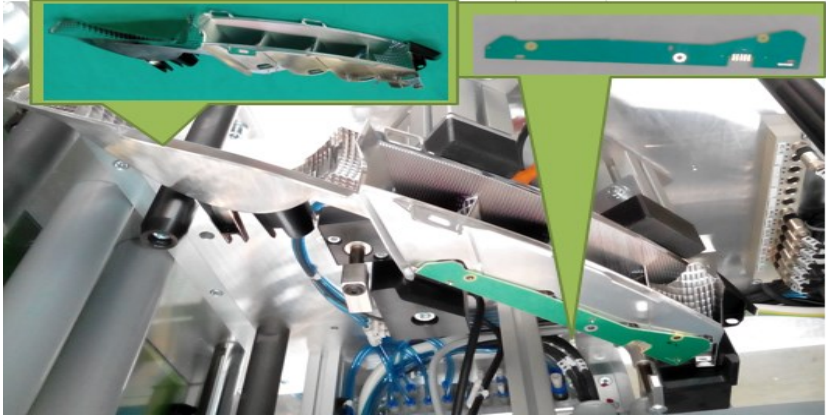


Obrázek 10 Přední světlomet vyráběný na lince⁹




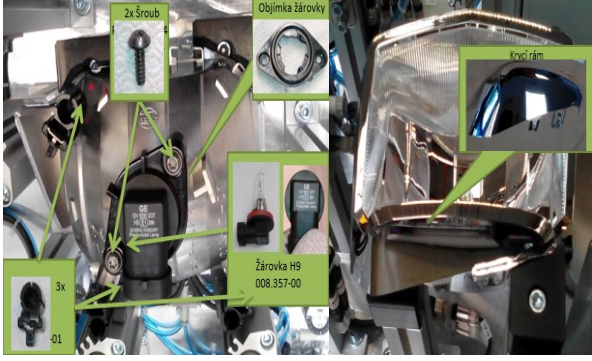

Obrázek 11 Layout výrobní linky⁹



Montážní postup

Pracoviště	A010
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Vyjmout nastavovací element z balení a založit do přípravku. - Vyjmout nastavovací šroub z balení a vložit do nastavovacího elementu v přípravku. - Stisknout obouruční ovládání. - PT: Díly budou zalisovány. - Vyjmout skupinku nastavení z přípravku a odložit k balení.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	34,54
Vyobrazení	
Pracoviště	D010
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Vyjmout nastavovací element z balení a založit do přípravku. - Vyjmout nastavovací šroub z balení a vložit do nastavovacího elementu v přípravku. - Stisknout obouruční ovládání. - PT: Díly budou zalisovány. - Vyjmout skupinku nastavení z přípravku a odložit k balení.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	26,87
Vyobrazení	

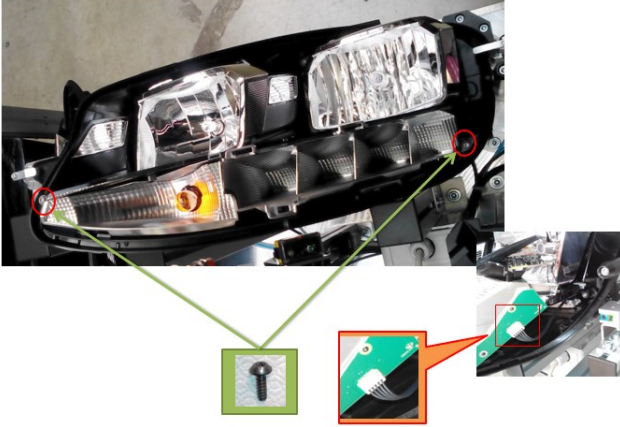
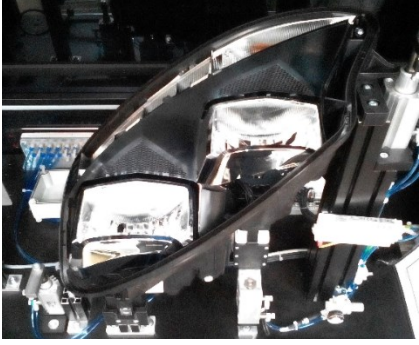
Pracoviště	E010
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Vyjmout reflektor LB z balení, vizuálně zkontrolovat a ofouknout ionizovaným vzduchem. - Vyjmout clonku žárovky z balení a vizuálně zkontrolovat. - Upevnit na reflektor; reflektor se clonkou založit do přípravku (svícením dolů) - Uchopit 2x kloub a založit na reflektor. - Stisknout obouruční tlačítko. - PT: Zalisování elementu nastavení. - Vyjmout rám LB černý z balení, vizuálně zkontrolovat a založit na reflektor - Přišroubovat clonku žárovky a rám k reflektoru pomocí 3 šroubů (TP4x14). - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Při manipulaci s díly nesahat na dekorativní plochy. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	40,06
Vyobrazení	
Pracoviště	E020
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupinku LB reflektoru, vizuálně zkontrolovat a ofouknout ionizovaným vzduchem. - Založit do přípravku (svícením dolu). - Přišroubovat 2 šrouby (4x10 mm) na reflektor pro držák žárovky. - Vložit držák žárovek a žárovku H7 do ručního přípravku a připevnit do reflektoru. - Stisknout jednoruční tlačítko. - PT: Kontrola pozice žárovky. - Vyjmout skupinu LB ze zakládání a založit do vedlejší pomocného přípravku. - Vyjmout rám LB pokovený z balení, vizuálně zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem a zacvaknout na nosný černý rám. - Stisknout jednoruční tlačítko. - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.


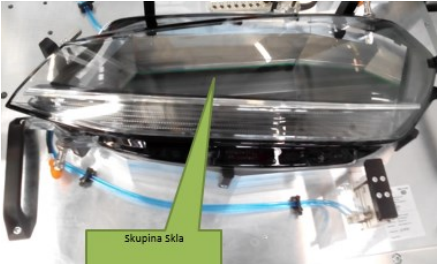
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Při manipulaci s díly nesahat na dekorativní plochy. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	40,42
Vyobrazení	
Pracoviště	E030
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Vyjmout reflektor HB z balení, vizually zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem a založit do přípravku (svícením dolů). - Uchopit 3 elementy nastavení a založit na HB reflektor. - Založit držák žárovky. - Stisknout obouřuční tlačítko. - Na reflektor přišroubovat držák žárovky šroubem 4 x 14 mm (2x). - Stisknout obouřuční tlačítko. - PT: Zalisování elementu nastavení. - Uchopit žárovku H9 a pootočením zaaretovat do HB reflektoru. - Stisknout obouřuční tlačítko. - Vyjmout HB reflektor skupinku z přípravku a založit do druhého zakládání (svícením nahoru). - Vyjmout pokovený rám HB z balení, vizually zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem a zacvaknout na HB reflektor. "Stiskni" dotykový snímač pro odepnutí. - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště .
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	44,07



Vyobrazení	
Pracoviště	E040
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Vyjmout skupinku pouzdra (H020) z balení, vizuálně zkontrolovat, vytisknout, zkontrolovat a nalepit etiku na pouzdro, a založit do přípravku (svícením nahoru). - Uchopit skupinu LB reflektoru, vizuálně zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem, nakontaktovat žárovku s vodiči a založit do pouzdra. - Reflektor nasunout na LWR a položit na kloubky. - Posunout podpěru s kamerou pro kontrolu verze reflektoru. - Stisknout START. - PT: Načtení etikety. - PT: Zalisování a poté kontrola zalisování. - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	30,13
Vyobrazení	
Pracoviště	E050
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupinku pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). - Uchopit vnitřní masku, vizuálně zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem a založit do pouzdra (mezi reflektory). - Přišroubovat pomocí 3 šroubů. - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.


