

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301      Strojní inženýrství

Studijní obor:            2301T007    Průmyslové inženýrství a management

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vývoj a realizace výrobního pracoviště a tréninkového centra pro nové  
zaměstnance

Autor:                      **Bc. Jan Wieser**

Vedoucí práce:            **Doc. Ing Milan Edl, Ph.D**

Akademický rok 2019/2020



## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne:

podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Doc. Ing. Milanu Edlovi Ph.D. za vedení mé diplomové práce, za cenné rady a doporučení během její přípravy.

Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům ze společnosti Dura Blatná k.s., kteří mi byli oporou při tvorbě praktické části této studie.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Wieser	<b>Jméno</b> Jan	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Edl, PhD	<b>Jméno</b> Milan	
<b>PRACOVISTĚ</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Vývoj a realizace výrobního pracoviště a tréninkového centra pro nové zaměstnance		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	66
---------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce se zabývá reorganizací a vylepšením pracoviště v sériové výrobě tak, aby splňovalo požadované předpoklady štihlé výroby. Dále je práce zaměřena na proces zaškolování nového pracovníka do výrobního procesu s cílem snížit časovou náročnost na minimum a generovat úspory dosažené dodržováním standardizovaného zaškolovacího a následně pracovního procesu.
---	---

<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Cross car beam, Lean, Vizuální management, štíhlá výroba, zaškolovací proces
----------------------	--

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Bc. Wieser	<b>Name</b> Jan	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301T007 “ Industrial Engineering and Management“		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Edl, PhD.	<b>Name</b> Milan	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Develop and realisation of a working station and the training course for new employees		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial Engineering and Management	<b>SUBMITTED IN</b>	2020
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	66
----------------	----

<p><b>BRIEF DESCRIPTION</b></p> <p><b>TOPIC, GOAL, RESULTS</b></p> <p><b>AND CONTRIBUTIONS</b></p>	<p>This diploma thesis shows how could efficient type of training and language free system of production and work organisation save cost of production and improve the production performance during the production shift.</p>
<p><b>KEY WORDS</b></p>	<p>Cross car beam, Lean, Visual management, LEAN production, training proces</p>



## Obsah

Seznam obrázků.....	12
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	14
1. Úvod .....	15
2. Cíl práce .....	16
3. Teoretická část.....	17
3.1 Štíhlá výroba (LEAN).....	17
3.2 8 druhů plýtvání .....	18
3.3 Kaizen.....	19
3.4 6S.....	19
3.5 Ergonomie .....	21
3.6 Standardizace .....	22
3.7 Totálně produktivní údržba (TPM) .....	22
3.8 MOST analýza.....	23
3.9 Line balancing.....	24
3.10 OEE.....	24
4. Praktická část.....	26
4.1 Dura Automotive .....	26
4.2 Strategie podniku .....	28
4.3 Výroba Cross car beamů (CCB) .....	28

4.4	<i>Svařovací cely A-31</i> .....	31
4.4.1.	Svařovací robot Robolution.....	31
4.4.2.	Svařovací přípravek Robolution.....	32
4.4.3.	Požadavek na optimalizaci svařovací cely .....	34
4.4.4	Pracovní cyklus zakládání do svařovacího přípravku .....	35
4.5	<i>Návrh na zlepšení pracoviště Svařovací cely</i> .....	37
4.6.	<i>Předmět zkoumání</i> .....	38
4.7.	<i>Color Coding</i> .....	38
4.7.1	Regál se vstupními díly .....	39
4.7.2	Regál se vstupními díly .....	41
4.7.3	Návrh nového regálu a značení .....	41
4.8.	<i>Svařovací přípravek</i> .....	42
4.8	<i>Tréninkové centrum</i> .....	43
4.8.1	Flowrack pro tréninkové centrum .....	46
4.8.2	Návrh na úpravu svařovacího přípravku .....	47
4.9	<i>Implementace Color Codingu do praxe</i> .....	48
4.9.1	Testování Color Codingu .....	49
4.9.2	Eliminace nedostatků Color Codingu.....	51
4.9.3	Redukce barev.....	51
4.9.4	Nový způsob značení regálu a přípravku.....	52
4.9.5	Vylepšení bufferů uvnitř svařovací cely .....	54

4.10	<i>Color Coding II</i> .....	55
	Přínosy <i>Color Codingu II</i> .....	55
5	Zhodnocení studie .....	57
5.1	<i>Přínos z pohledu zaškolení operátora</i> .....	57
5.2	<i>Úspora díky zkrácení cyklového času svařovací cely</i> .....	59
6	Závěr.....	61
7	Seznam příloh.....	62
9	Seznam zdrojů .....	63
	Přílohy.....	64

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Systém tahu a tlaku [13] .....	18
Obrázek 2: Sklada ceny výrobku napříč automotive podniky [13] .....	18
Obrázek 3: Princip fungování 6S [13].....	21
Obrázek 4: Ergonomie pracoviště [4] .....	21
Obrázek 5: Význam standardizace [4] .....	22
Obrázek 6 Filozofie TPM [1].....	22
Obrázek 7: Porovnání TPM ve výrobě s lékařstvím [4] .....	23
Obrázek 8: příklad Linebalancingu v běžné výrobě [13].....	24
Obrázek 9: koloběh OEE [4].....	25
Obrázek 10: Dura Automotive Systems ve světě [4] .....	27
Obrázek 11: Klíčoví zákazníci Dura Automotive Systems [4].....	27
Obrázek 12: Cesta k výrobní dokonalosti AOE [4] .....	28
Obrázek 13: Cross Car Beam [13] .....	29
Obrázek 14: Rozvržení výrobních hal v Dura Blatná k.s. [12] .....	30
Obrázek 15: Layout výrobní Haly A [12].....	31
Obrázek 16: Svařovací cela A-31 [12].....	31
Obrázek 17: Svařovací robot Robolution [12].....	32
Obrázek 18: Založený CCB ve svařovacím přípravku - model [12].....	34
Obrázek 19: Layout pracoviště svařovací cely A-31- detail [12].....	39
Obrázek 20: Názorné zobrazení implementace Color Codingu [13] .....	40
Obrázek 21: Značení regálu se vstupními díly [13] .....	42
Obrázek 22: Detail založeného vstupního dílu a značení upínek [13].....	43
Obrázek 23: Svařovací přípravek v tréninkovém centru [13].....	44
Obrázek 24: Porovnání efektivity zakládání při postupování dle Color Codingu [13] ....	45
Obrázek 25: Vlastní konstrukce a montáž regálu pro tréninkové centrum [13] .....	46
Obrázek 26: Návrh trubkového regálu pro výrobu dle vzoru tréninkového centra [11]..	47
Obrázek 27: Návrh vozíku na hokejky [11].....	48
Obrázek 28: MOST analýza stávajícího stavu [13] .....	49
Obrázek 29: Zóning pracoviště [13] .....	49
Obrázek 30: MOST analýza po zavedení systému Color Coding [13] .....	50
Obrázek 31: Upgrade Color Codingu na Color Coding II [13] .....	52
Obrázek 32: Implementace Color Codingu II na svařovací přípravek [13] .....	53

Obrázek 33: Upgradované značení regálu se vstupními díly pro Color Coding II [13] ..	53
Obrázek 34: Návrh na úpravu plnění vnitřních bufferů svařovacích cel [13] .....	54
Obrázek 35: MOST analýza po zavedení systému Color Coding II [13] .....	55
Obrázek 36: Rostoucí trend OEE po zavedení Color Codingu [12].....	56
Obrázek 37: Časová úspora v zaškolení při použití Color Codingu [13] .....	58

## Seznam použitých zkratk a symbolů

AOE = Achieving Operational Excellence (dosahování výrobní dokonalosti)  
CC = Color Coding  
CCII = Color Coding II  
CCB = Cross Car Beam (příčný palubní nosník)  
CT = Cycle time (cyklový čas)  
TPM = Total productive maintenance (totálně produktivní údržba)  
TT = Takt time (čas jednoho taktu stroje)  
SC = Welding Cell (svařovací cela)  
MOST = Mission, objectives, strategy, tactics (mise, objekty, strategie, taktika)  
OEE = Overall efficiency effectiveness (Celková účinnost efektivity)

## 1. Úvod

Na konci roku 2018 jsem nastoupil na pozici průmyslového inženýra do firmy Dura Blatná k.s., což je jedna z poboček amerického koncernu Dura Automotive Systems. Tento americký koncern je zaměřen především na sériovou výrobu součástí a podsestav vozů různých světových značek. Všechny pobočky, které jsou rozmístěné po skoro všech kontinentech, velice dbají na štihlou výrobu. K tomu samozřejmě neodmyslitelně patří procesy neustálého zlepšování. Pro výběr motivačních strategií je determinujícím kritériem optimální využití lidských zdrojů. [1] Dohled nad dodržováním Lean systému řízení výroby, drží oddělení Continuous improvement, jehož jsem právě od podzimu 2018 členem. Jelikož i blatenský podnik skýtá zaměstnání pro několik stovek zahraničních zaměstnanců, kteří nehovoří ani českým, ani anglickým jazykem, vznikají přirozeně časté problémy v komunikaci. To v sériové výrobě, která je řízená tahovým systémem a odvolávkami předních světových prodejců automobilů, samozřejmě působí velké problémy. Zahraniční zaměstnanci se dlouho učí jednotlivé pracovní procesy. Blatenský podnik je zaměřen z velké části na svařování podpůrných sestav pro palubní desky. Svařence jsou tvořeny na automatických svařovacích celách, do kterých zpravidla dva operátoři zakládají díly ke svaření. Optimalizovat pracoviště tak, aby nedocházelo k chybám při zakládání, následným poškozením svařovacích cel, či neplnění výrobního cíle, byl můj první kvartální cíl, poté co jsem nastoupil do zaměstnání. Proto tento projekt využiji jako téma této studie.

## **2. Cíl práce**

Cílem této studie je zhodnotit stávající stav zaškolování nových operátorů v sériové výrobě a jejich pracoviště a na základě zhodnocení stávajícího stavu navrhnout možná řešení, jak zefektivnit proces zaškolování a standardizovat pracoviště pro operátora tak, aby byl schopný plnit výrobní cíl. K návrhům jak vylepšit zaškolovací proces a zeštíhlit pracoviště budu využívat metod průmyslového inženýrství, především pak MOST Analýz, stopování standardizace a dalších. V závěru této studie zhodnotím přínosy aplikovaných zlepšení včetně potenciálních finančních přínosů.

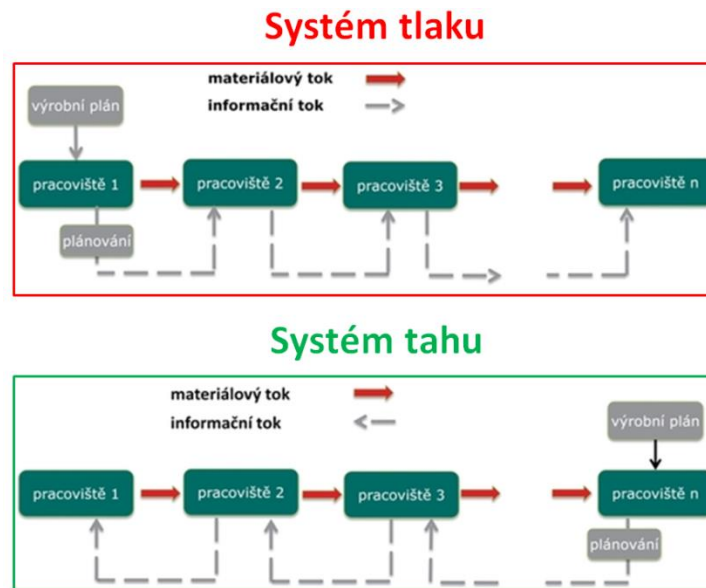


### 3. Teoretická část

Teoretická část této studie bude pojednávat o procesu štíhlé výroby, dále teoretická část práce uvede všechny nástroje, které jsou potřebné k finalizaci části praktické. Jedná se o nástroje, které se běžně používají ve štíhlých výrobních a jsou jimi například: MOST analýza, Line balancing, TPM, výpočet efektivity (OEE) a další.

#### 3.1 Štíhlá výroba (LEAN)

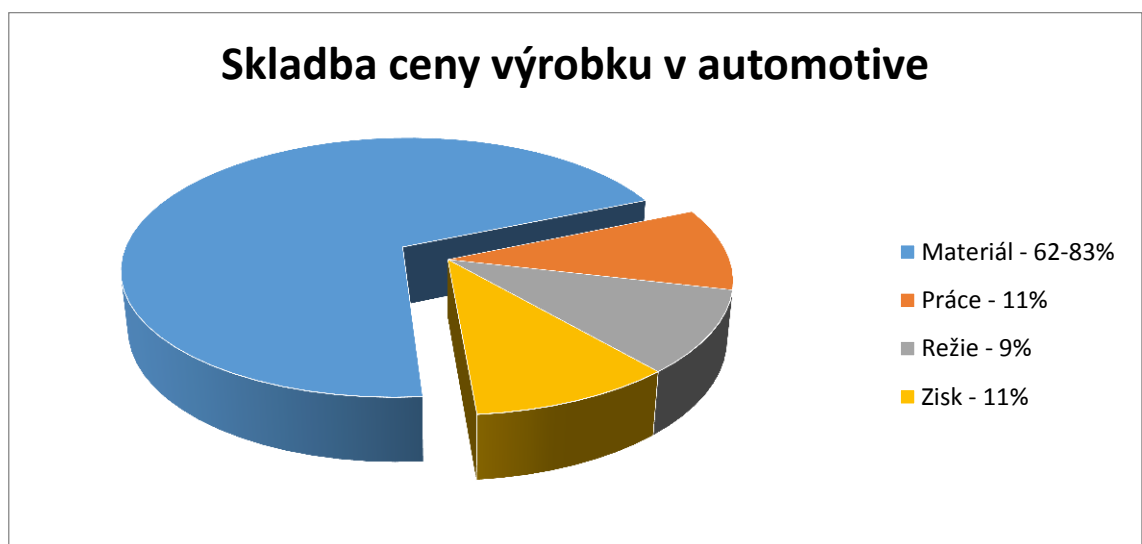
Pod pojmem štíhlé výroby, nebo někdy používaného výrazu LEAN, si můžeme představit soustavu metod, které vedou k optimální a nejlacinější cestě k výrobě finálního produktu, za předpokladu zachování potřebné kvality. Touto cestou se poprvé v historii vydala japonská automobilová firma Toyota po druhé světové válce. Díky tomu jsou dnes vozy Toyota řazeny mezi ty nejodolnější a nejspolehlivější na světě. Systém výroby firmy Toyota (Toyota production system, TPS) je jedinečným přístupem firmy Toyota k výrobě. Tvoří značný základ toho, co vzniklo v rámci hnutí „štíhlé“ výroby, jež v posledních zhruba deseti letech hraje hlavní roli úlohu (spolu s přístupy Six Sigma) mezi trendy, které se prosazují v oblasti výroby.[2] Zakladateli tohoto systému jsou Taichi Ohno a Shigeo Shingo. Štíhlý systém výroby znamená, že výrobní závod vyrábí podle požadavků zákazníka, tzv. tahovým systémem. Štíhlá výroba znamená eliminovat pokud možno všechno plýtvání a neustále zkracovat procesní časy. Díky těmto krokům podnik prochází procesem neustálého zlepšování, postupně snižuje svoje náklady a zvyšuje svoje zisky. Taichi Ohno a jeho spolupracovníci byli v padesátých letech minulého století oslněni významem supermarketů v každodenním životě Spojených států. Supermarket se zmocnil představitosti maloobchodníků v Japonsku, kam byl také přenesen a kde jej Ohno podrobil dalšímu pozornému zkoumání [2]



Obrázek 1: Systém tahu a tlaku [13]

### 3.2 8 druhů plýtvání

Eliminace plýtvání je primární cíl každé štíhlé výroby a výrazně ovlivňuje skladbu ceny finálního produktu a velikost zisku. Zisk je jedním ze základních ekonomických pojmů. Počítá se jako rozdíl mezi výnosy a náklady. Dosahování zisku je jeden z cílů fungování podniků a firem; hledání zisku je jednou ze základních charakteristik kapitalismu. [10]



Obrázek 2: Sklada ceny výrobku napříč automotive podniky [13]

Před samotnou definicí plýtvání, musíme ještě porozumět pojmu hodnota. Hodnota je něco, za co je zákazník ochoten zaplatit. Hodnota tedy vzniká při takové činnosti, která přetváří

efektivně produkt z jedné formy na jinou, čímž se přibližuje k finálnímu výrobku dle specifikace zákazníka. Plýtváním pak tedy chápeme každou činnost, která přidává náklady, nebo čas, ale nezvyšuje hodnotu výrobku. V praxi to znamená, že se spotřebovává více zdrojů (čas, peníze, prostor a další), než kolik zdrojů je ve skutečnosti potřeba pro výrobu zboží, nebo poskytnutí služeb, které požaduje zákazník. Osm druhů plýtvání tedy v praxi představuje: Nadvýrobu, zásoby, transport, manipulace, čekání, chyby pracovníků, špatný postup výroby (zmetky), chyby pracovníků a v neposlední řadě nevyužité myšlenky a nápady.