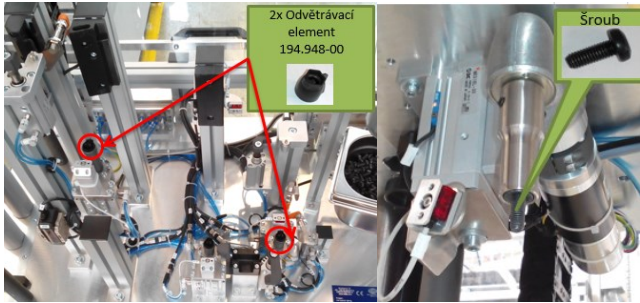
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	34,55
Vyobrazení	
Pracoviště	E060
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit plechovou podložku Vitolu a založit do spodní části přípravku. - Uchopit skupinku Pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). - Uchopit skupinku HB reflektoru, vizually zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem, nakontaktovat žárovku s vodiči a založit do pouzdra. - Stisknout START. - PT: Zalisování a poté kontrola zalisování + zalisování plechové podložky na páčku pouzdra. - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	24,52
Vyobrazení	

Pracoviště	E070
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit plechovou podložku Vitolu a založit do spodní části přípravku. - Uchopit skupina Pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). -Uchopit skupina HB reflektoru, vizuálně zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem, nakontaktovat žárovku s vodiči a založit do pouzdra. - Stisknout START. - PT: Zalisování a poté kontrola zalisování + zalisování plechové podložky na páčku pouzdra. - Vyjmout skupinku z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	41,98
Vyobrazení	
Pracoviště	E080
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupina Pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). - Uchopit žárovka WY21W (BL) a nakontaktovat s vodiči. - Uchopit skupina BL (DI010) z balení, vizuálně zkontrolovat a ofouknout ionizovaným vzduchem. -Skup. BL založit do držáku (dojde k přečtení DMC na PCB) a nakontaktovat PCB. - Založit skupinku BL reflektoru do pouzdra. - Přišroubovat pomocí 2 šroubů (TP4x14). - Vyjmout skupinku pouzdra z přípravku, pootočit svícením dolů a zaaretovat držák blinkru. Potom provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	34,55

Vyobrazení	
Pracoviště	E090
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupinku pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). - Stisknout START. - PT: Proběhnou el. Zkoušky obvodů. - Vyjmout skupinku pouzdra z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	6,12
Vyobrazení	
Pracoviště	E100
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupinku pouzdra a založit do přípravku (svícením dolů). - Vyjmout dvě krytky z balení a založit na pouzdro. - Uchopit 2x odvětrávací labyrinty a zacvaknout do pouzdra. - Stisknout START. - PT: Vysavač skupinka Pouzdra. - Vyjmout skupinku pouzdra z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.

Takt (s)	20,34
Vyobrazení	
Pracoviště	E140
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupinku skla a založit do přípravku (svícením nahoru). - Stisknout START. - PT: Vysavač skupinka skla. - Vymout skupinku skla z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	10,97
Vyobrazení	
Pracoviště	E150
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit skupinku skla, vizually zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem a založit do paletky. - Uchopit skupinku pouzdra, vizually zkontrolovat, ofouknout ionizovaným vzduchem, načíst etiketu a založit do paletky. - Stisknout START. - PT: Přísátí skupinky krycího skla. - PT: Plasma. - PT: Lepení. - PT: Takrování 5x. - PT: Předání na pracoviště VisiCon.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	44,42

Vyobrazení	
Pracoviště	E160
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - PT: Nastavení LWR a test světelných funkcí. - PT: Předání na pracoviště zkoušky těsnosti.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	33,48
Vyobrazení	
Pracoviště	E170
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - PT: Zkouška těsnosti. - PT: Odložení na dopravní pás.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizually kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	25,41

Vyobrazení	
Pracoviště	E180
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit 2 odvětrávací elementy a založit do přípravku. - Uchopit skupinku pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). - Uchopit 1x šroub M6x16 a založit do šroubováku. - Stisknout START. - PT: Upevnění odvětrávacích elementů a přišroubování 1 šroubu. - Vyjmout skupinku pouzdra z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.
Takt (s)	14,76
Vyobrazení	
Pracoviště	E190
Pracovní postup	<ul style="list-style-type: none"> - Uchopit dutý šroub WITOL a nasadit do něj šroub M6x45 a založit do přípravku. - Uchopit další upevňovací elementy a založit do přípravku. - Uchopit skupinku Pouzdra a založit do přípravku (svícením nahoru). - Stisknout START. - PT: Zalisování upevňovacích elementů a kontrola dílů. - Vyjmout skupinku pouzdra z přípravku, provést samokontrolu smontované skupinky, značení raznicí v poli "A" na pouzdře a odložit na další pracoviště.
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejeví známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejeví známky poškození či znečištění.

Takt (s)	29,34
Vyobrazení	
Pracoviště	E200
Pracovní postup	<p>-Uchopit světlomet a načíst etiku čtečkou do iTAC. Zkontrolovat na světlometu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - správnost etikety na pouzdře - homologační popisy na pouzdře - kompletnost celého světlometu - razítka provedení všech operací na pouzdře - dekorativu světlometu <p>- V případě O.K. kusu potvrdit zhlášení do iTAC. - Následně naskenovat etiku světlometu do SAPu. - Zabalit světlomet podle balícího předpisu. - V případě N.O.K. kusu potvrdit zhlášení zmetku do iTAC a světlomet s demontážní kartou odložit k seřizovačům.</p>
Pokyny ke kvalitě	<ul style="list-style-type: none"> - Používat čisté rukavice. - Provést kontrolu výsledné skupinky, zda nejsou známky poškození či znečištění. - Vizuálně kontrolovat vstupující díly, zda nejsou známky poškození či znečištění.
Takt (s)	46,26
Vyobrazení	

4. Zavedení WO na výrobní linku

WO obsahuje systematické kroky vedoucí ke zvýšení celkového využití výrobní linky a zvýšení produktivity.

Jedná se o následující kroky:

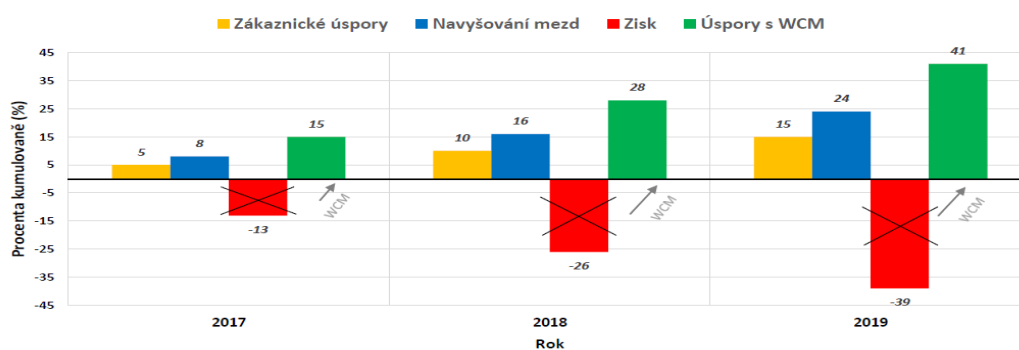
- Zapojení operátorů do procesu zlepšování, jejich rozvoj a vzdělávání.
- Úklid a 5S (rychlý a efektivní úklid, minimální kontaminace pracoviště, atd.).
- Zavedení tagů (jednoduchý systém upozornění na neshody na pracovišti).
- Minimalizace počtu spadených dílů (podavače, umístění materiálu, atd.).
- Organizace pracovišť (ergonomie, zóny a vzdálenosti, analýza pohybů, atd.).
- Eliminace NVAA a další.

Tabulka 1 Ukazatelé WO

Ukazatel	Výchozí stav	Cíl
Čas úklidu	x	- 90 % x
Efektivita, produktivita	y	+ 60 % y
Svalová zátěž	z	- 30 % z

Důvody implementace WO a WCM

Názorné zobrazení potřeby WCM



Graf 1 Potřeby WCM

- Požadavky zákazníků na každoroční úspory (nižší prodejní cena světlometu řádově o 5 %/ rok).
- Ulehčení práce operátorů => spokojení zaměstnanci.
- Profitabilní firma (zachování pozitivního trendu v ziskovost).
- Vize firmy na každoroční navyšování mezd (až 8 % / rok).

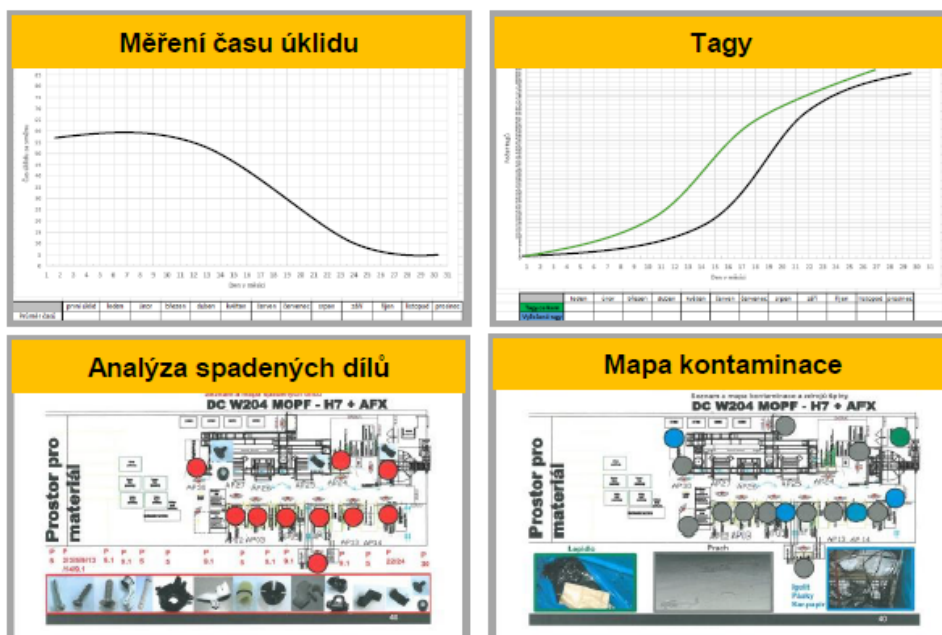
Nastavení plánu aktivit určuje, kde, kdy a v jakém kroku se zavedení WO nachází. K vizualizaci a k poskytování informací zaměstnancům o WO slouží nástěnka. Měla by být přehledná a logická. Stará se o ni vždy tým modelové oblasti - zejména obsluhy. Nakonec se určí hlavní indikátory, jež jsou sledovány. Na základě výsledků tohoto sledování plán jednotlivých aktivit. Vypracování probíhá ve většině případů ručně.