### 3.3 Kaizen

Pod slovem Kaizen, si ve většině podniků, kde se tento termín vyskytuje, každý představí český výraz zlepšovák. KAI = změna, ZEN = dobrá. V praxi tento pojem znamená jistou množinu drobných zlepšení, které ve výsledku vedou k neustálému zlepšování. Kaizen (z japonštiny, "zlepšení" nebo "změna k lepšímu") odkazuje na filozofii či postupy při zlepšování procesů ve výrobě a to zejména ve strojírenství a řízení podniků. Kaizen byl prvně realizován v japonských firmách po 2. světové válce. Zčásti ovlivnil americké podnikání a řízení kvality výroby. Podstata pojmu Kaizen jednoduše znamená neustálé zlepšování. Japonští manažeři obecně tvrdí, že na prvním místě není zisk, ale kvalita, jelikož pokud se postaráte o kvalitu, tak zisk se zákonitě dostaví. [7]

Dura Automotive filozofii Kaizen výrazně podporuje. Díky Kaizenům totiž eliminuje částečně plýtvání vzniklé nevyužitým potenciálem zaměstnance. Ve firmě Dura, může každý zaměstnanec svoje nápady psát do speciálního kaizenového formuláře, který je k dispozici na všech výrobních pracovištích. Kaizen komise následně návrhy na Kaizeny vyhodnocuje a podavatele Kaizenů odměňuje.

### 3.4 6S

Ve štíhlé výrobě je velice známý pojem 5S. v podstatě se jedná o uspořádání pracoviště tak, aby bylo eliminované plýtvání. Výrobní systém Dura, si známé 5S přetvořil k obrazu svému, tak, že přidal ještě jeden bod, a sice bezpečnost na pracovišti. Dodržováním všech bodů 6S můžeme pracoviště udržet v požadovaném stavu a eliminujeme plýtvání, což je hlavní cíl 6S.

#### **1S Seiri – vytrídít**

Prvním bodem Seiri, rozumíme vytrídít na pracovišti všechny nepotřebné nástroje a ostatní předměty. Je potřeba jasně identifikovat, co je na pracovišti zbytečné ať už se jedná o materiál,

nástroje, zásoby, ale i třeba úkony bez přidané hodnoty. Od podlahy ke stropu je potřeba vytipovat výše uvedené věci a označit je. Mohou nám při takovémto jednání pomoci tři otázky a sice: Je předmět potřebný, pokud ano, tak v jakém množství a kde by měl být umístěn.

### **2S Seiton - uspořádat**

Je potřeba mít věci na správném místě, aby byly k použití ve správný čas. Proto bychom měli dbát na to, aby měl každý předmět jasně definované své stálé místo, abychom ho zde vždy našli.

### **3S Seiso – uklidit**

Denně je potřeba provádět úklid, čištění nástrojů a údržbu zařízení. Pravidelnost těchto činností v praxi v podnicích obstarává systém TPM. Správně standardizované a čisté pracoviště napomáhá k udržení kvality, bezpečnosti práce a údržbě strojů.

### **4S Seiketsu - standardizace**

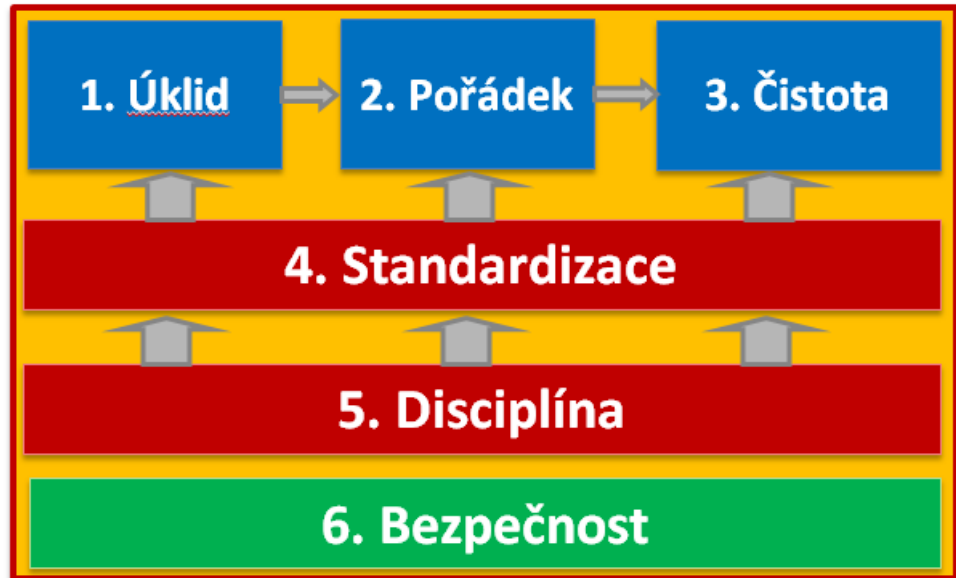
Je potřeba zavést a dodržovat standardy čistoty, tak ať každý tým i jednotlivec zodpovídá za své pracoviště. Nedovolit, aby se věci vrátili do starých kolejí. V Dura automotive je 6S řešeno pomocí 6S standardů, které jsou rozlišené na formuláře pro výrobu a pro kanceláře. Standardy jsou aktualizovány podle změn na pracovišti, které jsou foceny a vkládány přímo do formuláře.

#### **3.4.5 5S Shitsuke - disciplína**

Je dobré nespoléhat na úklid až na konci směny, uklízet stále a pořádkem. Upozorňovat spolupracovníky v případě jejich zanedbání úklidových pravidel. Úklidová disciplína se všem musí dostat do krve. Páté S je řazeno mezi nejnáročnější na udržení, zároveň se však dá předpokládat, že pokud po vzoru pátého S budou zaměstnanci dodržovat všechny ostatní body, systém bude fungovat tak, jak má a dosavadní nechtěné plýtvání bude odstraněno.

### **6S Anzeisei – bezpečnost**

Společnost Dura Automotive Systems si ke známému systému 5S přidala ještě jeden bod, kterým je bezpečnost. Dodržováním bezpečnostních pravidel, předcházíme k prodlevám způsobených pracovními úrazy. Proto je potřeba používat předepsané pracovní pomůcky a vybavení, být seznámen se všemi pracovními riziky, které musí být na pracovišti značeny příslušnou standardizovanou značkou. Dodržovat vizuální management při značení pomůcek a zónování pracoviště.

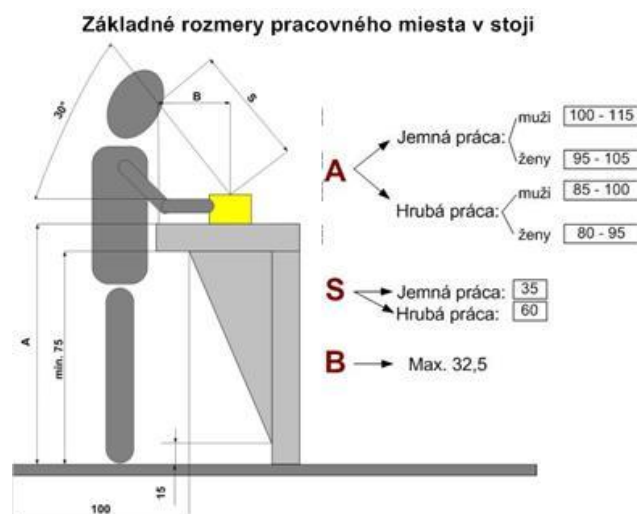


Obrázek 3: Princip fungování 6S [13]

### 3.5 Ergonomie

Ergonomie je výraz z řečtiny **ergon** - práce a **nomos** - zákon

Ergonomie představuje optimální řešení pracoviště z pohledu potřeb člověka, pracovního prostředí a pracovních podmínek, a to zejména stanovením vhodných rozměrů a tvarů nástrojů, regálů a jiných předmětů a jejich uspořádání v pracovním prostředí a stanovení optimálních rozměrů a maximálních dosažitelných vzdáleností. Čím lepší je pracovní prostor přizpůsobený předpokládané práci člověka, tím vyšší je i kultura a produktivita jeho práce. [8]



Obrázek 4: Ergonomie pracoviště [4]

### 3.6 Standardizace

Pojmem standardizace se rozumí dokumentace pracovních činností, které jsou opakovaně vykonávány. Díky standardizaci jak nástrojů, tak celých pracovních procesů, eliminujeme plýtvání, ke kterému by mohlo dojít v procesech nesjednocených standardy. Metody standardizace ve výrobních podnicích vedou k dosažení kompatibility a lepší koordinace výrobního procesu. Koncerny sjednocující podniky se sériovou výrobou tak mohou centrálně modifikovat a měnit výrobní proces, díky využívání sjednocených výrobních postupů. Účelem je taktéž dosažení co možná největší kvality, úrovně bezpečnosti a produktivity při procesech neustálého zlepšování, které se opakují, nebo je u nich předvídatelný výstup práce

Požadavek zákazníka:



Lidská tvořivost:



Obrázek 5: Význam standardizace [4]

### 3.7 Totálně produktivní údržba (TPM)

Totálně produktivní údržba (TPM) je produktivní údržba prováděná na celopodnikové bázi. [3] TPM je nástroj permanentního zvyšování celkové efektivity strojů s aktivní účastí operátorů. Slovo „totální“ v sobě zahrnuje několik významů:

- **efektivnost výrobního zařízení** zajišťující vyšší ekonomický zisk
- **systém údržby** zahrnující preventivní údržbu a zlepšování
- **účast všech zaměstnanců** (obsluh, údržbářů, techniků, manažerů)
- **zahrnutí všech zařízení** (limitující stroje však jako první)

Cíle TPM jsou nulové neplánované prostoje, které mohou být způsobeny vadami strojů. Závady strojů omezují plynulost výroby, což vede ke ztrátám a plýtvání. Program TPM můžeme srovnat se zdravotní péčí – lze ho chápat jako "preventivní lékařství".



Obrázek 7: Porovnání TPM ve výrobě s lékařstvím [4]

### 3.8 MOST analýza

Analýza MOST (někdy též **M.O.S.T.**) je analytická technika používaná při strategickém plánování a tvorbě strategie. Podstatou analýzy MOST je provést jednotlivé kroky strategického plánování v následujícím pořadí. Nejprve je vymezeno poslání organizace, pak její cíle, následně strategie a konečně taktika. Výsledky časových studií se zaznamenávají do formuláře, který shrnuje jednotlivé údaje a umožňuje každému zhodnotit časovou náročnost jednotlivých elementů i celé operace. [3]

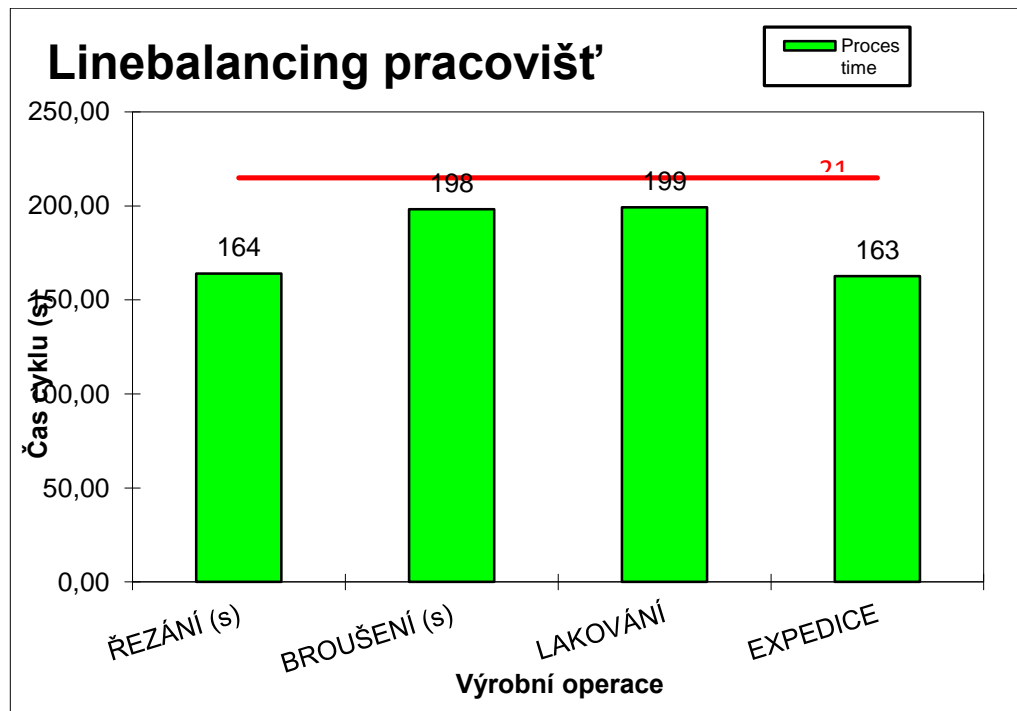
MOST je akronym z anglických slov:

- **M** - Mission (poslání)
- **O** - Objectives (cíle)
- **S** - Strategy (strategie)
- **T** - Tactics (taktika)

**Využití analýzy MOST v praxi:** Analýza MOST se využívá při procesu tvorby strategie a to odshora dolů (MOST) i odspoda nahoru (TSOM). Analýza tak pomáhá stanovit reálné cíle a soulad s posláním organizace. Zároveň je tato metoda velice užitečná při tvorbě variant nových pracovišť. Díky této analýze dokážeme poměrně přesně stanovit časovou náročnost všech izolovaných činností, které operátor daného zařízení provádí.

### 3.9 Line balancing

Line balancing je činnost, jejímž cílem je dosáhnout relativně stejných časů cyklů jednotlivých operátorů, či zařízení na lince nebo buňce. Dochází zde ke snaze minimalizovat plýtvání způsobeného čekáním pracovníků z důvodu nevybalancování jednotlivých pracovních činností a jejich procesních časů. Tato metoda je založena na analytickém rozboru činností pomocí technik měření práce a následném přerozdělování elementů práce mezi pracovníky.

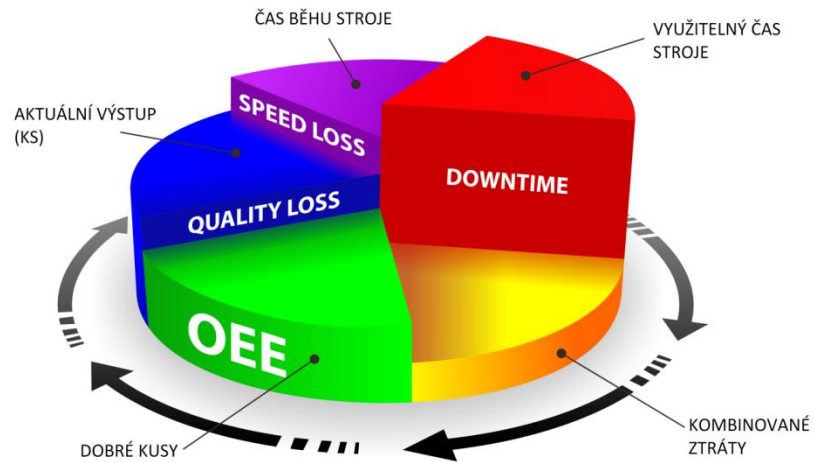


Obrázek 8: příklad Linebalancingu v běžné výrobě [13]

### 3.10 OEE

OEE je ukazatel efektivního využití zařízení, který je hojně používán ve většině automobilových produkcích. Díky tomuto ukazateli můžeme sledovat trend růstu, či poklesu produkce, která generuje zisk. Produkce je v praxi ovlivňována mnoha ukazateli, které jsou zobrazeny na následujícím obrázku





Obrázek 9: koloběh OEE [4]

**OEE** = využitelnost \* výkon \* kvalita

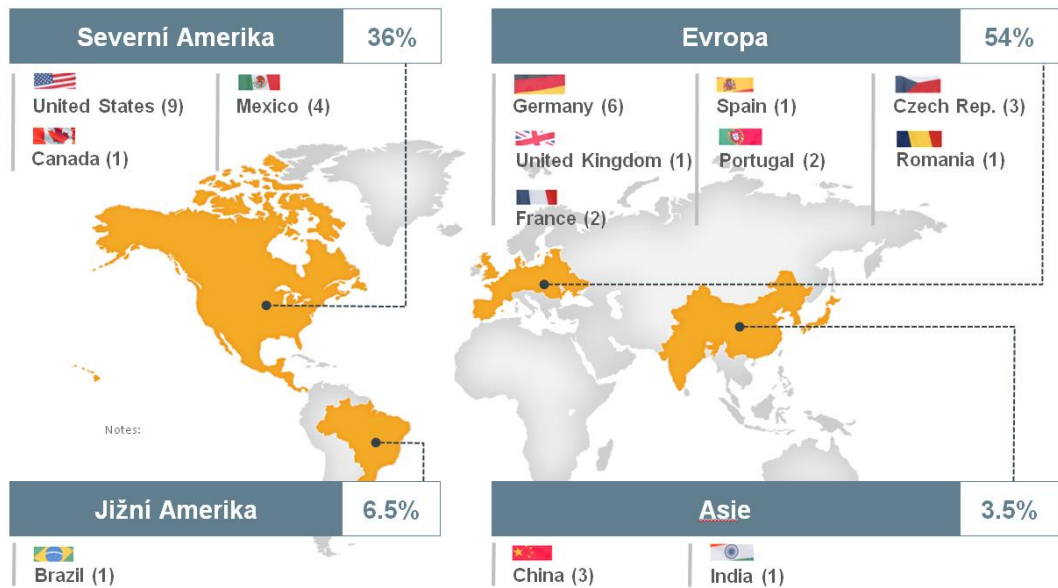
- **VYUŽITELNOST** = čas běhu stroje/možný využitelný čas
- **VÝKON** = (vyrobené kusy celkem\*ideální čas stroje)/čas běhu stroje
- **KVALITA** = (vyrobené kusy celkem – šrot)/vyrobené kusy celkem

## 4. Praktická část

Praktická část této studie bude rozdělena do několika kapitol, kde bude čtenář postupně seznámen se společností Dura Automotive systems, jejím výrobním systémem a výrobním procesem podpůrných konstrukcí palubních desek osobních automobilů, odborně zvaných Cross Car Beam. Dále bude v práci popsáno pracoviště, na který byl zaměřen můj první projekt, po nástupu do firmy Dura Blatná k.s., díky kterému závod docílil redukci operačních časů a zvýšení kvality. Projekt, který jsem vedl a i realizoval krok po kroku v praxi v blatenské Duře, jsem pojmenoval **Color Coding**, protože využívá barev a číslování. V praktické části budou jednotlivé kroky realizace Color codingu podloženy MOST analýzami, a vyhodnocení plánovaných a reálných úspor, který projekt Color coding v praxi přinesl, bude zpracováno do poslední kapitoly.