Tabulka 3 Indikátory aktivit

INDIKÁTORY AKTIVIT WO týmu		STEP 0	STEP 1
K.A.I	Počet zapojených a proškolených zaměstnanců	8	47
	Počet vystavených OPL, SOP	67	18
	Vystavené / vyřešené tagy	---	139/131
	Počet zlepšení	----	93

Krok 1 - Počáteční čištění

Operátoři se musí proškolit na proces čištění a manipulaci s tagy. Provede se počáteční čištění a nastaví se 5S na optimální hodnotu. Sledují se základní indikátory (čas čištění, tagy – vystaveno/ uzavřeno). Vytvoří se mapa kontaminace a spadených dílů. Na závěr se provede audit Kroku 1. Aby byl výsledek úspěšný, měl by mít alespoň 90 bodů.



Obrázek 13 Příklad vizualizace prvního kroku

Tag a jeho využívání

Metoda Tag je jedním z nástrojů integrovaného systému WCM a WO. Obecně slouží k označení a zviditelnění jakékoliv abnormality ve stavu strojního zařízení.

Metoda Tag se při vyhledávání abnormalit z počátku zaměřuje na hlavní („největší“) části strojního zařízení - pohyblivé části, kryty, transportní systémy a hydraulické systémy. Poté se pozornost soustředí na „drobnosti“ – šrouby, matice, řetězy, řemenice, kladky, atd.



Obrázek 14 Chybějící krytka

Obrázek 15 Uvolněná matka

Obrázek 16 Kapající ventil


Kartička Tagu se skládá ze dvou částí: identifikační část a akční část.

Identifikační část se vyplňuje po odhalení abnormality. Zapisují se zde základní informace charakteristické pro danou abnormalitu.



Akční část se vyplňuje po odstranění abnormality ze strojního zařízení



		TAG č. * 000001
Jméno:		Směna:
Datum:		Stroj:
VYPOZOROVANÉ ABNORMALITY (Prosím označte křížkem a popište blíže)		
<input type="checkbox"/> A Únik vody	<input type="checkbox"/> H Poškozený ochranný kryt	
<input type="checkbox"/> B Únik oleje	<input type="checkbox"/> I Nedostatečné promazané součásti	
<input type="checkbox"/> C Únik tlakového vzduchu, Nečistota, syčení	<input type="checkbox"/> J Hluk, vibrace	
<input type="checkbox"/> D Nepřítok	<input type="checkbox"/> K Poškozená elektroinstalace, kabely	
<input type="checkbox"/> E Nevhodný layout	<input type="checkbox"/> L Chybějící součásti, díly	
<input type="checkbox"/> F Špina, znečištění	<input type="checkbox"/> M Překážky součástí, Nadbytek materiálu	
<input type="checkbox"/> G Nedostatečné instrukce, Chybní pracovní postup (neaktuální)	<input type="checkbox"/> O Ostatní	
SOUČÁST stroje: DETAILNÍ POPIS:		
ZÁSAH PROVEDEN:		
DNE:/...../.....		
PROVEDL:		PODPIS:
OPATŘENÍ:		

Obrázek 17 Tag karta ⁹

Abnormality označuje každý, kdo přijde do kontaktu se strojním zařízením. Cílem vyhledávání abnormalit je dostat strojní zařízení a jeho okolí do optimálního provozního stavu. Závažnější abnormality odstraňuje profesionální údržba. Vyhledávání abnormalit je průběžné a probíhá po celou pracovní dobu.

Spadené díly a mapa kontaminace

Tyto metody jsou jedním z nástrojů integrovaného systému WCM a WO a slouží k eliminaci počtu spadených dílů a zdrojů znečištění v oblasti montážní linky. Šetří čas úklidu a námahu pracovníků, usnadňuje manipulaci s díly, minimalizuje inventurní rozdíly a riziko volných nečistot ve světlometu.

Postup sběru dat a vyhodnocení










Pro analýzu spadených dílů na výrobní lince byl proveden úklid montážní linky a sběr veškerých spadených dílů a odpadu na lince. Úklid byl vždy proveden po každé pracovní směně. Spadené díly se počítaly vždy za každý kalendářní týden po dobu osmi týdnů.

Veškeré díly byly důkladně roztríděny a spočítány. Následně byla tato data zadána do tabulky a grafu, z něhož vyplývá, které díly nejčastěji kontaminují montážní linku a z jakých pracovišť tato kontaminace pochází. Po prvním sběru dat a vyhodnocení byla navržena nápravná opatření, která by mohla snížit kontaminaci na výrobní lince.














Obrázek 18 Sběr spadených dílů






Tabulka 4 Spadené díly 1/3

Identifikace	Foto									
	Číslo dílů	159.924-44	162.303-07	159.081-37	168.823-03	194.948-00	183.191-31	211.800-11	ekobal	150.957-00
	Pracoviště	E10,60,70,80	robot	L130	E30	E180	E20	E100	NA	E100
Počet ks spadených za daný týden	51	207	175	77	73	47	41	40	40	38
	1	155	0	33	37	22	26	0	0	20
	2	70	20	3	56	24	30	0	5	28
	3	86	36	31	20	24	7	0	1	8
	4	83	38	29	18	23	9	0	6	7
	5	86	36	31	20	24	7	0	1	8
	6	134	25	30	48	15	34	2	30	35
	7	109	0	32	45	37	22	0	1	16
	Σ ks	930	330	266	317	216	176	42	84	160

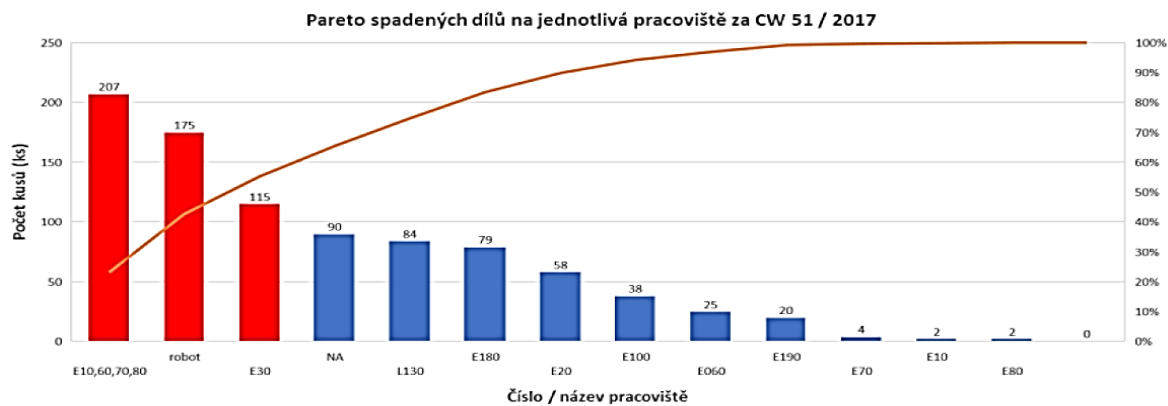
Tabulka 5 Spadené díly 2/3

										
ropa	198.995-44	197.591-00	160.050-01	Gumička	průvodky	197.010-00	228.632-45	162.383-44	211.755-01	177.976-00
NA	E060	E180	E20	NA	NA	E190	E180	E190	L130	E190
30	25	23	17	10	10	9	9	7	5	4
0	14	14	9	0	0	8	5	3	6	1
5	13	11	4	0	7	19	0	0	2	0
0	10	8	1	0	0	3	1	4	3	3
0	12	8	0	3	0	4	0	4	3	3
0	10	8	1	0	0	3	1	4	3	3
3	11	7	0	1	3	9	4	3	1	4
4	18	14	16	1	3	1	5	1	0	4
42	113	93	48	15	23	56	25	26	23	22

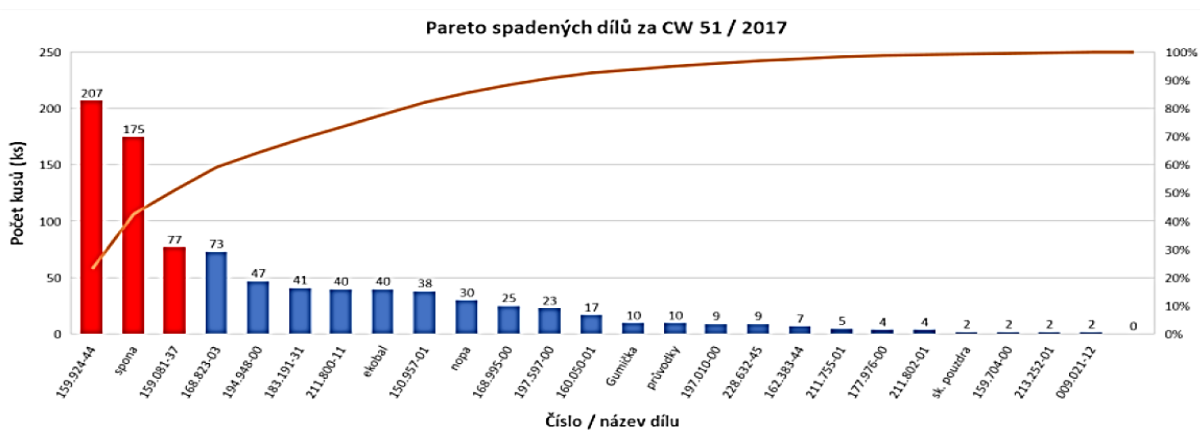
Tabulka 6 Spadené díly 3/3

									Σ ks
211.802-01	sk. pouzdra	154.709-00	213.252-01	009.021-12	211.757-xx	Tyč nast. LED	Krytka	Žárovka H7	
E70	E10	E30	L130	E80	E10	LEDKA	E90	E20	
4	2	2	2	2	0	0	0	0	899
1	0	3	2	0	2	1	3	1	366
0	2	3	0	0	2	0	0	0	304
1	0	0	0	1	1	0	0	0	249
1	1	0	0	1	0	0	0	0	253
1	0	0	0	1	1	0	0	0	249
1	2	3	0	0	0	0	0	0	405
0	0	0	0	0	0	0	0	0	329
9	7	11	4	5	6			1	3054

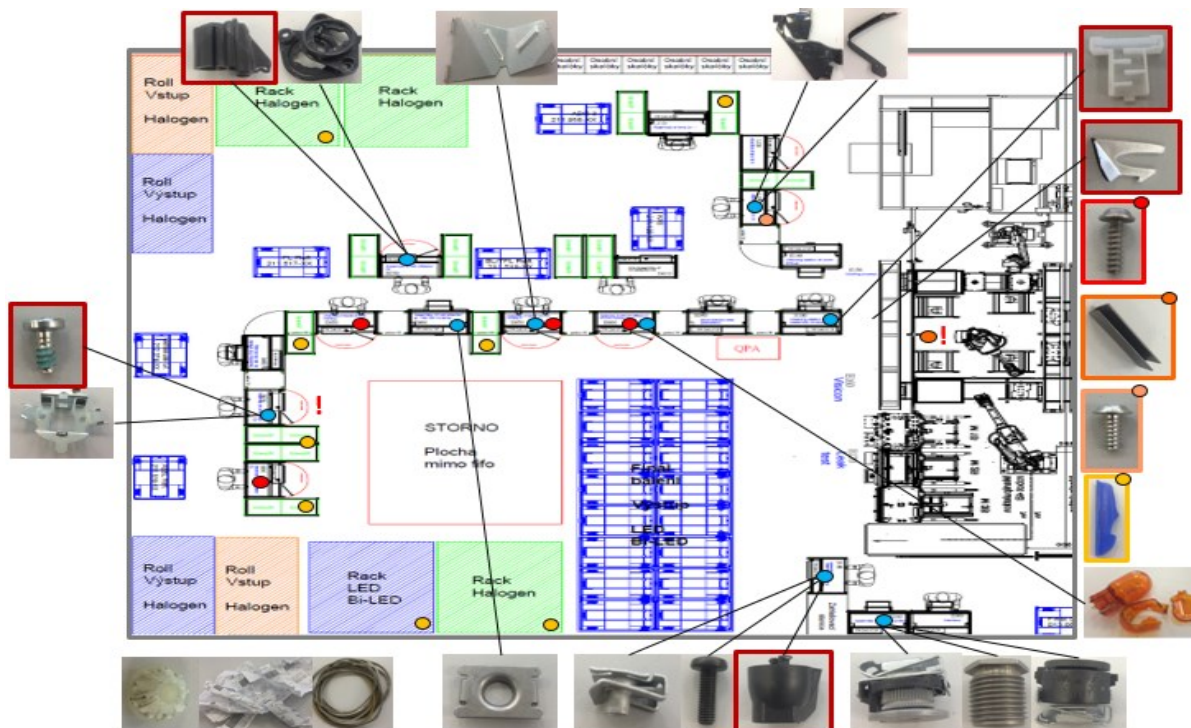
Z tabulky spadených dílů je jasně vidět, že nejčastější spadený díl je č. 159.924-44. Je to také z toho důvodu, že tento díl je jednak nejčastěji používaný, jednak se užívá na více pracovištích. Dále je to spona č. 162.303-07 a kloub č. 168.823-03. Mezi nejvíce kontaminované pracoviště patří pracoviště E10,60,70,80, robot a E30. Všechna výše uvedená data zobrazují následující dva grafy a mapa kontaminace montážní linky. Na nejčastěji spadené díly a na místa s nejvyšší kontaminací byla po prvním sběru navržena nápravná opatření, jejichž účinnost byla dále pečlivě sledována.



Graf 2 Spadené díly na jednotlivé pracoviště



Graf 3 Spadené díly



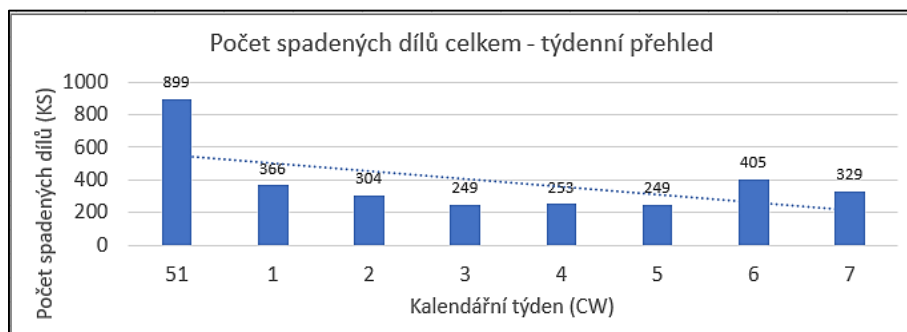
Obrázek 19 Mapa kontaminace

Nápravná opatření

Tabulka 7 Nápravná opatření

Č.	Díl	Prac.	Problém		Opatření
1.	159.924-46	E10	207 ks spadných šroubů / týden		1. Podavač šroubků
2.	159.924-45	E30	207 ks spadných šroubů / týden		1. Podavač šroubků
3.	168.823-03	E10	73 ks spadných kloubků / týden		1. Umístění gastronádoby na kloubky do nižší polohy
4.	168.823-03	E30	73 ks spadných kloubků / týden		1. Podavač dílu (3 ks vedle sebe) natočené správnou stranou (nemusí úhlem) 2. Ohraničení kaslíků proti padání
5.	159.704-00	E30	2 ks spadné / týden		1. Uspořádání dílu v balení - návrh podavače, balení
6.	Spona	Robot	175 ks sponek spadných / týden		1. Možnost padání při výměně robotem 2. Police na sponky
7.	211.800-11	E100	40 ks spadných		1. Nastavení postupu a pravidel pro opravy dílů 2. Kořenová příčina oprav - eliminace
8.	159.823-03	L130	77 ks spadných / týden		Testování podavače (montáž celkem 3 ks šroubů)
9.			Problém s čištěním gastronádob - jsou zaseklé do sebe		1. Poka Yoke - vyražení dřolíků z jedné strany vnější nádoby 2. Distanční matky na kaslíky 3. Špunty (antizasekávací)
10.	Ekobal	NA	40 ks úlomků ekobalů		1. Ostré hrany na skluzech pro bedny

Při postupném zavádění těchto nápravných opatření byl dále prováděn úklid na lince a sběr spadných dílů, přičemž bylo zjištěno, že počet spadných dílů se postupně začal snižovat. Z toho vyplývá, že nápravná opatření byla navržena dobře a že se těmito opatřeními podařilo snížit kontaminaci montážní linky.