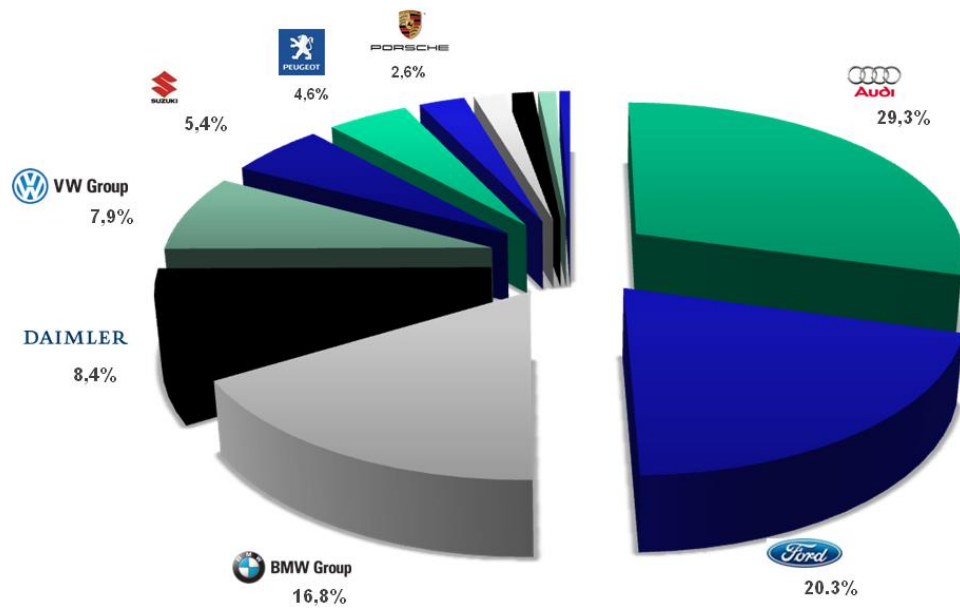
### 4.1 Dura Automotive

DURA Automotive Systems, je světovým dodavatelem v automobilovém průmyslu. Sídlo koncernu je v Auburn Hills USA. V současnosti koncern čítá více než 11 000 zaměstnanců a působí v 15 zemích, kde má celkem rozmístěno 35 závodů, z toho 3 závody jsou v České republice. Společnost se zaměřuje na výrobu dílů a náhradních součástí pro přední výrobce automotive. Největší soustředění má firma v odvětvích kontrolních systémů, kam patří: kabelové systémy, řadicí systémy a bezpečnostní prvky. Dalším odvětvím je výroba součástí pro exteriéry vozů, kam patří výroba skel pro automobily a lišt ohraničujících okna. Třetím odvětvím, které zároveň koncernu zajišťuje největší zisky, jsou konstrukční prvky vozidel, kam patří výroba Dveří a jejich struktur, Podpůrných rámců palubních desek a kokpitů automobilů a v neposlední řadě komponenty pro podvozky automobilů.



Obrázek 10: Dura Automotive Systems ve světě [4]

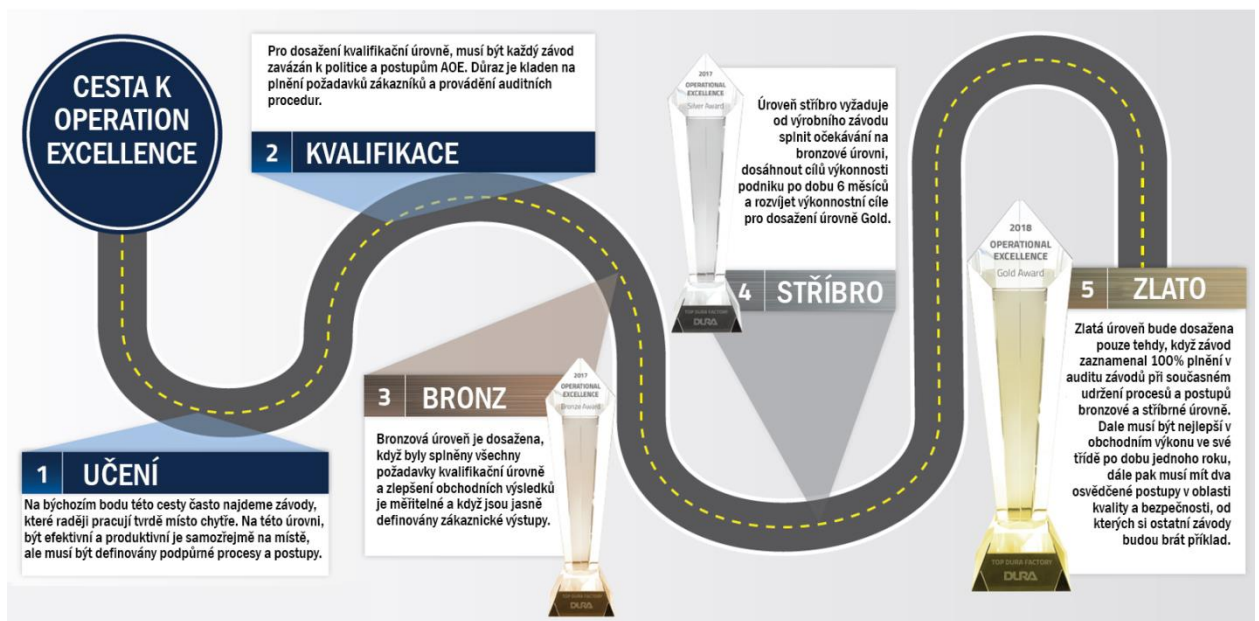
Společnost Dura automotive spolupracuje s řadou automobilových firem z nichž ty nejzásadnější jsou zobrazeny na obrázku níže



Obrázek 11: Klíčoví zákazníci Dura Automotive Systems [4]

## 4.2 Strategie podniku

Dura automotive je moderní koncern, tudíž se snaží o dodržování štíhlé výroby. Výrobní systém, zavedený v Dura automotive se nazývá DOS. V současnosti je již tento systém překonán jeho nástupcem DOS 2.0, jehož vize je, že Dura bude jednou z předních výrobních společností na světě, která bude úspěšná ve všem, čemu se věnuje. Z této vize vychází i současná mise podniku, jejíž cílem je projít všemi pilíři AOE (Achieving operational excellence), čímž uspokojí externí i interní zákazníky. DOS je silná konkurence schopná strategie a zároveň operační systém podniku. Aspekt, kterým DOS zapojuje všechny lidi v procesu za účelem vytváření produktů světové třídy, je velmi důležitý pro naše zákazníky, držitele podílů a samozřejmě zaměstnance. Dos je nový standard operačního systému pro zlepšování a udržování kvality a produktivity napříč všemy závody Dura. Tento výrobní systém však může fungovat pouze za předpokladu, že všichni zaměstnanci budou pracovat na implementaci certifikace AOE.



Obrázek 12: Cesta k výrobní dokonalosti AOE [4]

## 4.3 Výroba Cross car beamů (CCB)

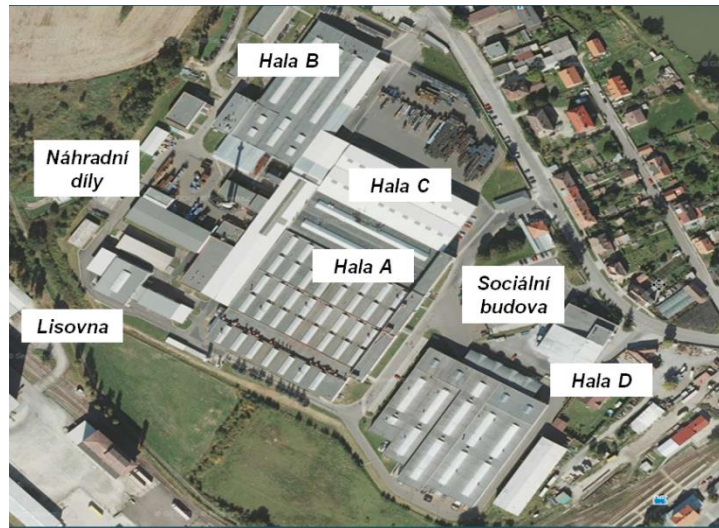
Cross car beam, tak se nazývá produkt, který tvoří více než polovinu produkce a obrátu pobočky Dura Blatná k.s. Jedná se o svařenec, nejčastěji z hliníku, který tvoří podpůrnou konstrukci palubní desky v osobních automobilech. Je tvořen z ohýbaných profilů a lisovaných součástek. Materiál na svařence je z části dodáván v podobě hliníkových profilů, které jsou následně řezány a ohýbány do požadovaného tvaru, a z části si firma finální požadovanou podobu součástek lisuje sama na pracovišti lisovny.



Obrázek 13: Cross Car Beam [13]

Veškerý vstupní materiál musí být před svařováním odmaštěn. K odmašťování dochází v odmašťovně ve speciální lázni. Odmaštěné vstupní díly jsou následně uloženy v požadovaném počtu do KLT boxů a vychystány do dlouhých regálů, opatřených kanbanovým systémem doplňování. Z těchto regálů zaváží doplňovač vláčkem KLT bedny do regálů na pracoviště svařovacích cel. Zde jsou ve spádových regálech umístěny všechny boxy se vstupními díly určenými ke svaření. Pracoviště svařovací cely je automatické zařízení, opatřené otočným stolem se dvěma zakládacími přípravky. Do těchto přípravků zakládají zpravidla dva operátoři vstupní díly ze spádového regálu v požadovaném pořadí. Po založení dílů do prvního stolu s přípravkem, dochází k automatickému svaření dílů svařovacími roboty. Při svařování zakládají operátoři do druhého svařovacího stolu. Po zavaření sestav na obou svařovacích stolech, vyjímá operátor CCB ze svařovacího přípravku a pověsí ho na otočný stojan, který slouží jako buffer pro dovařovače. Dovařovač umísťuje CCB do svařovacího přípravku a kontroluje, případně dovařuje svary po automatických robotech. Někteří zákazníci to buďto požadují, nebo je model vozidla, pro který je CCB svařován složitý a má kritické body, ve kterých je manuální dovaření podmínkou splnění požadované kvality zákazníkem. Po dovaření je svařenec umístěn na stojan, který slouží jako buffer pro paséra. Paséři umísťují CCB do speciálních kontrolních přípravků, kde mikrometrem kontrolují rozměry svařenců v problémových místech. Paséři zároveň pomocí speciálně uzpůsobených přípravků testují pevnost v ohybu a krutu určitých míst CCB. Pokud rozměry a pevnost odpovídají zákaznickem stanovené normě, je Svařenec expedován pomocí systému OCS na “nádraží“ kde je postupně opatřen záslepkami a ochrannými prvky před lakováním. Ze systému OCS jsou následně CCB převěšeny na závěsný systém podobný systému OCS. Ovšem tento systém proveze CCB lakovnou, kde je pomocí práškového lakování každý svařenec opatřen požadovanou vrstvou nástřiku. Po nalakování prochází všechny svařené konstrukce finálním auditem, který je prováděn na pracovišti opatřeném zařízením Map Vision. Toto zařízení snímá celý svařenec a dokáže v řádech tisícín

milimetru zkontrolovat požadované rozměry CCB. Zároveň je zařízení schopné snímat poresitu povrchu, která může následkem špatného odmaštění v oblasti svarů stoupat. Vyhoví-li CCB testům na zařízení Map Vision, je opatřen etiketou s razítkem manažera kvality a putuje do expedičního skladu, odkud je dále dodáván zákazníkovi.

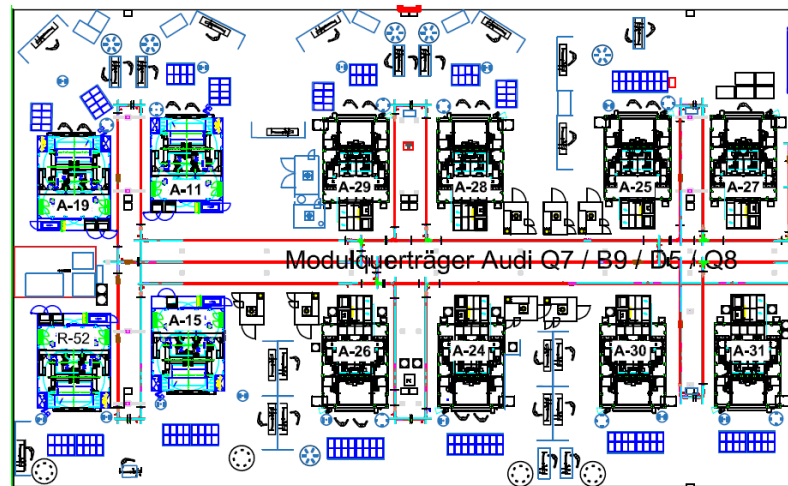


Obrázek 14: Rozvržení výrobních hal v Dura Blatná k.s. [12]

Pracoviště lisovny, stejně jako pracoviště odmašťovny a lakovny, jsou místy, která jsou z valné většiny obsazena kmenovými zaměstnanci. Je tomu tak z důvodu, že tato pracoviště fungovala nezávisle, ještě dříve, než byla hala rozšířena o svařovací cely. Zároveň činnosti zde prováděné vyžadují vyšší odbornost a sofistikovanost při práci. Naopak pracoviště svařovacích cel, kde zaměstnanci pouze zakládají do přípravku, nebo pracoviště dovařovače, brusiče, paséra a tak dále, vyšší odbornost a zkušenosti nevyžadují. Z toho důvodu jsou na tyto pracovní pozice přijímáni agenturní zaměstnanci, kteří jsou z velké části tvořeni lidmi ze zahraničí. Jelikož krátce po mém nástupu do firmy jsem dostal na starost i zaškolování zaměstnanců, nemohl jsem si nevšimnout, že i s přítomností překladatele, nemá pro zaměstnance mongolské národnosti výklad příliš velký přínos. Zvláště, když překladatel shrne vašich šest vět do jedné. Pracovní výsledky těchto zaměstnanců jsou pak podle očekávání špatné. Zaměstnanci jsou zmatení a než se v procesu zaběhnou a otrkají, firma ztrácí velké peníze. Nejmarkantnější problémy vznikají právě v oblasti svařovacích cel.

#### 4.4 Svařovací cela A-31

Hlavní a největší výrobní halou, která má největší objem produkce, je Hala A. Zde se nachází celkem dvanáct svařovacích cel. Svařují se zde CCB pro Porsche, Volkswagen, BMW a Audi. Právě pracoviště svařovací cely pro Audi Q8 bylo předmětem mého zkoumání při optimalizaci, aby zde nedocházelo k plýtvání.