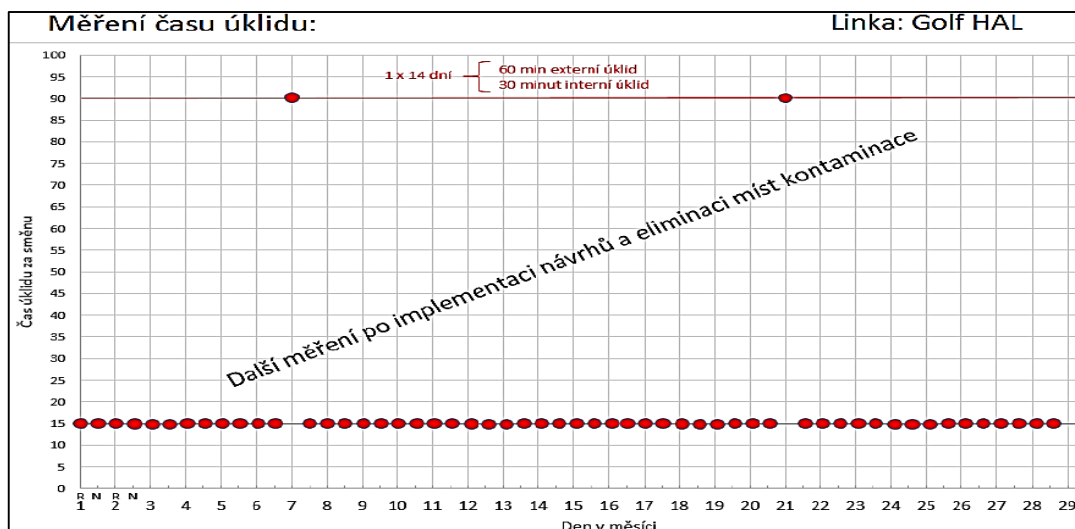
Graf 4 Přehled spadných dílů

Čištění a 5S

Tato metoda cílí na kvalitní a rychlý úklid. Zaměřuje se nejen na celkovou dobu trvání úklidu, ale i na jeho výslednou kvalitu. Soustředí svou pozornost na zdroje vzniku znečištění v lince a na jejich postupnou eliminaci. Snaží se nalézt snadnější a rychlejší cesty úklidu.

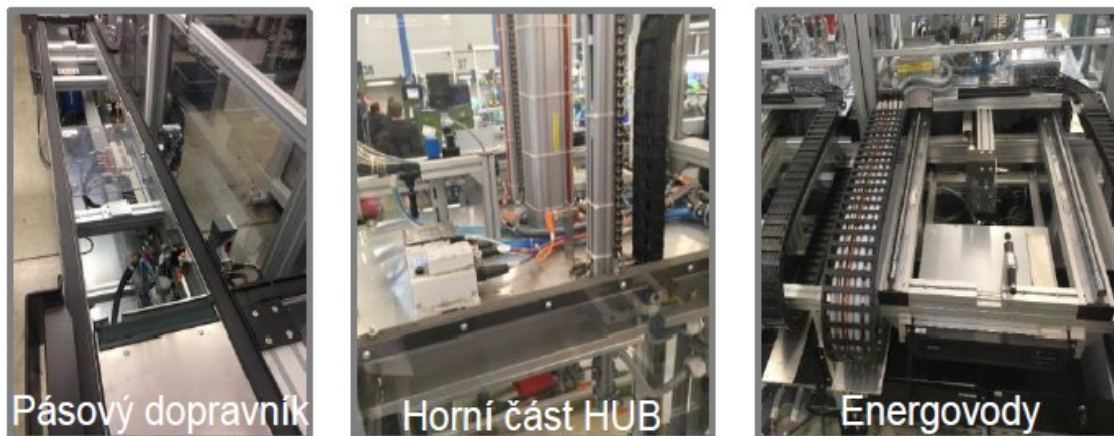
Nejdříve byl analyzován současný stav úklidu montážní linky. Bylo zjištěno, že se provádí tři druhy úklidů, a to s následující dobou trvání:

- Denní úklidy, které trvají 10 minut denně.
- Úklid pracovníků, který trvá 30 minut jednou za 14 dní.
- Externí úklidová firma, které trvá úklid 60 minut jednou za 14 dní.



Graf 5 Měření času úklidu




Následně byla na lince provedena analýza obtížně dostupných míst k čištění a dále míst, která by bylo dobré zakrýt, aby se do nich nečistoty vůbec nedostávaly. Tato místa by pak nemusela být vůbec čištěna. Byl vytvořen seznam těchto míst, která tedy značně úklid usnadní.

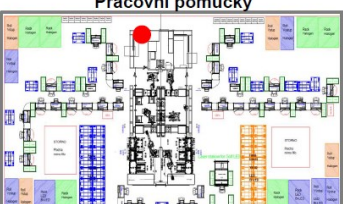


Obrázek 20 Příklady obtížně dostupných míst

Do pásového dopravníku padaly nečistoty a obtížně z něj odstraňovaly. Proto byl na dopravník vyroben kryt z plexiskla, jež zamezuje spadu nečistot. Na všech pracovištích je obtížné čištění horní části pracoviště z důvodu množství hadiček a kabelů, a tak bylo navrženo zakrytí této části pracoviště. Posledním závažným problémem byl úklid energovodů. Protože manipulace s nimi je velmi obtížná, navíc je k nim špatný přístup, bylo i zde navrženo zakrytí plexisklem.

V dalším kroku byla vytvořena standardizace úklidů pro každé pracoviště a přesný postup, jakými pracovními pomůckami má úklid probíhat.

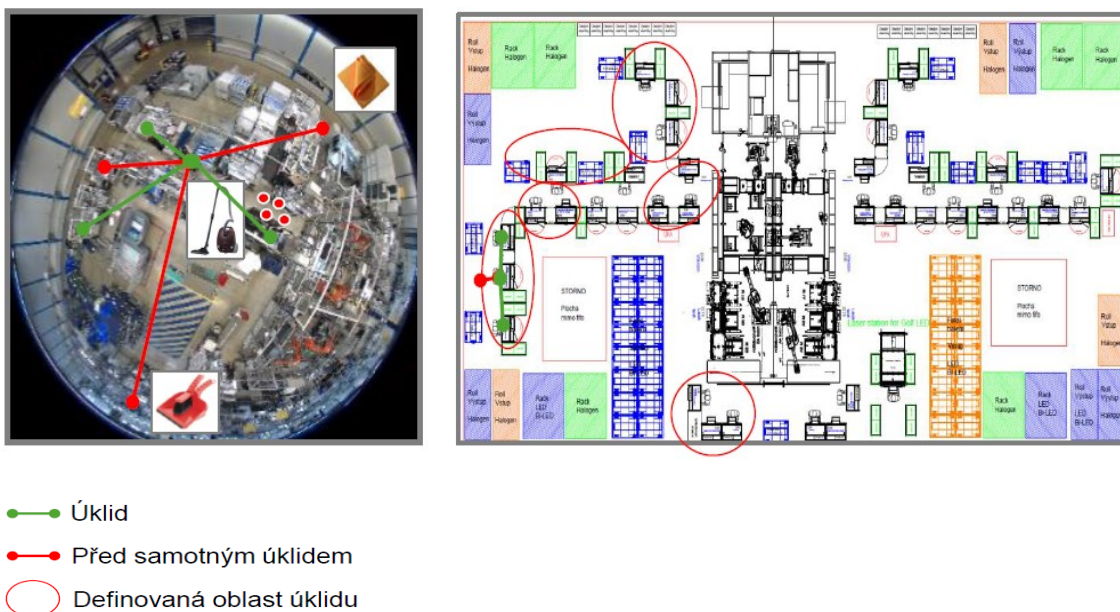
Čas	Pomůcky	Specifikace
1 min		Horní profily a světlo
2 min		Nečistoty v přípravku (pozor na senzory)
1 min		Zametení okolo pracoviště

Pracovní pomůcky


<table border="1"> <tr> <th>Číslo</th> <th>Popis</th> <th>Stav</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Pracovní pomůcky</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Pracovní pomůcky</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Pracovní pomůcky</td> <td>OK</td> </tr> </table>	Číslo	Popis	Stav	1	Pracovní pomůcky	OK	2	Pracovní pomůcky	OK	3	Pracovní pomůcky	OK	<table border="1"> <tr> <td>Pracovní pomůcky</td> <td>Pracovní pomůcky</td> </tr> <tr> <td>Pracovní pomůcky</td> <td>Pracovní pomůcky</td> </tr> <tr> <td>Pracovní pomůcky</td> <td>Pracovní pomůcky</td> </tr> </table>	Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky
Číslo	Popis	Stav																	
1	Pracovní pomůcky	OK																	
2	Pracovní pomůcky	OK																	
3	Pracovní pomůcky	OK																	
Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky																		
Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky																		
Pracovní pomůcky	Pracovní pomůcky																		

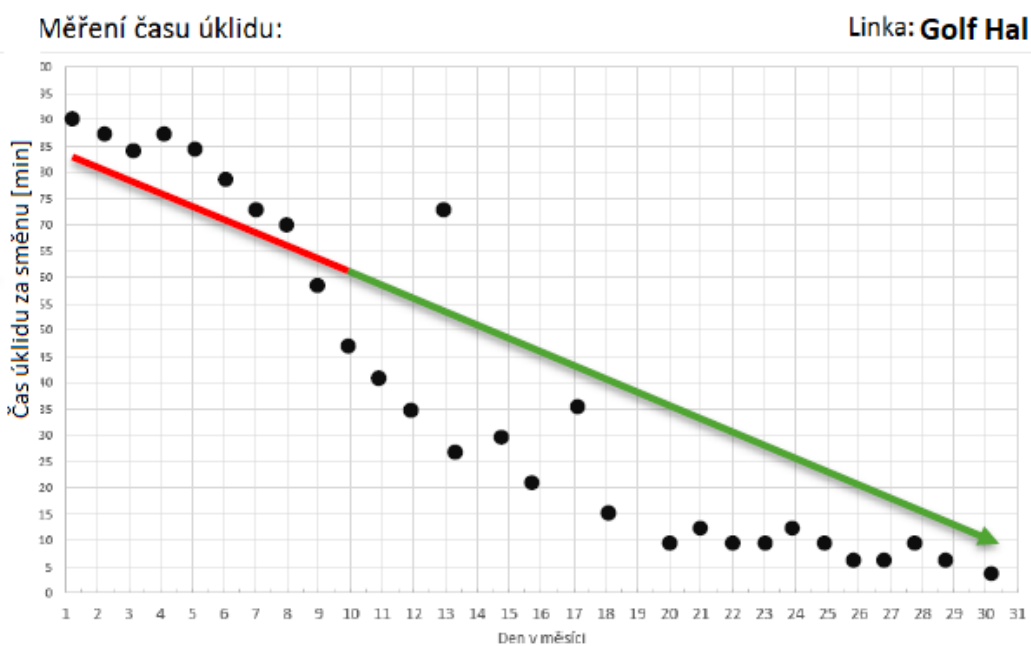
Obrázek 21 Standardizace úklidu

Na linku byly umístěny pracovní pomůcky do přesně stanovených míst a konkrétním pracovním pomůckám byla definovaná oblast úklidu.



Obrázek 22 Monitoring úklidu

V průběhu provádění těchto kroků bylo nejen stále prováděno měření času úklidů, ale byl analyzován i čas úklidů. Monitorováním pomocí 360° kamery bylo zjištěno, že časy úklidů se snížily, tudíž kroky provedené pro snížení časů byly navrženy správně. V následujícím kroku je naplánováno pořízení robotického vysavače a do budoucna se plánuje zrušení úklidu externí úklidovou firmou, čím by se snížily celkové náklady na úklid.



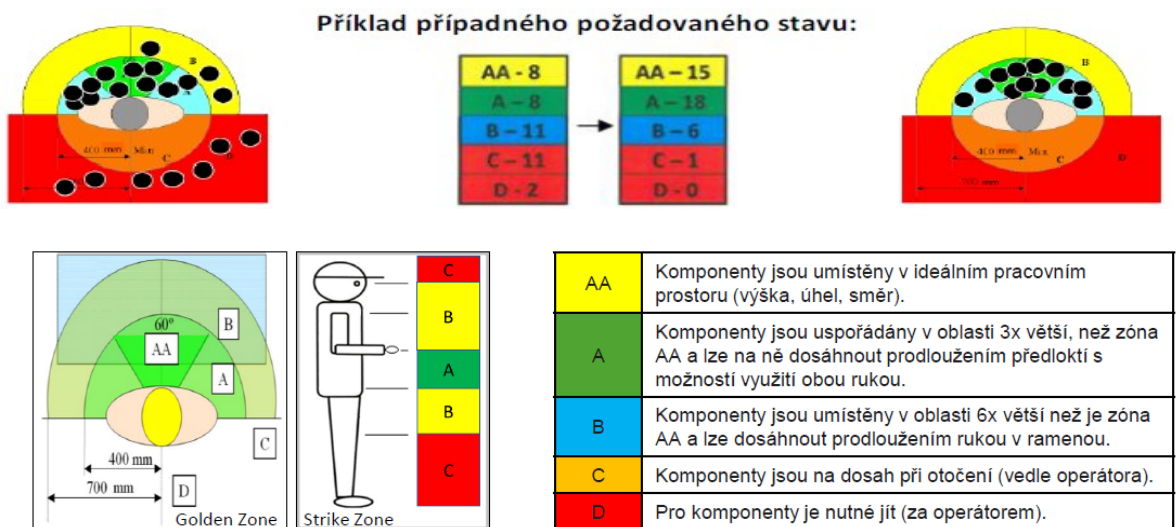
Graf 6 Výsledek analýzy úklidu

Krok 2 - Analýza MURI, MURA, MUDA

MURI Analýza - Ergonomie

Tato metoda se zaměřuje na ergonomii pracovišť, zlaté zóny, strike zóny, one motion picking a nápravná opatření k vytvoření požadovaného stavu.

Jejím cílem je provést na základě úvodní analýzy výchozího stavu linky optimalizaci pracovišť takovým způsobem, aby nakládání s materiálem na pracovních stanicích bylo co nejjednodušší a ergonomicky co nejméně náročné.



Obrázek 23 Ergonomie pracovišť⁹

Cílem je analyzovat výchozí stav a optimalizovat pracoviště takovým způsobem, aby se maximum možných operací nacházelo ve „zlaté zóně“.

Zlatá zóna

Zlatá zóna je oblast, v níž jsou komponenty umístěny v ideálním pracovním prostoru, a při manipulaci s nimi operátor koná jen malé pohyby.

Strike zóna

Strike zóna je oblast, v níž jsou ruce a záda schopny zdvihnout co největší zátěž (zatlačit co nejsilněji) s co nejmenším úsilím.

One motion picking (manipulace s díly)

Tato zóna cílí na minimální manipulaci s díly před montáží. Zaměřuje se na balení a orientaci dílů v balení.

Na montážní lince proběhla první MURI analýza. Jednotlivá pracoviště byla ohodnocena příslušným počtem bodů, přičemž výsledkem je určení, v jakých zónách se jednotlivá pracoviště nacházejí.

Analýza probíhala s pomocí operátorů a při analýze se používal přípravek, aby bylo jednodušší určit jednotlivé zóny.



Obrázek 24 Přípravek na Muri analýzu

Tabulka 8 Výsledek Muri analýzy

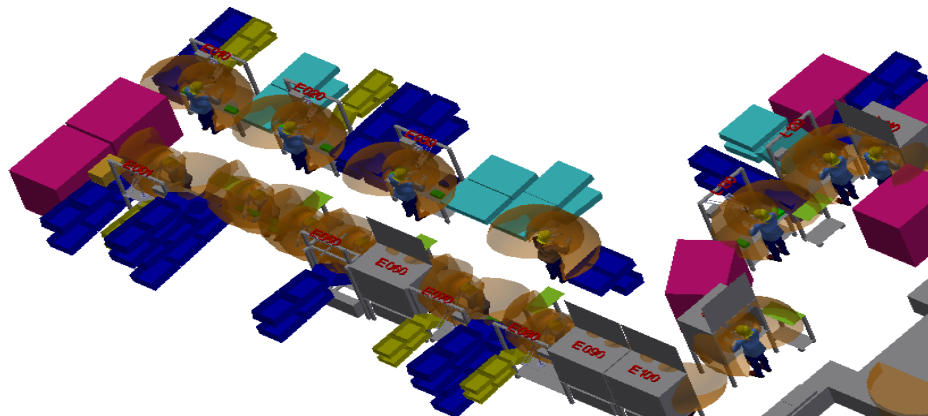
		Pr. E10		Pr. E20		Pr. E40		Pr. E50		Pr. E60		Pr. E30		Pr. E70		Pr. E80		Pr. D10		Pr. E90	
		výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální
Golden Zone	AA	0		1		0		0		1		4		1		1		0		0	
	A	5		2		0		2		0		2		1		1		0		0	
	B	2		3		2		1		2		2		2		2		1		2	
	C	3		3		2		2		0		3		4		1		1		0	
Strike Zone	D	1		0		1		1		1		1		0		0		1		0	
	A	6		5		3		5		4		10		5		3		2		2	
	B	4		1		1		0		0		1		1		2		1		0	
Motion Picking	C	1		1		2		0		0		1		0		0		1		0	
	A	1		1		1		2		2		0		1		1		0		2	
Motion Picking	B	8		6		3		3		2		10		5		4		2		0	
		Pr. E100		Pr. L110		Pr. L120		Pr. L130		Pr. E140		Pr. E150		Pr. E180		Pr. E190		Pr. E200		Σ	Σ
		výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální	výchozí	aktuální
Golden Zone	AA	0		0		0		0		0		0		0		0		1		9	0
	A	4		0		0		4		0		0		2		7		0		30	0
	B	2		0		2		1		2		0		2		0		0		28	0
	C	0		2		2		2		1		0		1		2		0		29	0
Strike Zone	D	0		2		1		1		0		2		1		0		1		14	0
	A	6		3		4		8		2		2		4		7		2		83	0
	B	0		1		1		1		0		0		2		2		1		19	0
Strike Zone	C	0		1		1		1		0		0		0		0		1		10	0
	A	0		3		3		0		2		0		1		2		1		23	0
Motion Picking	B	6		0		1		8		0		2		5		7		1		73	0

Golden Zones			Strike Zones			One Motion Picking		
L+P	výchozí	aktuální	L+P	výchozí	aktuální	L+P	výchozí	aktuální
AA	18	0	A	166	0	A	46	0
A	60	0	B	38	0	B	146	0
B	56	0	C	20	0			
C	58	0						
D	28	0						

Příklad případného požadovaného stavu:

AA - 8	AA - 15
A - 8	A - 18
B - 11	B - 6
C - 11	C - 1
D - 2	D - 0

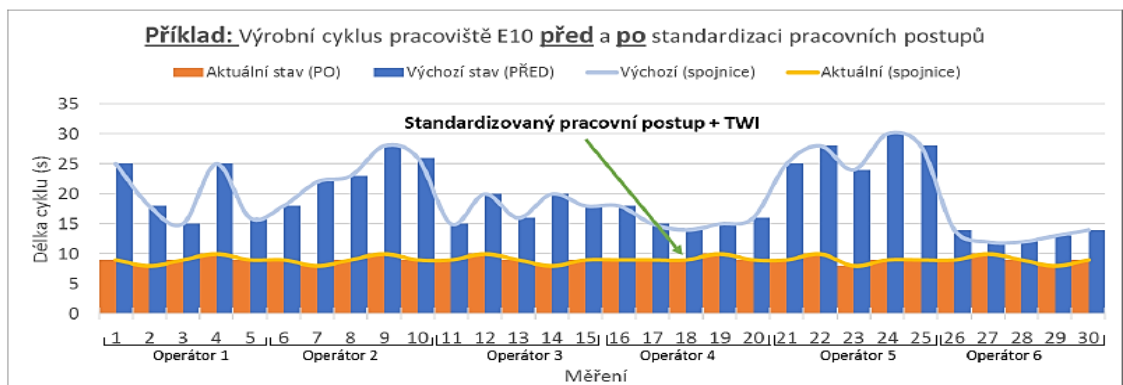
Tato data byla porovnána s ideálním uspořádáním linky ve 3D modelu. V dalších krocích bude následovat upravení pracovišť, aby se všechna pracoviště dostala do lepších zón a následně proběhne další analýza.



Obrázek 25 3D model linky se žlutými zónami

MURA Analýza - Standardní pracovní postup

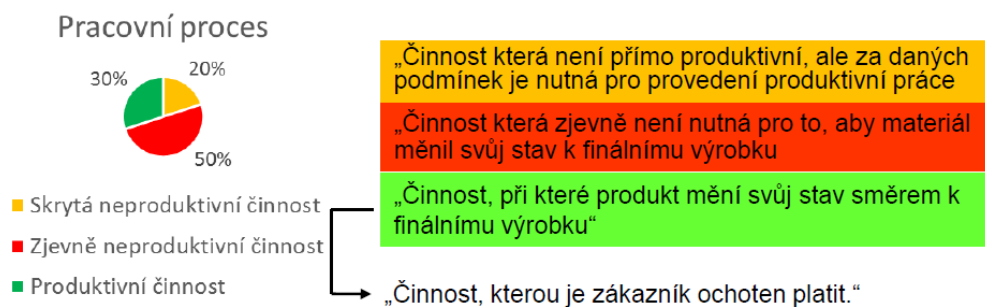
Cílem této metody je standardizace ideálního pracovního postupu, reflektujícího dosavadní zkušenosti operátorů, pro který je potřeba minimální ergonomická zátěž a minimum pohybů. Tento postup je pak rozšířen mezi nové, ale i stávající pracovníky.



Graf 7 MURA analýza

MUDA Analýza - plýtvání v procesu

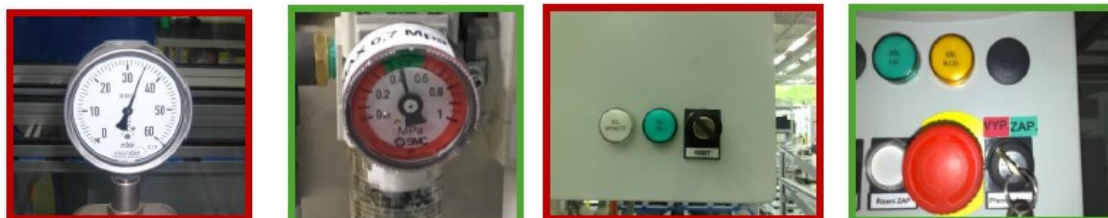
Pojmem MUDA jsou označovány všechny typy plýtvání a ztrát způsobujících snižování efektivity organizace. Cílem se odstranit toto plýtvání z procesu.



Obrázek 26 Muda analýza

Krok 3 - Vizualizace a standardy

V kroku 3 se budou tvořit standardy a vizualizace. Standard jako soubor pravidel pro výkon odborných činností spojených s vytvářením rozvoje a využívání informací na pracovištích.





Obrázek 27 Vizualizace a standardy

Krok 4 - Chyba na člověka

V kroku 4 budou vytvořeny matice ukazující souvislost mezi chybami na produktu a místem, kde tyto chyby vznikají. Dělí chyby na chyby způsobené člověkem, strojem, materiálem či metodou a určuje priority jejich řešení.

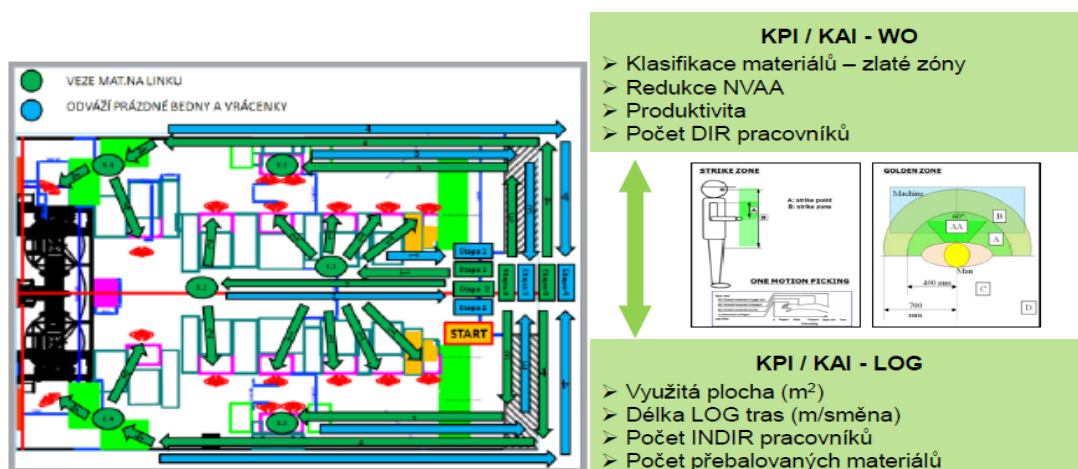
Human Error - lidská chyba je koncept pro vysvětlení poruchy, nehody nebo jiné nezamýšlené nedostatky z provozu zařízení nebo systému, kde došlo k chybě z důvodu ovlivnění činností lidského operátora. Jinými slovy - o lidské chybě se hovoří tehdy, když nehodu způsobí člověk.

		Samostatná údržba/Organizace pracoviště/Volba vhodných operátorů k preventivně - proaktivním krokům					 WCM		
Závod:					Přijmeti:		oČ.:		
Klasifikovaný operátor:	Jméno:				Přijmeti:		aktuální středisko:		
Klasifikace vytvořená pro:	Jméno:				Přijmeti:				
4 Kroky pro schopné operátory (Krok 1, Krok 2, Krok 3, Krok 4)									
1. Zkušenosti a smlouva							ANO	NE	
1	Má operátor méně než jednoleté zkušenosti?								
2. Požadavky									
1	Rozumí procesu, produkci a funkci; pracovní proces je správný	Konečné hodnocení				2,0			
2	Rozumí vlastnostem materiálu, ovládá jej; správně upravuje a nastavuje	Úroveň operátora (AM)				 Legenda: 0 < KROK 1 ≤ 2 2 < KROK 2 ≤ 3 3 < KROK 3 ≤ 4.5 KROK 4 > 4.5			
3	Okamžitě odhalování procesních abnormalit; ihned stanovuje opatření	Úroveň operátora (WO)							
4	Dosahuje 0 odstávek a 0 vad s pomocí PM a QC lidí. Odpovídá za denní produkci.	Konečné hodnocení operátora...							
3. METODOLOGIE & TECHNIKA									
		Úroveň	1	2	3	4	5	Jednotlivé výsledky	Celkový výsledek
3.a	Metodologie: AM/WO: - KROK 1, KROK 2, KROK 3 - Quick Kaizen	Popis	Neví, nerozumí	Zná, ale není schopný použít	Zná, umí použít, ale ne dobře	Je schopen použít dobře	Může použít; učitelné	3	
		Vložte "x"			x				
3.b	Technické AM: - Rozjezd / odstavení procesu - Seřazení (přehazování) procesu	Popis	Neví, nerozumí	Zná, ale není schopný použít	Zná, umí použít, ale ne dobře	Je schopen použít dobře	Může použít; učitelné	4	
		Vložte "x"							

Obrázek 28 Ukázka matice⁹

Krok 5 - Spolupráce WO a logistiky

V kroku 5 se bude optimalizovat zavážení materiálem, layout, logistické trasy a cílem tohoto kroku bude redukce pohybů a nakládání s materiálem



Obrázek 29 Vizualizace logistiky⁹

Krok 6 - LCA - Nízkonákladová automatizace

V kroku 6 bude řešena nízkonákladová automatizace. Je to technika, která dosahuje určitý stupeň automatizace s existujícími zařízeními, nástroji, metodami, lidmi, a to při využití standardních komponentů, jež jsou dostupné na trhu.