Obrázek 15: Layout výrobní Haly A [12]

CCB pro Audi Q8 je tvořen z 32 Vstupních dílů. Ne všechny díly jsou zcela specifické. Některé jsou společné s jinými projekty pro odlišné značky vozů. Svařovací cela pro Audi Q8 nese označení A-31 a vypadá na první pohled stejně, jako svařovací cely dalších projektů. Liší se ovšem nepatrně svařovacím přípravkem, do kterého jsou zakládány vstupní díly.

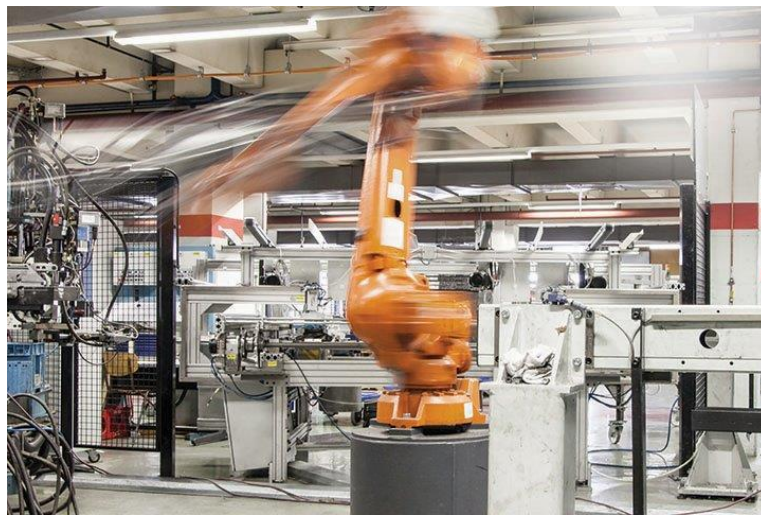


Obrázek 16: Svařovací cela A-31 [12]

##### 4.4.1. Svařovací robot Robolution

Svařovací roboti Robolution patří k nejmodernějšímu řešení průmyslové automatizace. Robotické svařování umožňuje zaručit bezchybnou a opakovatelnou kvalitu svárů kovových,

ideálně laserem řezaných dílů vyráběných ve firmě Dura Blatná, k.s. Začlenění svařovacích robotů do výroby přináší technologické a především ekonomické výhody. Pomocí svařovacího robota lze automatizovat produkci velkých i malých sérií výrobků. Provedení se dvěma pracovními stoly se dvěma svařovacími přípravky, jako je tomu právě na svařovacích celách v Blatné, umožňuje kontinuální provoz svařování bez vedlejších časů. Robolution svařovací roboti již dlouhou dobu patří mezi špičku v tomto oboru. S nejnovější sérií svařovacích robotů si můžeme být jisti, že máme přístup k nejmodernějšímu řešení průmyslové automatizace. Svařovací roboti jsou především využíváni pro svařování sériových kusů, kde je kladen důraz na přesnost a kvalitu svárů.



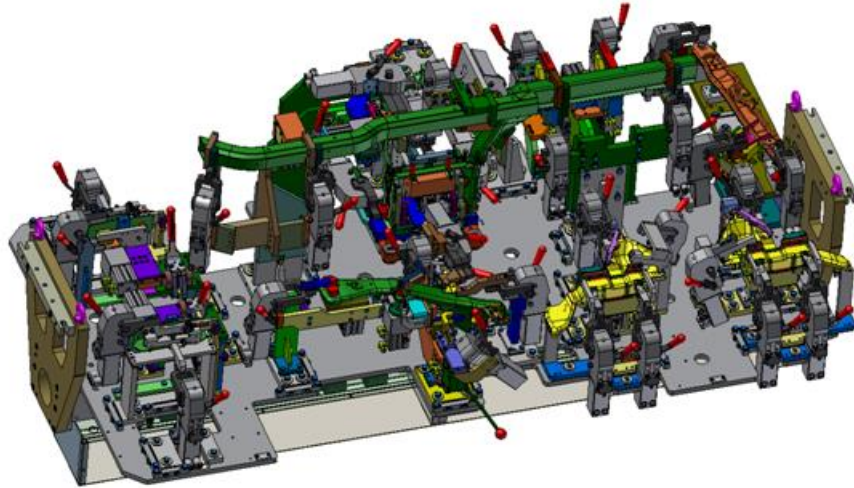
Obrázek 17: Svařovací robot Robolution [12]

#### 4.4.2. Svařovací přípravek Robolution

Svařovací přípravky jsou umístěny na otočném stole a jsou odděleny ocelovou přepážkou. Díky tomu může za přepážkou v procesním čase zakládání do přípravku operátory probíhat svařování automatickými roboty. Přípravek je dimenzován pro výrobu UBG 1a (FS) a 2a (BFS), UBG 1 (FS) a 2 (BFS), UBG 3; ubg 5 a stupně 1 modulového příčného nosiče Audi v příslušném svařovacím zařízení. Existuje vždy jeden přípravek pro levé řízení a jeden přípravek pro pravé řízení. Zařízení obsahuje dvě stanice na otočném stole. Ve vkládací stanici vkládá dělník jednotlivé díly a v protější stanici se díl svařuje, aby ho následně dělník opět odebral ve vkládací stanici. Před vložením jednotlivých dílů jsou všechny upínače otevřené a upínací kolíky součástí jsou ve vyjeté poloze. Po následném vložení výše uvedených součástí a jejich zafixování pomocí ručního upínače může být spuštěn start. Nyní se zavírají svinovací dveře a všechny automatické upínače se pneumaticky zavírají, všechny ruční upínače se rovněž napájejí tlakem a zablokují se. Potom probíhá svařování součástí. Po svaření se otáčí otočný stůl opět do vkládací polohy a



všechny ruční upínače a automatické upínače se otevírají. Svinovací dveře se otvírají a svařené součásti mohou být vyjmuty. Upínací kolíky potom znovu vyjíždějí a postup vkládání může začít znovu. Upínací skupiny jsou zpravidla umístěny s možností nastavení v X,Y a Z, pokud to připouští konstrukční prostor. Pro UBG (spodní konstrukční skupiny) je možná dráha přestavění +/- 5 mm a pro stupeň 1 +/-10 mm. Všechna místa, která se mohou nastavit pomocí vyrovnávacích destiček nebo lícovaných podložek, jsou stanovena v plánu vyrovnání. Rovněž tak rozměry vyrovnávacích destiček a lícovaných podložek po nastavení přípravku na "nulu". Plán vyrovnání disponuje dostatečnými sloupci, aby se mohly zaznamenat dodatečné změny nastavení. Přípravky se musí vyzvednout ze zařízení na určených šroubech s okem pomocí vysokozdvížného vozíku. Přitom musí být závěs vyladěn tak, aby se nepoškodily žádné díly zařízení nebo přípravků. Tak se zabrání tomu, aby se mechanické konstrukční skupiny, které vyčnívají na spodní straně z přípravku, poškodily vidlicemi vozíku. Přípravky se smějí zvedat až potom, když se odstraní upevňovací šrouby, odpojí se přípojky médií a vytyčovací kolíky jsou při pevně utaženém závěsu vytažené. Přípravky se musí skladovat tak, aby se nepoškodily žádné konstrukční skupiny, které vyčnívají na spodní straně. Existují speciální destičky, které se našroubují při vyjímání k nosičům přípravků, aby se zabránilo poškození. Aby se ochránily dosedací plochy přípravků, měly by se používat podložky ze dřeva. Přípravky se musí odložit na nosič přípravku tak, aby se vytyčovací kolíky mohly úplně zasunout. Potom se musejí utáhnout upevňovací šrouby. Teprve nyní mohou být zdvihací zařízení úplně odstraněna. Potom se musejí připojit přípojky médií. Polohovací systém zařízení má na straně pohonu pevné ložisko a na protější straně plovoucí ložisko, které lze vyrovnat axiálně +/- 5 mm. Náhradní díly jsou nakupované díly s delší dobou dodání a jsou uvedeny jako náš návrh ve vlastním seznamu. Provozovatel zařízení rozhodne sám, které náhradní díly by chtěl udržovat jako zásobu na skladě (dokumentace). Všechny díly, s jejichž pomocí jsou polohovány součásti do upínacích konstrukčních skupin, jsou díly podléhající opotřebení a jsou uvedeny ve zvláštním seznamu (dokumentace).



Obrázek 18: Založený CCB ve svařovacím přípravku - model [12]

Vstupní díly jsou umístěné v třípatrovém spádovém regálu před svařovací celou v KLT boxech. Zároveň je část vstupních dílů umístěna v KLT boxech uvnitř svařovacích cel, kde slouží jako buffery pro opakující se díly. KLT boxy uvnitř svařovacích cel si doplňují sami operátoři ze spádového regálu, do kterého jsou KLT boxy zaváženy doplňovačem materiálu.

#### 4.4.3. Požadavek na optimalizaci svařovací cely

Způsobů, kterými se dopátrat, jestli operátoři dělají svou práci správně, je více. První ukazatel, který naznačí, že něco není v pořádku je ukazatel OEE.

Projekt Audi Q8 byl a je pro závod Dura Automotive klíčový, proto při poklesu OEE pod akceptovatelnou hranici, jsem byl vyslán řešit již dříve analyzovaný problém, který zde panoval ze strany nezkušených operátorů.

Založit správně svařovací přípravek není bez kvalitního tréninku jednoduché. Každý z 32 dílů má ve svařovacím přípravku svoje místo a je možné ho založit pouze v jedné poloze. Většina operátorů na svařovacích celách, jsou operátoři asijského původu. Postupem času se tedy kolem svařovacích cel vytvořila subkultura, která dokázala dobře komunikovat mezi sebou, ale problémová byla komunikace s okolím a vedením. Tyto problémy eskalovaly do záměny dílů mezi projekty, obrovské zmetkovitosti a pracovní nekázni. Školení a trénink těchto zaměstnanců je složitý i z důvodu velké fluktulace zaměstnanců. Takže i v případě kvalitního vyškolení operátora, nemůže firma počítat s tím, že by své zkušenosti předával dál na nově příchozí zaměstnance, protože málokterý operátor vydrží na stejné pracovní pozici déle, než půl roku.

Tím, že do firmy přicházejí stále noví a noví zaměstnanci, vznikala potřeba školení neustále opakovat. To vedlo k nespokojenosti dílenských mistrů a mluvčích výrobních týmů na hale A.

Když mi byl projekt optimalizace svařovací cely A-31, která je pro právě pro projekt Q8, přidělen, nebyl projekt podložen žádnými analýzami. Rozhodl jsem se tedy, že se s projektem budu nejdřív muset seznámit já sám, abych odhalil úskalí zakládání do svařovacích robotů, a následně budu moci vymyslet, jak zaměstnancům cizích národností ulehčit. Pro vedení podniku jsem v průběhu optimalizace tvořil Line balancing a MOST analýzy. Nápomocen mi byl i snímek dne, ze kterého jsme na oddělení vytvořili jakousi obdobu Spaghetti diagramu, který odhalil, jak moc se dva operátoři svařovacích robotů kříží při zakládání vstupních dílů.

#### **4.4.4 Pracovní cyklus zakládání do svařovacího přípravku**

Když jsem dostal od vedení společnosti za úkol vymyslet, jak zlepšit pracovní podmínky a tím i ukazatel efektivity OEE, neměl jsem se svařovacími přípravky žádné zkušenosti. Neváhal jsem proto a domluvil jsem se se směnovým mistrem, který mi byl v průběhu celého projektu k dispozici, že se na odpolední směně budu učit společně s novými operátory zakládání do stroje.

Svařovací cela je opatřena, stejně, jako všechna ostatní automatická zařízení na hale, pracovní návodkou. Tato pracovní návodka je pečlivě vypracovaná a doplněná obrázky, jak správně zakládat. Ovšem je přirozeně psána v českém jazyce, takže zahraniční obsluze nepřijde příliš vhod. I kdyby pracovní návodka byla psána v odpovídajících jazycích pro obsluhu, při pracovním procesu není čas na listování si v návodce, když norma požaduje více než 120 CCB za směnu. Zkoušel jsem si tedy zakládání do robota společně s operátorem mongolského původu. Často jsem od nařízených slýchal, že problém na svařovacích celách je lenost a nekázeň operátorů, ale když jsem byl sám v procesu přítomen a několik směn se zahraničními operátory podstoupil, uvědomil jsem si, že problém není v operátorech, ale v celkové organizaci vstupních dílů v regálech a následném zakládání do přípravků. Poté, co doplňovač materiálu naveze KLT boxy se vstupními díly, operátoři si bedýnky libovolně přeskládají podle potřeby v regále, kterému chybí jakákoliv standardizace. Zároveň ergonomie regálu nebyla odpovídající současným trendům štíhlé výroby. Dalo by se říct, že nejsvrchnější police regálu byla příliš vysoko, naopak nejspodnější pozice pouhých 30 cm nad zemí, což je zase velice nízko, při předpokladu, že se tam musí operátor pravidelně ohýbat. CCB je tvořen jedním dlouhým dílem, který je pro svůj tvar nazýván „hokejka“. Tyto díly jsou standardně umístěny ve spádovém regálu v nejsvrchnější úrovni, protože pro svou délku překračují rozměr KLT boxu. To ale v praxi způsobuje problém zaměstnancům nižšího vzrůstu, kteří na díl do KLT nedosáhnou,

jelikož bedna je s díly v regále umístěna tak, aby hokejky přesahovaly dozadu z bedny. Bedna s hokejkami tak často končila na zemi před svařovací celou. Takto řešily problém často ženy malého vzrůstu, které si KLT nechávali před roletou svařovací cely na zemi, či si bednu s hokejkami dokonce sdíleli se sousedními svařovacími celami.

Další kámen úrazu bylo křížení operátorů při zakládání vstupních dílů. Často se stávalo, že si operátor nabral více dílů, aby se nemusel vracet do spádového regálu. Při cestě do svařovací cely však zavadil o svého kolegu a díly upustil. Mnoho vstupních dílů si je na první pohled podobných a nezkušený operátor je může zaměnit. I já sám jsem se vyznal v dílech až po déle než dvou týdnech v provozu. Někteří operátoři zahraničního původu na pozici operátora svařovací cely nevydrží ani dva týdny, proto se dá předpokládat, že veškerá jejich práce na této pozici spíše přiděluje práci směnovým mistrům a mluvčím samostatných výrobních týmů, kteří musí dohánět odvolávky zákazníka ve víkendových směnách.

Ne u všech vstupních dílů je na první pohled zcela evidentní, na jaké místo ve svařovacím přípravku patří, a jak mají být při zakládání správně orientované. Na svařovacích přípravcích chyběl prvek podobný Poka Yoke, který by podobným problémům zamezil, proto docházelo k zakládání dílů vícero způsoby. Nezkušení operátoři se nebáli používat násilí, což v praxi vedlo k poškozování čidel upínek. Samotné upínky, kterých jsou v každém přípravku desítky, způsobovaly u nových zaměstnanců také zmatek. Každý díl je držen minimálně jednou upínkou, tak aby při svařování nevznikaly vůle. Ovšem některé vstupní díly musí být pro svůj atypický tvar uchyceny v přípravku více než jednou upínkou a na pořadí upínání záleží. Jsou i takové díly ve svařenci, které jsou přidržovány pouze okolními díly a jsou sevřeny dohromady upínkou, takovému upnutí se nazývá tzv. sendvičové upnutí.

Když jsem se začal v prostředí svařovacích cel pohybovat, nebylo pořadí upnutí vstupních dílů zpočátku nijak kontrolováno. Uvnitř svařovací cely je sice obrazovka, která na půdorysu svařovacího přípravku, ukazuje, jestli jsou všechny upínky upnuté, ovšem pořadí upnutí závisí čistě na operátorovi. Některým operátorům tak nedělalo velké starosti upínat díly podle intuice, čemuž jsem se já sám vlastně ani nedivil. Většina operátorů neměla ani ponětí o tom, že dělají něco špatně, protože CCB se vždy svařil a vypadal stejně. Problémy odhalovaly až další pracoviště, kde CCB procházel kontrolou. Směnovní mistři věděli, že kořenová příčina problému, kdy při svařování vznikaly nechtěné vůle, kvůli špatnému pořadí upnutí, vzniká právě na svařovacích celách. Většina mistrů však odmítala tento problém řešit, věděli, že i když agenturním zaměstnancům vysvětlí správné pořadí upnutí, nebude to mít dlouhý efekt, protože

jim zaměstnanci buďto nebudou vůbec rozumět, a nebo budou za pár týdnů pracovat na jiné pozici, nebo dokonce v úplně jiné firmě.

Všechny tyto problémy vedly v praxi k jednomu velkému nedostatku, kterým bylo navýšení cyklového času nad Takt time, jinými slovy, ze svařovací cely nepadaly svařence CCB tak často, jak by zákazník požadoval. Tím pádem docházelo k velkým prostojům a časovým ztrátám, nejen na svařovací cele, kde po většinu času čekali svařovací roboti na operátory, následně pak museli čekat dovařovači, protože neměli na otočném bufferu dostatek CCB k dovaření, dále byli zdržováni paséři a další pracoviště.

#### *4.5 Návrh na zlepšení pracoviště Svařovací cely*

Po několikátýdenním pozorování a zaškolování se společně s operátory na svařovací cele, vykrystalizovalo několik klíčových problémů, které způsobují zpomalování výrobního procesu.

- První a zásadní problém, je neergonomický regál, který postrádá vizuální management mezi KLT boxy se vstupními díly. Jednotlivé úrovně regálu jsou v nevyhovujících výškách a operátoři jsou nuceni se příliš natahovat a ohýbat. Manipulace s regálem je složitá, protože je z ocelových profilů a je velice těžký. Neexistuje vazba mezi regálem a svařovacím přípravkem, to znamená, že ve chvíli, kdy operátor vezme díl z KLT boxu v regále, musí zkrátka vědět, kam ho založit a v jakém pořadí upnout upínky
- Dalším problémem je samotný svařovací přípravek, který sice v rámci možností splňuje ergonomické předpoklady, ovšem chybí mu jakékoliv značení. Jediné, co ve svařovací cele funguje, jako vodítko pro operátory, je displej. Displej v rohu svařovací cely ukazuje upnuté upínky a upínky, které se ještě musejí upnout. Ovšem pořadí upnutí upínek, ani správné zapozicování dílu před zavařením není nijak specifikováno. Důležitý poznatek je, že vstupní díl, lze do přípravku založit nesprávně, ovšem při správném pořadí upínání upínek, vyjde najevo, že je zde díl uložen špatně. Buďto vypadne, nebo poslední upínka nejde upnout. Ve chvíli však, kdy operátor nedodrží upínání upínek v požadovaném pořadí, může dojít k situaci, že díl vypadá na první pohled upnutý správně, ovšem po zavaření vykazuje nesprávné hodnoty.

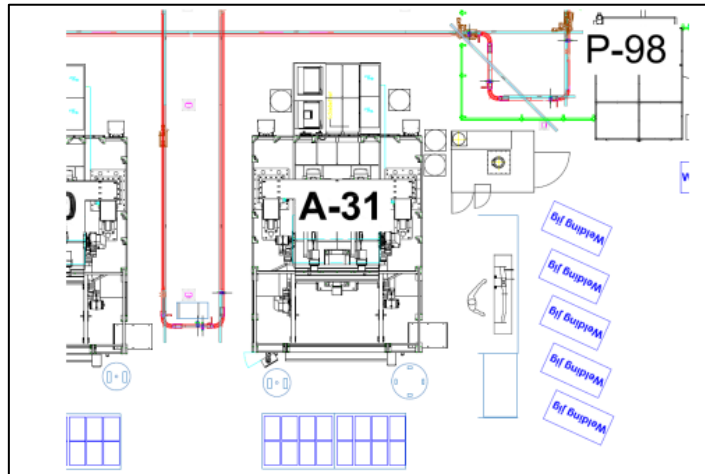
- Regál se vstupními díly a svařovací přípravek pro mě představovali nesourodou dvojici, kvůli které je práce na tomto pracovišti složitá a náročná na zkušenosti. Čím déle jsem však na pracovišti společně s operátory pracoval a učil se, zjistil jsem, že problém není pouze ve svařovací cele a regálu, ale ve samotném zaškolování pracovníků. Na hale A je celkem dvanáct svařovacích cel a na každé jsou kromě dovařovače a paséra dva operátoři. Fluktuace je zde opravdu velká a v průběhu jednoho měsíce bylo zřetelné, jak se operátoři u svařovacích cel mění, s tím, že opravdu valná většina z operátorů je zahraničního původu. Když přijde do podniku nový zaměstnanec, tak projde vstupním školením, kde je seznámen s hierarchií společnosti, výrobními týmy, bezpečnosti a dalších věcech spojených s výrobou. Školení zaměstnance sice dobře seznámí s vizemi a misemi podniku, ovšem školení na danou pracovní pozici, kterou bude zaměstnanec v praxi vykonávat, provádí až směnový mistr přímo na dílně a za provozu. To v praxi způsobuje obrovský chaos. Směnoví mistři jsou unavení neustálým opakováním pracovního postupu někomu, kdo jim nerozumí a v podstatě ani rozumět nechce, samotní operátoři se poté zaučují stylem pokus omyl, za což firma platí velké peníze, přihlédneme-li na šrotování způsobené chybným zakládáním. To byla velice nepříjemná zkušenost, zvláště pokud zohledníme fakt, že svařovací cely produkují více než 70% obrátu blatenské Dury.

#### ***4.6. Předmět zkoumání***

Optimalizace pracoviště svařovací cely jsem v rámci projektu Color Coding rozdělil do několika etap. Po zkušenostech se zakládáním z praxe, pozorování a analýzách vyšlo najevo, že je potřeba vymyslet takový systém, který nebude závislý na jazyce, kterým se operátoři dorozumívají. Systém inspirovaný Poka Yoke metodou, která právě v podobných případech zaručuje eliminaci chyb z nevědomosti a podporuje intuitivní způsob práce.

#### ***4.7. Color Coding***

Systémem Color Coding, se rozumí systém zakládání vstupních dílů do svařovacího přípravku podle barev, čísel a písmen. Tomuto systému podléhá přepracování a výrazný vizuální update regálů se vstupními díly, které vcházejí do svařovacího přípravku umístěného ve svařovací cele, která je umístěna před regálem. Svařovací přípravek je v rámci systému CC taktéž předělán a označen tak, aby šel v souladu se značením regálu. Layout pracoviště svařovací cely je zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 19: Layout pracoviště svařovací cely A-31- detail [12]

Filosofie Color Codingu vychází z nabitých zkušeností při spolupráci se zakladači do svařovacích přípravků. Osobně jsem podstoupil několik desítek odpoledních směn a vyzkoušel jsem si, jaké to je zakládat vstupní díly do přípravku, bez zaškolení a bez intuice, v jakém pořadí mají být díly založeny. Zjistil jsem, že založit celkem 32 vstupních dílů do svařovacího přípravku bez chyby není napoprvé takřka možné. Závisí samozřejmě i na pořadí zakládání dílů, a na pořadí upnutí upínek a to všechno je výrazně časově omezeno tak, aby byl dodržen požadovaný zákaznický Takt Time.

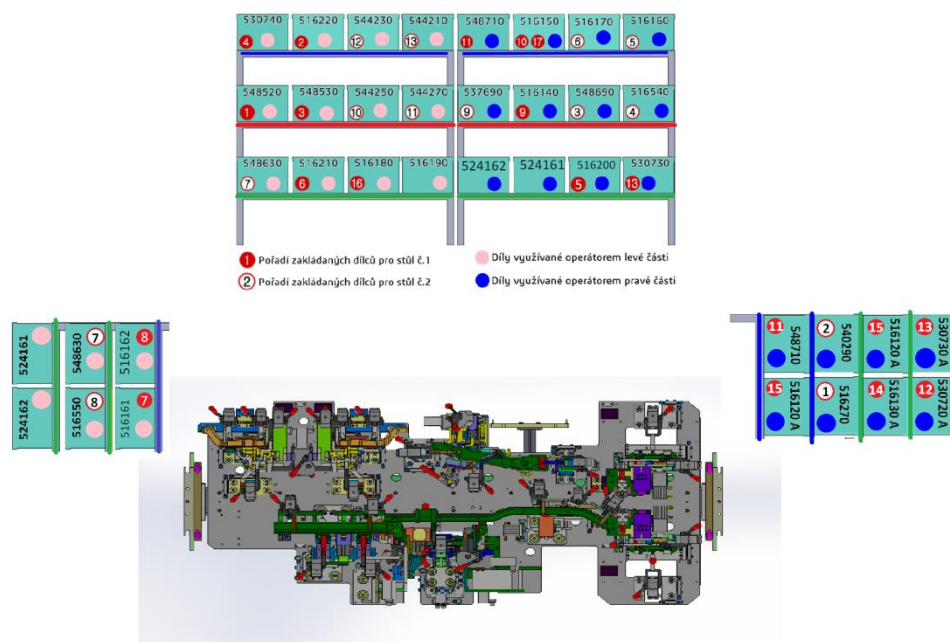
System Color Codingu se začal testovat na svařovací cele, která vyrábí CCB pro AUDI Q8, tato svařovací cela nese název A-31. Color Coding byl na této cele zaveden, otestován, postupně analyzován a vylepšován tak, aby prokazatelně ušetřil náklady a mohl být modelově zaveden i na další svařovací cely, či i jiná pracoviště, která mají odpovídající layout k implementaci tohoto systému. Color Coding v sobě zahrnuje přepracování regálů se vstupními díly, dále četné úpravy samotného svařovacího přípravku s upínkami na vstupní díly a nakonec i vyvinutí tréninkového centra pro nové zaměstnance, kteří budou na svařovacích celách pracovat. Jednotlivé kroky při vývoji color codingu a jeho implementaci, které jsem společně se svým týmem provedl, budu následně detailně popisovat v následujících kapitolách a podkapitolách této studie.

#### 4.7.1 Regál se vstupními díly

Prvním objektem zkoumání při vývoji CC, byl samotný regál se vstupními díly před svařovací celou. Jeho původní rozložení a celková ergonomie byly již na první pohled značně zaostávající za posledními trendy ve štíhlé výrobě. KLT boxy se vstupními díly zde byly naskládány poněkud

ledabyle. Nechci v žádném případě tvrdit, že by před mým příchodem neexistoval systém se zavážením KLT boxů do regálu, ovšem operátoři svařovacích cel, zvláště pak agenturní zaměstnanci, kteří jsou z pravidla z ciziny, si boxy uspořádávali v regálu podle sebe, nebo si je i pokládali mimo regál. Například ženy nižšího vzrůstu neměly ani jinou možnost, protože do horních pozic v regále nedosáhly, nebo měli strach, že na sebe něco shodí.

Hovoříme-li o regálu se vstupními díly, jedná se konkrétně o regál rozdělený do dvou sekcí, který je před svařovací celou. Vstupní díly jsou dále i v menších KLT boxech uvnitř svařovací cely po obou stranách, umístěné v jakých si bufferech, ze kterých si operátoři berou menší vstupní díly, které se zároveň častěji opakují v sestavě CCB. Jednotlivé pozice v regálech a vnitřních bufferech jsou označeny štítky. Tyto štítky však slouží pouze orientačně pro zásobovače regálů se vstupními díly. Schéma svařovací cely s regály je zobrazeno na obrázku níže.



Obrázek 20: Názorné zobrazení implementace Color Codingu [13]

Každá svařovací cela má dva operátory, kteří postupně zakládají vstupní díly z regálu do svařovacího přípravku. Po svaření sestavy, putuje CCB dále k dovařovači, pasérovi a tak dále. To, v jakém pořadí mají být díly založeny do přípravku a v jakém pořadí mají být upnuty upínky, sděluje operátorovi pracovní návodka. Z praxe je však zcela evidentní, že na listování návodkou nemá při pracovní směně nikdo čas. Návodka je psána v češtině, takže agenturní zaměstnanci ji nemohou použít.



To jak správně založit díly do přípravku, naučí operátory směnový mistr. Bohužel fluktuace agenturních zaměstnanců je tak velká, že často operátor u robota nevydrží ani měsíc. Směnové mistry tak přirozeně nebaví pořád dokola školit nové operátory. Operátoři cizích národností tak často tápou, radí si mezi sebou, zkouší své varianty a tak dále. Jenomže takovýto jev je v sériové výrobě něco nepřípustného, proto byl regál prvním pilířem samotného Color Codingu.

#### **4.7.2 Regál se vstupními díly**

Jak již bylo nastíněno v předchozím textu, regál se vstupními díly působil problém pro operátory již na první pohled. Velká hmotnost, neergonomické rozměry jednotlivých polic, absence zóningu na podlaze a především nevyhovující umístění jednotlivých beden s díly, díky čemuž docházelo ke křížení tras operátorů. Všechny tyto faktory v praxi velice zpomalovali pracovní proces zakládání do přípravku.

Největším kamenem úrazu jsem shledal právě křížení tras operátorů. Křížením docházelo k prodlužování procesního času zakládání. Operátoři se křížili ne jen před svařovací celou, když brali vstupní díly z regálu, navzájem si překáželi i uvnitř svařovací cely, když doplňovali KLT do postranních bufferů.

#### **4.7.3 Návrh nového regálu a značení**

Prvním krokem při upgradování regálu se vstupními díly, bylo přeorganizování pozic KTL boxů se vstupními díly tak, aby se regál rozdělil na pravou a levou část. Díky tomu si operátoři nebudou překážet, při cestě se vstupními díly do svařovací cely. Zároveň došlo k přesunutí dlouhých profilů, které operátoři běžně nazývají "Hokejka" do spodní části regálu, aby nedocházelo k nebezpečným situacím způsobeným pádem profilu a zraněním operátora. Dále bylo nutné vymyslet samotný Color Coding, tedy vztah mezi regálem se vstupními díly a svařovacím přípravkem



Obrázek 21: Značení regálu se vstupními díly [13]

V první fázi vymýšlení nového systému intuitivního zakládání jsem se tedy rozhodl rozdělit regál do třech barevných sekcí. Každá ze tří polic regálu tak dostala svou barvu a to odshora: modrou, červenou a nejspodnější police zelenou barvu. Každá pozice pro KLT box dále dostala vedle štítku s ID číslem dílu i samolepku v barvě odpovídající polici s číslem, které představuje pořadí zakládání do přípravku. Vedle samolepky s číslem byla dále umístěna dodatková tabulka s písmeny. Počet písmen představuje počet upínek pro daný díl a jejich pořadí upínání v přípravku.

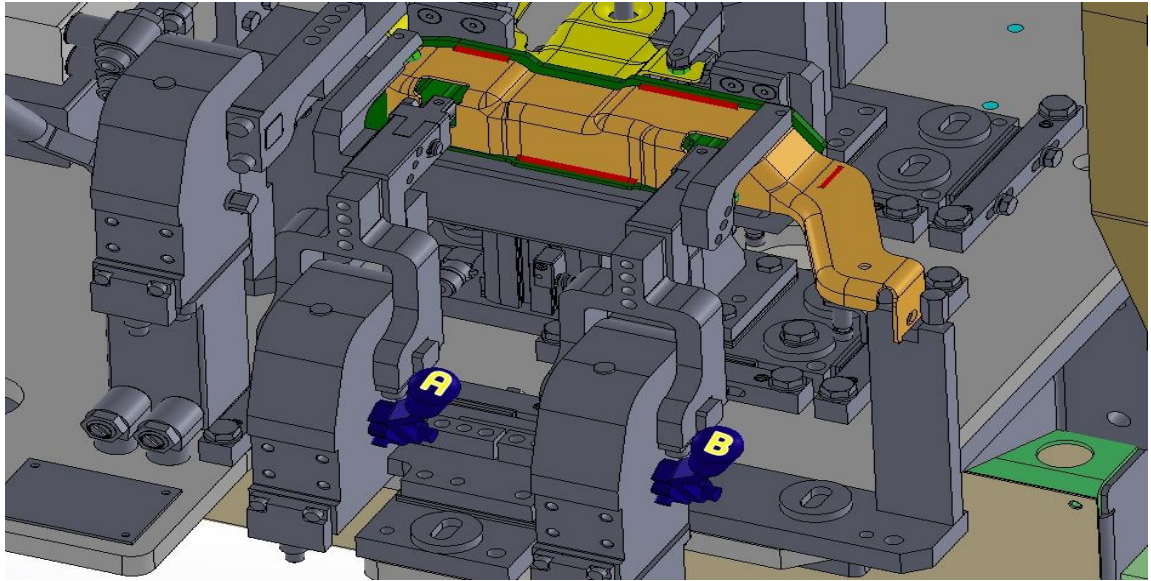
#### **4.8. Svařovací přípravek**

Svařovací cela A-31, na které byl CC vyvinut a poprvé otestován, je jedna ze dvanácti obdobných svařovacích cel na Hale A v blatenském závodě Dura. Svařovací přípravky jsou ve svařovací cele ve skutečnosti dva. Jsou umístěny na otočném stole, jehož jedna část je vždy za žáruvzdornou přepážkou, kde dochází ke svařování vstupních dílů dvěma automatizovanými roboty, zatímco před žáruvzdornou přepážkou dochází k zakládání vstupních dílů. Když je zakládání dokončeno, operátor stiskne tlačítko vně cely a stůl s přípravky se otočí. Zavařený přípravek operátor vyjme, předá dovařovači a celý proces se opakuje. Takt time zákazníka se rovná procesnímu času svařování automatizovanými roboty. To znamená, že operátoři by měli být schopni založit vstupní díly v čase svařování sestav roboty v druhé části cely. Realita byla však z počátku spíše taková, že roboti pravidelně čekali, než operátoři vstupní díly založí.