Základ LCA:

- Nízké náklady
- Lehká montáž a demontáž
- Jednoduchost



Obrázek 30 Nízkonákladová automatizace

Krok 7 - Zavedeno WO, standardní pracovní sekvence

V posledním kroku se plně zavede systém WO, přičemž závěrečný audit musí dosáhnout nejméně 90 %.

Status			
O	OTEVŘENO	0	0%
PT	PO TERMÍNU	0	0%
D	DOKONČENO	238	100%
Z	ZRUŠENO	0	0%
CELKEM		238	100%

Obrázek 31 Plné zavedení WO

5. Vyhodnocení provedených opatření

Na montážní linku bylo zaváděno postupně v jednotlivých krocích World Class Manufacturing a s tím související Workplace Organisation. Na zavedení všech jednotlivých kroků je však třeba delší časový interval. Proto tato práce popisuje pouze zavedení těchto systémů pouze do kroku 2. Další kroky budou zavedeny v příštích měsících.

Zavedením prvního kroku byly analyzovány spadené díly, které kontaminují linku, byla vytvořena mapa její kontaminace. Z analýzy spadených dílů bylo zřejmé, které díly se na kontaminaci podílejí nejčastěji a na kterých pracovištích je kontaminace největší. Poté byla navržena nápravná opatření. Jejich zavedením se kontaminace linky snížila, tudíž tato část prvního kroku byla úspěšná a díky tomuto se náklady na materiál pro linku sníží. V další části prvního kroku se prováděla analýza úklidu a čištění linky. Byly změřeny časy jednotlivých úklidů, které se zde provádí, a označila se místa obtížně čistitelná. Na tato problémová místa byla navržena nápravná opatření. V průběhu jejich zavádění byly časy úklidu opět měřeny. Touto částí prvního kroku se podařilo snížit čas úklidu, a tím i snížit prostoje ve výrobě.

V druhém kroku byla na lince analyzována ergonomie jednotlivých pracovišť. Na základě analýzy bylo vyhodnoceno, do jakých zón jednotlivá pracoviště náleží, a dále byl vytvořen 3D model jednotlivých zón. Dále se připravují úpravy ergonomie pracovišť. Zavedením tohoto kroku se sníží svalová zátěž pracovníků na lince, a tak bude jejich práce efektivnější.

Po zavedení prvních dvou kroků je jasně viditelné, že World Class Manufacturing a s tím související Workplace Organisation má velký přínos pro výrobu na montážních linkách, neboť snižuje náklady a zefektivňuje výrobu.

Závěr

Cílem bakalářské práce byla racionalizace výrobní linky pro přední světlometry ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o. V první části práce byly popsány výrobní linky, návrh výrobních linek a výrobní systémy, které se na linkách využívají. Následně byla nastíněna problematika World Class Manufacturing a Workplace Organisation. V další části byla popsána konkrétní výrobní linka a jednotlivá pracoviště s pracovním postupem. Dále se na výrobní linku zavádělo World Class Manufacturing, provedly se jednotlivé analýzy nezbytné pro jeho zavedení a byla navržena nápravná opatření a následná analýza pro zjištění jejich účinnosti nápravných opatření.

Metody World Class Manufacturing a Workplace Organisation jsou metody pro řízenou optimalizaci výrobních procesů, udržování a zvyšování kvality. Souvisí s plněním očekávání zákazníků a snižuje výrobní náklady. Zavádění optimalizačních metod je prováděno v dlouhém časovém horizontu. Stanovené standardy musí být dodrženy a veškeré kroky musí dodržovat sled činností, které jsou stanoveny plánem.

World Class Manufacturing a Workplace Organisation jsou metody, které závisí na operátorech, kteří na výrobní lince pracují. Operátoři se zapojují do optimalizačních procesů a navrhují podněty ke zlepšení chodu linky a usnadnění montáže. Takové zapojení operátorů do optimalizačních procesů zvýší jejich zájem o zlepšování výrobní linky.

Tato bakalářská práce se věnovala hlavně zavedením Workplace Organisation na pracoviště. Povedlo se navrhnout možné změny ve výrobním procesu a tyto změny byly použity na výrobní lince. Po provedení analýzy byly vyhodnoceny tyto změny jako přínosné pro výrobní linku. Povedlo se tím pádem snížit náklady a zefektivnit výrobu.

Zavádění World Class Manufacturing a Workplace Organisation ještě probíhá a dokončení těchto optimalizačních metod je naplánováno na konec roku 2019.

Seznam použité literatury

- [1] REKIEK, Brahim a Alain DELCHAMBRE. *Assembly line design: the balancing of mixed-model hybrid assembly lines with genetic algorithms*. London: Springer, 2006. ISBN 18-462-8112-1.
- [2] DE LIT, P. A new philosophy for the design of a product and its assembly line. *ISATP99*. 1999, 1999(5), 381-386.
- [3] DELCHAMBRE, A. *CAD method for industrial assembly: concurrent design of products, equipment, and control systems*. 1. New York: Wiley, 1996. ISBN 0471962619.
- [4] BOOTHROYD, G. *Assembly automation and product design*. 2nd ed. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 2005. ISBN 978-1574446432.
- [5] KOŠTURIÁK, Ján. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. ISBN 80-7100-553-3.
- [6] PAHL, G., Ken. WALLACE a Luciënne. BLESSING. *Engineering design: a systematic approach*. 3rd ed. London: Springer, 2007. ISBN 978-1-84628-319-2.
- [7] RICHARD J. SCHONBERGER., *World class manufacturing: the lessons of simplicity applied*. 1. New York: Free Press, 2008. ISBN 9781416592549.
- [8] SCHONBERGER, Richard. *World class manufacturing: the next decade : building power, strength, and value*. 1. New York: Free Press, 1996. ISBN 9780684823034.
- [9] *Interní dokumenty Hella Mohelnice*. b.r.
- [10] Hella. *Hella.com* [online]. Mohelnice: Hella, 2017 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://www.hella.com/hella-cz/cs/O-spolecnosti-2816.html>
- [11] Hella Mohelnice. *Hella.com* [online]. Mohelnice: Hella, 2017 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://www.hella.com/hella-cz/cs/HELLA-v-Mohelnici-903.html>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma informačních toků ALD	10
Obrázek 2 LL problémy	11
Obrázek 3 Souběžný návrh AL	11
Obrázek 4 Vývojový diagram CE	12
Obrázek 5 Koeficient CEZ (celková efektivita zařízení)	19
Obrázek 6 World Class Manufacturing	22
Obrázek 7 Cíle World Class Manufacturing	24
Obrázek 8 Organizace pracoviště	25
Obrázek 9 HELLA Mohelnice	28
Obrázek 10 Přední světlomet vyráběný na lince	29
Obrázek 11 Layout výrobní linky	29
Obrázek 12 Přehled kroků WO	42
Obrázek 13 Příklad vizualizace prvního kroku	43
Obrázek 14 Chybějící krytk	44
Obrázek 15 Uvolněná matka	44
Obrázek 16 Kapající ventil.....	44
Obrázek 17 Tag karta	44
Obrázek 18 Sběr spadených dílů.....	45
Obrázek 19 Mapa kontaminace.....	47
Obrázek 20 Příklady špatně dostupných míst	50
Obrázek 21 Standardizace úklidu.....	50
Obrázek 22 Monitoring úklidu	51
Obrázek 23 Ergonomie pracovišť	52
Obrázek 24 Přípravek na Muri analýzu.....	53
Obrázek 25 3D model linky se zlatými zónami	54
Obrázek 26 Muda analýza.....	54
Obrázek 27 Vizualizace a standardy	55
Obrázek 28 Ukázka matice	55
Obrázek 29 Vizualizace logistiky	56
Obrázek 30 Nízkonákladová automatizace	56
Obrázek 31 Plné zavedení WO	56

Seznam tabulek

Tabulka 1 Ukazatelé WO	41
Tabulka 2 Rozvržení jednotlivých kroků WO	42
Tabulka 3 Indikátory aktivit	43
Tabulka 4 Spadené díly 1/3	45
Tabulka 5 Spadené díly 2/3	46
Tabulka 6 Spadené díly 3/3	46
Tabulka 7 Nápravná opatření	48
Tabulka 8 Výsledek Muri analýzy	53

Seznam grafů

Graf 1 Potřeby WCM	41
Graf 2 Spadené díly na jednotlivé pracoviště.....	47
Graf 3 Spadené díly.....	47
Graf 4 Přehled spadených dílů	49
Graf 5 Měření času úklidu.....	49
Graf 6 Výsledek analýzy úklidu.....	51
Graf 7 MURA analýza	54