#### **Návrh na úpravu svařovacího přípravku**

K tomu, aby svařovací přípravek kooperoval se značením regálů, bylo nutné ho barevně a číselně rozlišit. Operátoři si vstupní díly z regálů berou podle čísel, která určují pořadí zakládání do přípravku. Pro rychlejší orientaci, jim slouží tři barvy, kterými je regál taktéž rozlišen. Značení

přípravku jsem tedy navrhl tak, aby při odebrání vstupního dílu z regálu, hledal správnou pozici v přípravku operátor primárně podle barvy. Přípravek jsme obarvili na vyhovujících a viditelných místech. Na upínky, které spadají k danému upínanému dílu, jsme nasadili smršťovací bužírky v odpovídající barvě. Operátor tak vezme vstupní díl z regálu, podle barev najde místo, kam by díl mohl patřit a to, že na konkrétní místo díl opravdu patří, si ověří podle čísla, které je v přípravku umístěno stejně, jako na regále.



Obrázek 22: Detail založeného vstupního dílu a značení upínek [13]

Na svařovací přípravek jsme však nemohli umístit čísla prostřednictvím barevných samolepek, ale přistoupili jsme na variantu kovových žetonů, které produkuje jako odpadní materiál lisovna. Žetony jsme nabarvili, nalakovali žáruvzdorným lakem a na požadovaná místa v přípravku, jsme žetony nalepili žáruvzdorným silikonem. Počet upínek je vždy napsán již na regále, vedle ID štítku vstupního dílu. Poté tedy, co operátor založí díl na správné místo, které pozná podle barvy a čísla, upne díl v přípravku požadovaným počtem upínek, které po sobě následují dle abecedy.

#### 4.8 Tréninkové centrum

Před samotnou implementací Color Codingu do produkce na svařovací celu A-31, bylo potřeba systém někde otestovat a získat dostatečný feedback k tomu, abychom mohli značení zavést do praxe. Od vedení společnosti jsem dostal svolení ve spolupráci s technikem Michalem Pancem vybudovat interaktivní školící pracoviště. Toto pracoviště jsme umístili do místnosti vedle školící posluchárny, kde běžně probíhají vstupní školení.

Vytvořili jsme zde prostředí, co možná nejlépe simulující realitu na výrobní hale. Postavili jsme trubkové regály, které jsou ergonomicky na daleko vyšší úrovni, než dosavadně používané regály z profilů. Regály jsme samozřejmě barevně a číselně označili, tak jak požaduje CC. Svařovací přípravek jsme zde použili poněkud zjednodušený, ovšem plně dostačující pro školení a pochopení systému zakládání.



Obrázek 23: Svařovací přípravek v tréninkovém centru [13]

Všichni noví zaměstnanci, kteří procházeli procesem školení, byli tak následně zařazeni i do programu na školení na Color Coding, jednalo-li se samozřejmě o zaměstnance, u nichž bylo předvídatelné, že budou pracovat jako dělníci na výrobní hale. Zpočátku se k novému systému stavělo i mnoho lidí poněkud skepticky, ovšem po několika dnech testování v tréninkovém centru, na simulačním přípravku, jsme zjistili, že systém je velice přínosný, a to především pak v časových úsporách a eliminacích chyb. Školení nových operátorů probíhalo formou postupného odhalování Color Codingu. Snažili jsme se tak odbourat nepříjemný jev, který v praxi nejvíce zdržoval zakládání do přípravku – nevědomost, co vzít jako první a kam to s jistotou dát.

Proto jsme se rozhodli nově školeným operátorům zpočátku ukázat pouze finální svařenec, který vznikne po zavaření správně založených vstupních dílů. Postupně jsme v procesu zaškolování odhalovali princip fungování CC, aby školená osoba měla názorné porovnání toho, jak moc velký rozdíl je ve standardizovaném a nestandardizovaném pracovišti. Zároveň jsme byli schopni díky tomuto způsobu školení demonstrovat, jak markantní je rozdíl při prvním zakládání, kdy operátor zakládá podle intuice a při několikatém zakládání, kdy již operátor striktně dodržuje pravidla CC. Tabulka níže ukazuje rozpis jednotlivých zakládacích cyklů, jejich dobu trvání a

počet chyb, které při zakládání operátor provedl. Při prvním cyklu zakládání nebylo operátorovi sděleno, jak má postupovat (RUN 1)

RUN	Duration (seconds)	Mistakes	Parts/shift
<b>1 (without colors)</b>	<b>1337</b>	<b>18</b>	<b>19</b>
2	875	6	29
3	731	2	34
4	521	0	48
5	476	0	53
6	430	0	59
7	365	0	69
8	337	0	75
9	317	0	79
<b>10</b>	<b>304</b>	<b>0</b>	<b>83</b>

Obrázek 24: Porovnání efektivity zakládání při postupování dle Color Codingu [13]

Po několika dnech testování a školení různých zaměstnanců, shledalo vedení společnosti systém zakládání CC, jako přínosný kaizen a zároveň i období Poka Yoke pro sériovou výrobu CCB.

Norma na jednu pracovní směnu na svařovacích celách je 128 kusů svařenců CCB. Průměrnému operátorovi trvá přibližně 20 pracovních dní, než je bezpečně schopen tuto normu dodržovat. V průběhu výše zmíněných dvaceti dnů, se operátoři intuitivně učili zakládat, radili si mezi sebou a dělali velké množství chyb. Stejně tomu bylo i v tréninkovém centru, kde před představením Color Codingu na cvičném přípravku budoucí operátoři taktéž dělali velké množství chyb.

Zakládání v tréninkovém centru jsme pečlivě sledovali a evidovali veškerá zlepšení. Výpočty bylo zjištěno, že operátor je díky CC dokáže založit správně do přípravku výrazně rychleji a sebevědoměji. V prostředí tréninkového centra se rychlost zakládání zvýšila o 439%. Prostředí tréninkového centra je ovšem v jistých ohledech více idealizované, než prostředí přímo na svařovací cele. Rozdílem je především podstatně nižší počet vstupních dílu, díky čemuž se dá pracovní postup rychleji zapamatovat.

#### 4.8.1 Flowrack pro tréninkové centrum

Již při úplných počátcích celého projektu CC, kdy jsem se učil zakládat společně s operátory na hale, tak i nadále v průběhu tvorby školícího centra, jsem se potýkal s nutkáním, podstatně vylepšit, či zcela vyměnit regál se vstupními díly. Na hale před svařovací celou neplnil regál hned několik základních ergonomických předpokladů. Investice do nového regálu, případně pak do regálů pro celý provoz, by byla ale tak vysoká, že by ji firma nemohla podstoupit, aniž by měla důkaz o návratnosti a případně i o potenciální úspoře, kterou by mohl nový regál přinést.

Proto právě tvorba tréninkového centra, mi byla dobrou příležitostí k tomu, abych dokázal význam a přínos ergonomie, i na tak banálním zařízení, jako je regál se vstupními díly. V přesčasových hodinách, jsem tak společně s kolegy z oddělení údržby vytvořil prototyp trubkového regálu tak, jak by vyhovoval mně, kdybych měl být operátorem. Výhodou bylo jistě začlenění pracovníků údržby, kteří dříve pracovali na svařovacích robotech, a proto mi s návrhem regálu velice pomohli. Do tréninkového centra jsme tak využili obdobu regálu, které jsou běžné i ve výrobních prostorách a vedle nich nově vytvořené trubkové regály, které jsme postavili ze zbytků z někdejších nejmenovaných projektů.

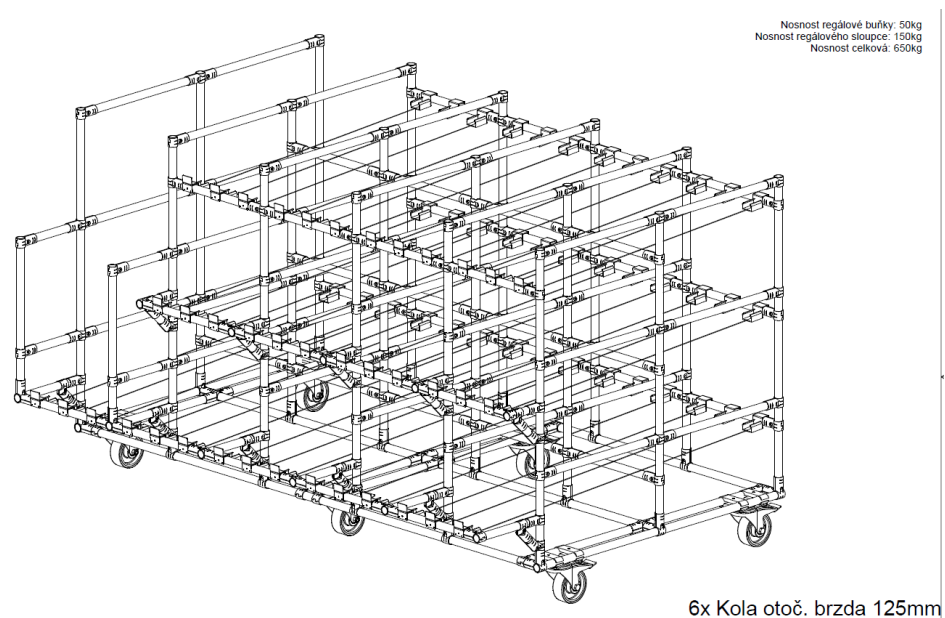


Obrázek 25: Vlastní konstrukce a montáž regálu pro tréninkové centrum [13]

Nově navržený flowrack, neboli trubkový spádový regál, který jsme postavili pro tréninkové centrum, se po dostatečném testování a prezentacích zalíbil i na vyšších místech a proto se vedení společnosti rozhodlo, že mě a mému týmu Continuous Improvement, starajícímu se o Color Coding uvolní potřebné finance pro stavbu flowracku pro svařovací celou.

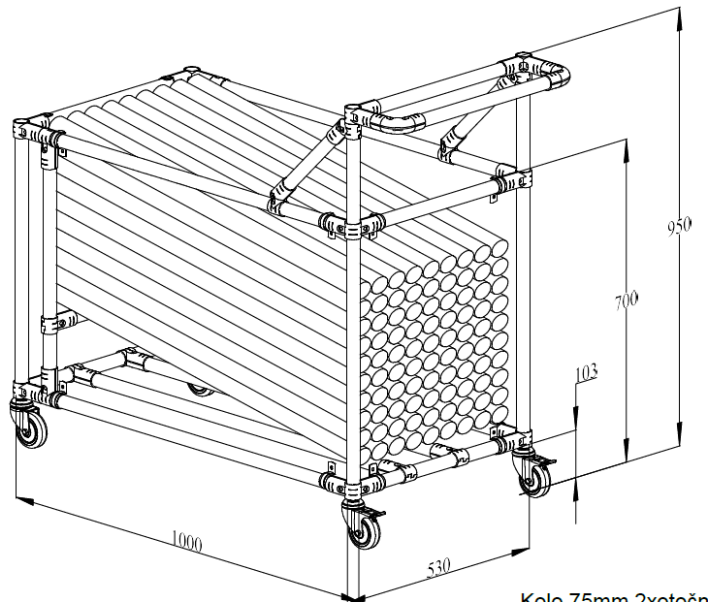
#### 4.8.2 Návrh na úpravu svařovacího přípravku

K tomu abychom postavili spádový regál dostatečně ergonomický a také reprezentativní, nám již nestačili zásoby ze skladu. Vedení společnosti navíc požadovalo lepší design, než u regálu předchozího. Proto jsem udělal průzkum firem, které spádové regály staví. Po výběrovém řízení, nakonec vedení společnosti Dura uznalo za vhodné udělit kontrakt na výrobu flow racku, strakonické firmě TS System. Společně jsme navrhli několik variant regálů. Shodli jsme se na faktu, že nejdelší ze vstupních dílů, tzv. hokejky, by rozhodně neměly být v nejsvrchnější polici, jako tomu bylo doposud. Rozhodli jsme se proto umístit hokejky doprostřed regálu a svým způsobem jimi regál předělit. Hokejky totiž mohou využívat oba dva operátoři svařovací cely, podle toho jestli se vyrábí CCB pro levo, nebo pro pravo-řízení. Finální návrh regálu můžeme vidět na ilustraci níže.



Obrázek 26: Návrh trubkového regálu pro výrobu dle vzoru tréninkového centra [11]

Po konzultaci situace s odmašťovnou, ze které pochází všechny vstupní díly předtím, než jsou uskladněny v regále před celou, jsme zjistili, že odmašťování hokejek, je proces podstatně delší, než odmašťování ostatních dílů. Příčinou jest jejich atypický rozměr a uzavřený tvar. Proto jsem společně s výrobním týmem, pod který svařovací cela A-31 spadá, připravil návrh jakéhosi vozíku, který slouží výhradně pro hokejky. Do tohoto vozíku se vejde 90 ks hokejek, na rozdíl od KLT Boxu, kam se jich vešlo pouze 20 a ještě přesahovaly přes okraj.



Obrázek 27: Návrh vozíku na hokejky [11]

Díky vozíkům na hokejky se zjednodušil návrh regálu od firmy TS System, jehož finální realizace byla lacinější díky absenci pozici pro dlouhé hokejky.

#### *4.9 Implementace Color Codingu do praxe*

Color Coding jsme otestovali a nasimulovali v prostředí tréninkového centra, kde se jeho fungování jevílo více než uspokojivě a proto po dodání Flow Racku od firmy TS System, již nebránilo nic skutečnosti, zavést Color Coding, jakožto nový systém zakládání přímo na svařovací celu A-31. Před samotnou implementací na svařovací celu, jsem si prošel veškeré dosavadní analýzy, chronometráže a podpůrné dokumenty, které byly k dispozici ke svařovací cele. Z MOST Analýzy ( Příloha č.1) bylo zřejmé, že regál se vstupními díly je zbytečně daleko od SC. MOST Analýza původního stavu dokonce dokazovala, že operátoři za směnu nemohou založit požadovaných 128 sestav, ale v ideálním případě se dostanou jen na 113, což jsem zjistil po provedení nové vlastní MOST analýzy. K tomu, aby byly dodrženy odvolávky, řízené normou na 128 kusů za směnu, se pak musely přidávat víkendové směny







cel, eliminacím chyb při zakládání a celkové lepší ergonomii celého pracoviště. MOST analýza, kterou jsem tvořil na zhodnocení stavu po implementaci CC na svařovací cele A-31 nám ukazuje, že došlo k výrazné úspoře kroků operátora. Tato skutečnost je paušálně docílena přiblížením regálu ke svařovací cele. Dále jsou pak individuálně pohyby odbourány díky přemístění KLT boxů se vstupními díly tak, aby z levé části regálu odebíral jeden a z pravé části druhý operátor. Operátoři chodí tak pouze dvěma směry a to z do cely a zpět z regálu, díky tomu méně nachodí a nekříží se mezi sebou. MOST analýza dále oproti minulosti ukazuje přínos nového spádového regálu. Operátoři se nemusí ohýbat ani natahovat pro získání kontroly nad vstupním dílem. Díky tomu mají díly rychleji nabrané a méně často se stává, že dojde k upuštění dílu na zem, což je automaticky hodnoceno, jako šrot.

Před zavedením CC, trvalo zaškolení operátora, aby zvládal normu a dodržoval zákaznický Takt time přibližně 20 dnů. Zavedením našich změn, jsme tento čas výrazně redukovali a to až na polovinu.

#### **4.9.2 Eliminace nedostatků Color Codingu**

Zavedení CC na svařovací celu A-31 přineslo výhledy na velké finanční úspory a zároveň plynulejší chod zaškolování a výroby vůbec. Svařovací cela A-31 sloužila jako modelová cela, na které se měl CC otestovat před implementací na zbylých 10 svařovacích cel na Hale A, což je hlavní výrobní haly podniku Dura Blatná k.s.

Ovšem implementace na ostatní projekty není otázkou jednoho pracovního týdne, ale spíše celého ročního kvartálu, protože implementace jednotlivých komponent CC je možná pouze, když svařovací cela stojí a to v sériové výrobě není příliš častý jev. Předtím, než bylo možné CC na ostatní projekty implementovat, bylo nutné odstranit dosavadní nedostatky, které vyplynuly na povrch v době pozorování, analyzování a konzultování Color Codingu s operátory na svařovací cele, ale i vedením společnosti a směnovými mistry. Velmi přínosný mi byl při ladění Color Codingu TPM koordinátor Petr Matoušek. Následující podkapitoly popisují kroky provedené po analýzách Color Codingu, které vedly k ještě většímu zjednodušení Color Codingu a upgrade na nový systém postavený na filosofii Color Codingu, pracovně jednoduše nazvaný **Color Coding II**.

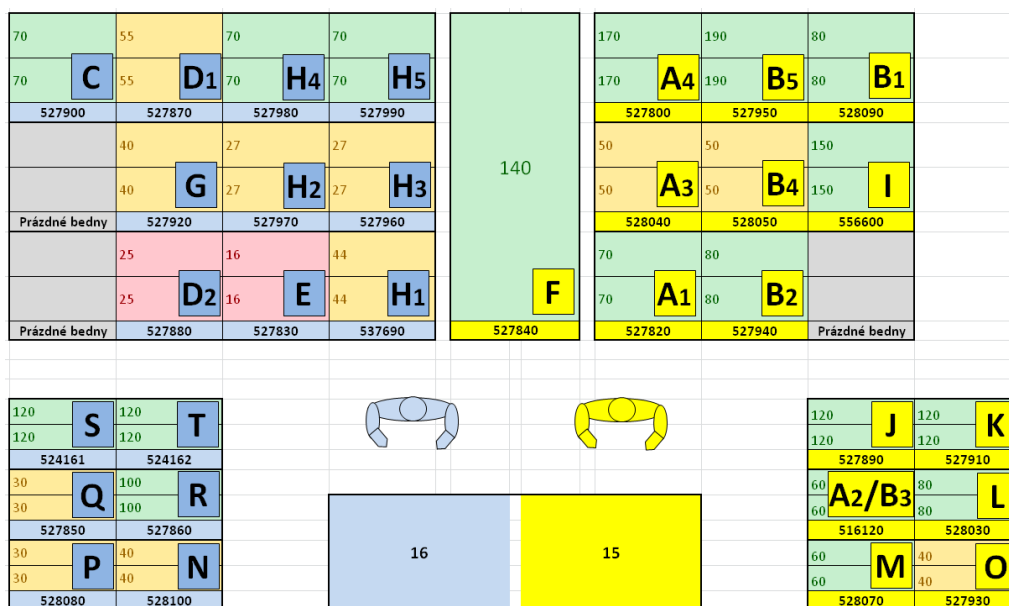
#### **4.9.3 Redukce barev**

Když jsme společně se směnovými mistry a techniky skládali podobu regálu, mysleli jsme především na to, aby se cesty operátorů nekřížili. Toho jsme úspěšně docílili. Nejspodnější, tedy

zelenou úroveň regálu jsme vyhradili pro díly, které se využívají pouze jednou, či dvakrát při zakládacím cyklu. Nejspodnější pozice regálu je tak svým způsobem bufferem vstupních dílů, protože na rozdíl od modré a červené úrovně regálu, zde nedochází k tak rychlému obratu vstupních dílů. Rozhodli jsme se tak vyzkoušet zredukovat barvy regálu na dvě (modrou a žlutou) a neznačit regál podle polic horizontálně, ale rozdělit ho na dvě samostatné jednotky, předělené vozíkem na hokejky. Jedna část regálu tak byla celá žlutá a druhá celá modrá. Regál i přípravek tak byli o poznání přehlednější a operátoři se se svými činnostmi zcela separovali.

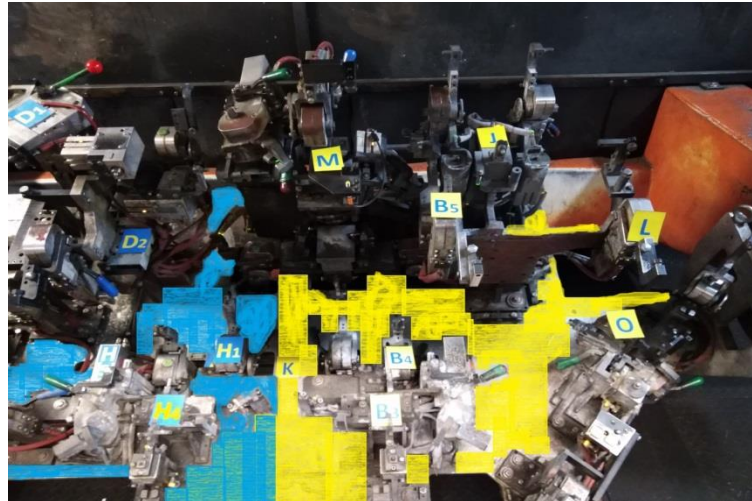
#### 4.9.4 Nový způsob značení regálu a přípravku

Další nedostatek, spojený se zbytečným množstvím barev, bylo samotné značení regálu se vstupními díly a na toto značení navázané značení svařovacího přípravku ve svařovací cele. Doposud byl Color Coding zamýšlen tak, že každá pozice na regálu se vstupními díly je opatřena štítkem nesoucím ID číslo vstupního dílu, miniaturu dílu a název projektu. V rámci projektu CC bylo vedle štítku umístěno ještě číslo v kroužku, které značí pořadí zakládání a vedle čísla dodatková tabulka s písmeny, která slouží pro správné pořadí upnutí dílu. Čísla v kroužku na regálu byla reflektována na svařovacím přípravku pomocí kovových žetonů přilepených žáruvzdorným silikonem na příslušné místo v přípravku. V průběhu testovacího provozu Color Codingu na svařovací cele A-31, jsme společně s TPM koordinátorem dospěli k závěru, že na regálu se vstupními díly, by měly být štítky lépe standardizované a měli by mít v sobě Color Coding již integrovaný. Způsob nového značení, který je integrovaný v ID štítku, určuje pořadí zakládání písmeny a upínání upínek čísly.



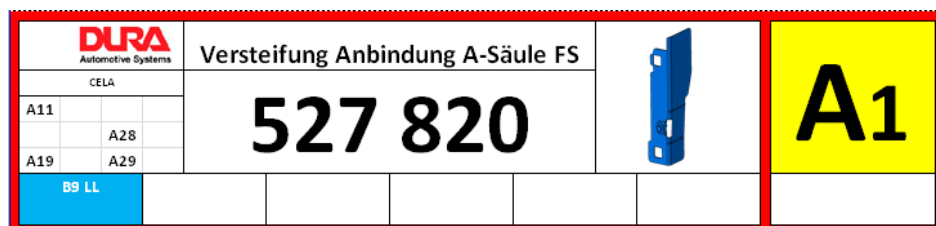
Obrázek 31: Upgrade Color Codingu na Color Coding II [13]

Obrázek výše představuje schéma regálu se vstupními díly updatovaný z Color Codingu na Color Coding II. Díly jsou v regále rozděleny na pravou a levou stranu, každá pro jednoho operátora. Taktéž jsou jen dvě barvy a svařovací přípravek má také dvě barvy (modrou a žlutou). Díly jsou v regálu umístěny primárně tak, aby se operátoři při zakládání nekřížili, zároveň jsem však při Color Codingu II myslel i na doplňování a zohlednil ho. Zeleně označené díly vystačí na celou směnu, oranžové pozice potřebují doplnit jednou za směnu a červené díly je potřeba doplňovat přibližně každou druhou hodinu.



Obrázek 32: Implementace Color Codingu II na svařovací přípravek [13]

Na obrázku výše je zřetelné, jakým způsobem jsme zjednodušili značení regálu. V praxi je běžné, že se regál se vstupními díly mechanicky opotřebovává a tato skutečnost byla zřetelná i v prvním měsíci pozorování po implementaci na modelovou svařovací celu. V rámci TPM bylo tak nutné štítky měnit a když se u více exponované pozice opotřeboval štítek s ID číslem, číslo v kroužku a i dodatková tabulka s písmeny, musely se tyto tabulky znovu tisknout a zvlášť vracet na regál. Po standardizaci štítku se tak mění pouze jeden štítek a v případě trubkových regálů, je tento štítek ještě chráněn plastovým závěsným krytem, ve kterém je štítek opotřebováván zcela minimálně a jeho výměna tak není nutná v tak častých intervalech, jako tomu bylo dříve, když byly štítky pouze laminovány a lepeny přímo na konstrukci regálu.

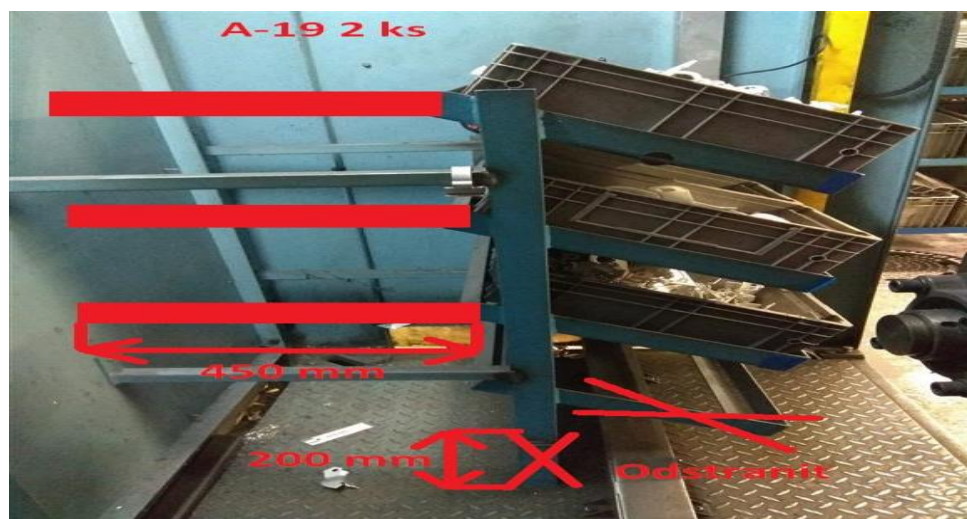


Obrázek 33: Upgradované značení regálu se vstupními díly pro Color Coding II [13]

Štítky na regálu se vstupními díly působily však o poznání menší problém, než žetony s čísly přímo ve svařovacím přípravku. Žetony se opotřebovávaly poměrně rychle a již po několika týdnech bylo potřeba některé žetony vyměnit. Hlavním důvodem byla nečitelnost způsobená nataveným drátem ze svařovacího robota. Jelikož se změnil styl značení vstupních dílů na regále, musel se tomuto stylu podřídit i způsob značení pozic ve svařovacím přípravku. Upustili jsme tedy od malých barevných žetonů a rovnou jsme nabarvili přípravek. Rozdělili jsme ho tak barevně na dvě poloviny (modrou a žlutou, jako na regále) a pozice zakládání dílů jsme označili pomocí písmen a k nim přiřazených čísel vypálených laserem do 3mm nerezového plechu. K špinění sice dochází i nadále, ale čitelnost je takřka netknutá, díky většímu rozměru značení, což je přínos především pro TPM.

#### 4.9.5 Vylepšení bufferů uvnitř svařovací cely.

Jak již bylo uvedeno v textu výše, díky zrychlení operací zakládání do SC, došlo k potřebě častěji zavážet vstupní díly do bufferů uvnitř svařovací cely. Regál se vstupními díly má rezervu třech KLT boxů za sebou, a je pohodlně přístupný pro zakladače z hlavní uličky. Zatímco buffery uvnitř svařovací cely jsou špatně přístupné a při jejich doplňování, je potřeba tuto činnost provádět přímo uvnitř svařovací cely. Bylo tedy nutné provést taková opatření, aby proces zakládání do svařovacího přípravku nebyl ničím zdržován. V našem případě se jednalo o vyřezání bočnic svařovací cely, pod dohledem kompetentního bezpečnostního technika. Po vyřezání bočnic jsme upravili profilovanou konstrukci tak, aby KLT boxy pohodlně projely při zavážení na své místo do bufferu. Tímto krokem jsme kompletně izolovali doplňovače vstupního materiálu od operátorů svařovací cely a to byl i cíl.



Obrázek 34: Návrh na úpravu plnění vnitřních bufferů svařovacích cel [13]

## 4.10 Color Coding II

Před implementací Color Codingu na ostatní svařovací cely na výrobní hale A, bylo nutné odstranit chyby a nedostatky, které doposud nový systém orientace při zakládání nesl. Všechny tyto nedostatky byly vysvětleny v předchozí kapitole a jejich úspěšnou eliminací, došlo v podstatě ke zformování Color Codingu II, což je vylepšená verze doposud prototypového systému Color Coding. Implementaci CCII na ostatní svařovací cely jsme začali uskutečňovat ihned vzápětí, co jsme nově upravený systém zakládání dostatečně otestovali a odladili jeho poslední slabiny. Provedli jsme nová měření, odhalující, o kolik procent je CCII výkonnější, než předešlý systém CC. Když jsem po několika dnech od zavedení CCII na svařovací cele provedl MOST analýzu (příloha č.3), zjistil jsem, že produktivita na svařovací cele vzrostla a to z původních 142 kusů za směnu, které jsme byli schopni vyrobit s původní podobou Color Codingu na 153 kusů hotových Cross Car Beamů.

<b>MOST Analysis</b>		Code	Time M.O.S.T.	160,3 sec.			
		Date	24.11.2019	Time TPM			
		Analyst / Signature	Jan Wieser	Time LUNCH			
		Date of movie	24.11.2019	Time BREAK			
Part:	<b>AUDI Q8, SVAŘOVACÍ CELA A-31 COLOR CODING II</b>			Calculated time for cycle	175,92 sec.		
Id. Nr.	553 211_A			Time Shift	480 min.		
AVO				<b>Shift performance</b>	<b>153 pcs</b>		
Activity:	A-31 SVAŘOVACÍ CELA: ZAKLÁDÁNÍ DO PŘÍPRAVKU			Repetition part	Base time		
No	Method	Sequence Model (Use negative index value for partial repetition)		(pF)	TF	1560	160,3
						TMU	sec (ref)
0	START						
	Operátor čeká před svařovací celou na otevření rolety pro stůl 1 se vstupními díly v ruce						
1	*** ZAKLÁDÁNÍ STANICE 1 - PRACOVNÍK 1 *** Vejít do cely a odložit vstupní díly na přípravek	g	A 1 0 1 1 0 3 0				60 2,2
2	Získat svařenec sestavy a odnést na kolotoč	g	A 1 0 3 6 0 3 0				130 4,7
3	pootočít kolotočem a umístit sestavu na kolotoč	c	A B G M X I A				50 1,8
4	Jít pro vstupní díly do regálu před celou a odnést odložit "hokejku" na SV přípravek	g	A 3 0 3 6 0 1 0				130 4,7
5	Zaloz první díl do přípravku - 3x	g	A -1 0 -3 0 0 -3 0	3			210 7,6
6	Upnout upinku - 6x	c	A B G M X I A	6			300 10,8
7	Zalozit vertikální díl	g	A 1 0 1 1 0 3 0				60 2,2

Obrázek 35: MOST analýza po zavedení systému Color Coding II [13]

### Přínosy Color Codingu II

Od doby, kdy jsem nastoupil do podniku Dura Blatná, k.s. až po poslední testy a analýzy na svařovací cele A-31, kde jsme společně s týmem Continuous improvement vyvinuli systém zakládání Color Coding a z něj dále zjednodušený Color Coding II, uplynul skoro rok. Za tu dobu se na svařovací cele A-31 vystřídal množství operátorů. Od doby zavedení CC jsme zpozorovali mnohá zlepšení pracovní efektivity. Jako spolehlivý ukazatel nárůstu pracovní výkonnosti nám byl ukazatel OEE, který spravuje pro celou produkci a tím i všechny svařovací cely, tým Engineerignu Dura. Od kalendářního týdne 41 roku 2019, kdy bylo testování CC zahájeno, prokázal ukazatel OEE výrazná zlepšení v produkci svařovací cely A-31

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2	<b>Weekly avg. OEE AUDI Q8-WELDING CELL A-31</b>													
3	Calendar week	CW41	CW42	CW43	CW44	CW45	CW46	CW47	CW48	CW49	CW50	CW51	CW52	avg.
4	Team 1 OEE	76,0%	79,0%	78,0%	83,3%	81,9%	93,0%	92,5%	95,0%	94,0%	97,0%	95,0%	96,0%	88,4%
5	Team 2 OEE	66,7%	51,9%	66,4%	55,5%	72,5%	66,1%	72,2%	88,5%	89,7%	91,0%	93,0%	95,0%	75,7%
6	Team 3 OEE	66,0%	73,7%	87,3%	83,4%	74,6%	99,8%	93,4%	82,0%	87,0%	79,0%	95,0%	91,0%	84,4%
7	Overall OEE	63,7%	64,8%	79,7%	71,9%	77,7%	86,6%	89,7%						76,3%
8	Target OEE	65,0%	65,0%	65,0%	65,0%	70,0%	73,0%	76,4%	78,5%	90,2%	89,0%	94,3%	94,0%	
9	Legend:	Morning shift			Afternoon shift				Night shift					

Obrázek 36: Rostoucí trend OEE po zavedení Color Codingu [12]

Ukazatel OEE a výsledky MOST analýz, byly dostatečnými podněty k tomu, aby byl Color Coding II zaveden na všech svařovacích celách stejného typu, jako je cela A-31 pro svařování podpůrných sestav konstrukcí palubních desek osobních automobilů. Pro zavedení Color Codingu na ostatní projekty v blatenské Duře, jsme



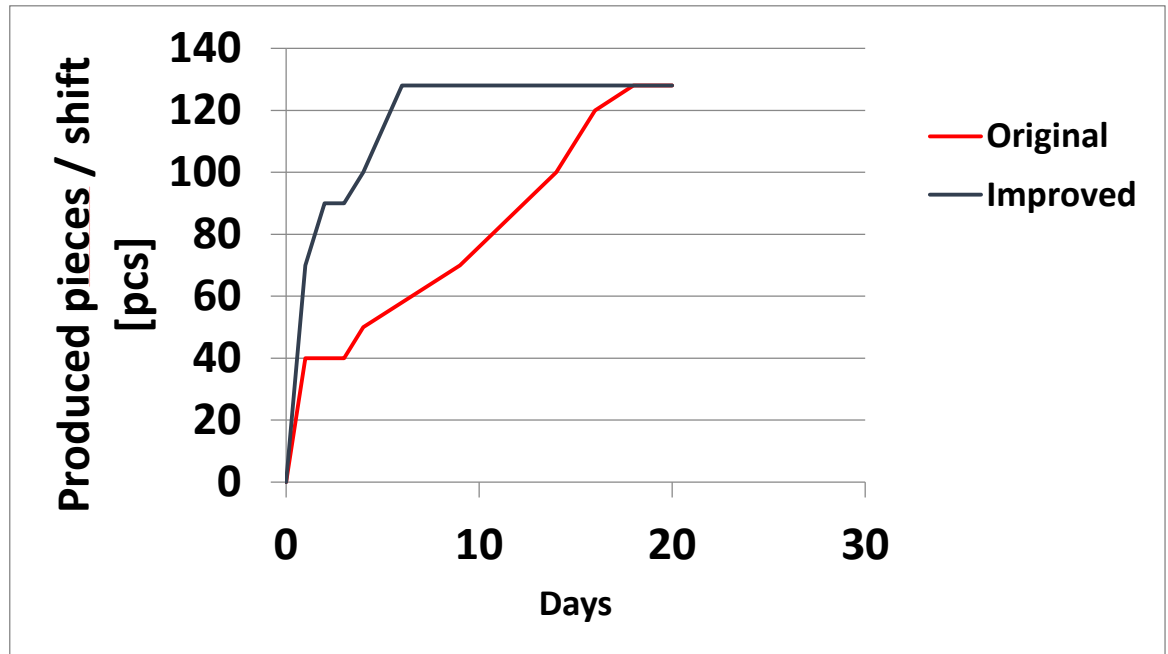
## 5 Zhodnocení studie

System Color Coding, který přinesl nový způsob začleňování nových zaměstnanců do procesu štihlé výroby, měl jako hlavní cíl přinést finanční úspory. Zavedení systému proběhlo od doby jeho prezentace na svařovací cele A-31 ještě na svařovacích celách A-30 a A-19. Správné dodržování systému Color Coding paralelně šetří náklady ve dvou fázích výrobního procesu, kterými jsou: kratší potřebná doba zaškolení operátora svařovací cely a snížení cyklového času svařování CCB v průběhu výrobního procesu, což v praxi znamená možnost produkce více kusů za hodinu.

### 5.1 Přínos z pohledu zaškolení operátora

Díky vybudování tréninkového centra, které simuluje výrobní proces, je zaměstnanec seznámen se všemi úskalími ještě před odchodem na výrobní halu. Školení probíhá formou hry na modelovém svařovacím přípravku, kde je budoucím operátorům svařovacích cel vysvětlen proces zakládání vstupních dílů před automatizovaným svařováním. Předtím, než je operátorovi představen a vysvětlen systém Color Coding, je testován na zakládání bez jakýchkoliv indicií a to z toho důvodu, že k takovéto situaci by došlo, pokud by se do výrobního procesu dostal operátor zahraničního původu, který neovládá český jazyk. Takových operátorů je v praxi většina, a proto vznikl systém, který obchází jazykovou bariéru barvami a čísly. Poté, co je operátor v tréninkovém centru podroben deseti cyklům zakládání bez nápovědy, a jsou zaznamenány časy založení finální sestavy a chyby, ke kterým při zakládání došlo, je operátor seznámen se systémem Color Coding. Na tréninkovém přípravku a regálech se vstupními díly jsou odhaleny barevná značení s čísly. Operátor je následně opět podroben deseti cyklům zakládání, ovšem již respektující systém Color Coding. Testováním v tréninkovém centru jsme zjistili, že je operátor na modelovém přípravku při použití systému CC po deseti cyklech o 436% rychlejší a je schopen zakládat zcela bez chyb. Prostředí tréninkového centra je ovšem značně idealizované oproti realitě na svařovací cele. Pozorováním jsme však byli schopni stanovit, že operátor v praxi nehledě na národnost je schopen plnit pracovní normu při použití systému Color Coding již za 6 dní. Bez systému Color Coding byl dříve průměrný operátor schopen plnit normu přibližně za 18 pracovních dnů. Provoz pracoviště svařovací cely včetně nákladů na TPM a mzdy operátorů, je přibližně 16 430,- za směnu. Pracoviště svařovacích cel obvykle plní normu ve dvou denních směnách a to ranní a odpolední. Pokud dříve trvalo 18 dnů, k tomu aby byl operátor plně zaškolen a se systémem Color Coding zaškolení trvá pouze 6

dnů, dá se předpokládat, že zavedení tohoto systému jednorázově ušetřilo rozdíl 12 dnů, v průběhu kterých bylo pracoviště svařovací cely ztrátové, jelikož probíhal stále trénink a nebyla plněna norma. Dvanáct dnů provozu svařovací cely by stálo podnik dalších 394 320,-.



Obrázek 37: Časová úspora v zaškolení při použití Color Codingu [13]

S oddělením Controllingu, které schvalovalo systém Color Coding jako přínosný Kaizen do budoucna, jsem vytvořil i jednoduchou tabulku zobrazující výhled ročních úspor díky rychlejšímu zaškolování, který byl prezentován americkému vedení společnosti, proto je částka zobrazena v USD.

Svařovací cely - robot Kč/hod	1024
Pasér Kč/hod	259
OP Kč/hod	255
OP Kč/hod	255
Dovařovač Kč/hod	263
	<b>2056</b>

úspora CZK za 20 dnu na člověka	10055,125
<b>úspora USD za 20 dnu na člověka</b>	<b>446,3944826</b>
kurz USD	22,5252
Roční předpoklad nově školených pracovníků	43
<b>Roční předpoklad úspor na nově školených pracovnících (USD)</b>	<b>19195</b>

## 5.2 Úspora díky zkrácení cyklového času svařovací cely

Hlavní finanční úspory jsou generovány, díky možnosti zkrácení cyklového času svařovacích cel, na kterých je systém CC zaveden. Díky tomuto systému zakládání jsou totiž operátoři schopni založit celou sestavu svařence CCB rychleji, než se za žáruvzdornou plentou sestava svaří. Díky tomu bylo možné zrychlit v určitých pasážích pohyby svařovacích robotů. Rychlost samotného svařování není možné ovlivnit, jelikož je stanovená zákazníkem s ohledem na zachování kvality svarů. Před zavedením systému CC na modelovou svařovací celu A-31, byla někdejší norma stanovena norma na 128 kusů svařenců CCB za směnu, z nichž jeden kus má hodnotu přibližně 768,-. Vlastní MOST analýzou a stopováním, jsem však zjistil, že se průměrná dvojice operátorů dostávala přibližně na 113 kusů za směnu. Poté, co byl zaveden systém Color Coding a následně v praxi vylepšen a optimalizován na Color Coding II, jsou již operátoři schopni zakládat 153 kusů za směnu, což je velký posun oproti stávajícímu stavu. Norma byla tedy nastavena na 145 kusů za směnu, jelikož pracoviště svařovací cely má nařízený čas TPM 20 minut, který se ale v praxi může prodloužit. Budeme-li vycházet z interních materiálů podniku a předpokládat, že jeden kus svařence CCB má hodnotu 768,-, generuje potom každé pracoviště svařovací cely s normou 145 kusů za směnu oproti stávající normě 128 kusů za směnu, zisk ve výši 13056,-.

- Dalším přínosem celkového zeštíhlení pracoviště svařovacích cel, který ocenili především samotní operátoři, je lepší ergonomie a uspořádání okolí. Díky tomu, že se trasy operátorů nekříží, nedochází ke kolizím a nutnosti nosit upuštěné díly sešrotovat. Vylepšený regál se vstupními díly je o poznání lehčí a mobilnější, než původní regály před zavedením CC. Díky této skutečnosti nejsou na konci směny operátoři tolik unavení i přes to, že po zavedení CC produkují více kusů CCB za směnu. Dále v situacích, kdy náhle dojde například k pracovnímu úrazu, což je sice na pracovišti svařovacích cel velmi nepravděpodobné, může operátora cely vystřídat operátor z jiného svařovací cely, protože je zde univerzální pracovní postup a standardizované pracoviště, které si většina povolovaných pracovníků rychle osvojí a mezi zakládáním na jednotlivých pracovištích již není takový rozdíl.
- Po zavedení a zaběhnutí systému CC, reagovalo na situaci oddělení logistiky, které díky novým regálům se vstupními díly a pevně stanovenými pozicemi jednotlivých KLT boxů, mohlo zjednodušit a standardizovat systém zavážení vstupních dílů z odmašťovny. Nové regály hlavně disponují několikanásobně větším prostorem pro

větší díly. Díky tomu odpadla nutnost častějšího zavážení, měnění KLT boxů, které se navíc velkými díly ničily.

- V poslední řadě měl vývoj tréninkového centra a restrukturalizace pracoviště svařovacích cel pozitivní dopad na směnové mistry, kteří doposud měli velmi mnoho práce se školením nových operátorů a neustále se opakujícími problémy s neplněním norem, či nedosahováním požadované kvality, což byl jeden z hlavních problémů před samotným požadavkem na optimalizaci pracovišť svařovacích cel, čehož se díky systému Color Coding a následně zlepšenému systému Color Coding II, podařilo dosáhnout.

## 6 Závěr

Cílem této studie, bylo představit čtenáři teoretickou strukturu a problematiku v oblasti zaškolování nových zaměstnanců na pozicích operátorů svařovacích cel. Teoretická část v jednotlivých kapitolách představuje celý výrobní proces Cross Car Beamu a zaměřuje se nejvíc na pracoviště svařovacích cel, kde v posledních letech vyvstaly problémy s kvalitou a neplněním norem. Využívajíc znalostí a informací z teoretické části, byla postupně zkompletována praktická část této studie, jejímž hlavním cílem bylo seznámit čtenáře s procesem štihlé výroby a dále nastínit problémy, které vznikají při nesofistikovaném školení operátorů cizích národností a jak docílit eliminace těchto problémů, které v sériové výrobě přinášejí nepřijatelné časové prostoje a zároveň neodpovídající kvalitu.

Druhá část této práce je věnována praktické části, ve které byl představen podnik Dura Automotive Systems, jeho výrobní systém, historie vzniku a růstu, způsob aplikace prvků štihlé výroby, vize a mise podniku a styl dosahování výrobní dokonalosti. V dalších kapitolách praktické části studie byl následně podrobně popsán proces optimalizace v jednotlivých krocích. Proces optimalizace probíhal v rámci projektu s názvem Color Coding, který jsem mapoval a vylepšoval od samotného vzniku, postupně vymýšlel nové varianty a aplikoval je v praxi a výsledky podložené analýzami jsem následně prezentoval vedení společnosti.

V rámci praktické části byl detailně zobrazen stav svařovacích cel před zavedením Color Codingu a stav po zavedení, který v praxi přinesl významné časové a finanční úspory podniku. Jednotlivé kapitoly tedy zobrazují implementaci Color Codingu do modelové cely A-31. Implementace s sebou nesla různá úskalí, byla provázena analýzami a postupným zlepšováním. Po uznání Color Codingu, jako přínosného Kaizenu, bylo pro tento systém vybaveno tréninkové školící centrum pro nové zaměstnance. Postupem času se Color Coding zjednodušil na ještě efektivnější Color Coding II a implementoval i na další projekty. V poslední kapitole je znázorněna finanční výnosnost projektu, kterému byla tato studie věnována.

## **7 Seznam příloh**

Příloha 1 – MOST Analýza stávajícího stavu

Příloha 2 – MOST Analýza Color Coding

Příloha 3 – Most Analýza Color Coding II

## 9 Seznam zdrojů

- [1] Marhoulová Dagmar, 1991, *Japonské Systémy Řízení, Praha: Institut řízení, s.144, ISBN 80-7014-033-X.*
- [2] Jeffrey K. Liker, 2010, *Tak to dělá Toyota. 14 zásad největšího světového výrobce, Praha: Management press s.r.o., s. 30, ISBN 978-80-7261-173-7*
- [3] Milan Vytlačil, Ivan Mašín, 1998, *Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí., Liberec: Institut průmyslového inženýrství., s. 381, ISBN 80-902235-2-4*
- [4] Miroslav Chum, 2018, Dura automotive, *příručka DOS 2.0. Dura Blatná k.s. ,Oddělení Continuous improvement, dostupné na <https://www.duraauto.com/>*
- [5] Hox, Joop J., 2017, *Multilevel Analysis, Rotterdam: Taylor and Francis Ltd. s. 278, ISBN 9781138121362*
- [6] Alistair Croll, Benjamin Yoskovitz, 2016, *LEAN Analýza, Praha: BIZBOOKS, s. 211, ISBN81472126*
- [7] Masaaki Imai, 2012, *GEMBA KAIZEN, Mc Graw-Hill, ISBN 0071790357*
- [8] Dana Rubínová, 2006, *Ergonomie, Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 31, ISBN 80-214-3313-2*
- [9] AUTOR NEUVEDEN, *Cross Car Beams - Production process, Dura automotive Systems, 2019, dostupné online na: <https://www.duraauto.com/lightweight-systems/>*
- [10] AUTOR NEUVEDEN, 2020, Zisk, Wikipedia, dostupné online na: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Zisk>
- [11] TS System s.r.o., 2020, *Katalog, dostupné online na: <http://www.tssystem.cz/katalog>*
- [12] AUTOR NEUVEDEN, 2019 *Interní podnikové materiály, Dura Automotive Systems*
- [13] *Vlastní zpracování*

## Příloha 1 – MOST Analýza stávajícího stavu

<b>MOST Analysis</b>		Code	Time M.O.S.T.	217,9 sec.		
		Date	Time TPM	20 min.		
		Analyst / Signature	Time LUNCH	30 min.		
		Date of movie	Time BREAK	20 min.		
Part:	<b>AUDI Q8, SVAROVACI CELA A-31 STAVAJICI STAV</b>		Calculated time for cycle	239,14 sec.		
Id. Nr.	553 211_A		Time Shift	480 min.		
AVO			Schift performance	113 pcs		
Activity:	A-31 SVAROVACI CELA: ZAKLADANI DO PRIPRAVKU		Repetition part	2120		
			Total	217,9		
No.	Method	Sequence Model (Use negative index value for partial repetition)	(pF)	TF	TMU	sec (ref)
0	START					
	Operátor čeka před svařovací celou na otevření rolety pro stůl 1 se vstupními díly v ruce					
1	*** ZAKLADÁNÍ STANICE 1 - PRACOVNÍK 1 *** Vejit do cely a odložit vstupní díly na přípravku	g A B G A B P A 1 0 1 3 0 3 0				80 2,9
2	Získat svařenec sestavy a odnést na kolotoč	g A B G A B P A 1 0 3 6 0 3 0				130 4,7
3	potočit kolotočem a umístit sestavu na kolotoč	c 1 0 1 3 0 0 0				50 1,8
4	Jít pro vstupní díly do regálu před celou a odnést odložit "hokejku" na šV přípravku	q A B G A B P A 3 0 3 6 0 1 0				130 4,7
5	Založ první díl do přípravku - 3x	q -1 0 -3 0 0 -3 0			6	420 15,1
6	Upnout upinku - 6x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			6	300 10,8
7	Založit vertikální díl	g A B G A B P A 1 0 1 6 3 3 0				140 5,0
8	Upnout upinku 2x	c -1 0 -1 -3 0 0 0			2	100 3,6
9	Založit druhý vertikální díl	g A B G A B P A 1 0 1 3 3 3 0				110 4,0
10	Upnout upinku 2x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			4	200 7,2
11	Vzít díl z KLT vpravo od přípravku a založit na "uší"	q A B G A B P A 1 0 1 6 0 6 3				170 6,1
12	Upnout upinku	e 1 0 1 3 0 0 0				50 1,8
13	Založit "hokejku"	g A B G A B P A 1 0 1 3 0 3 0				80 2,9
14	Upnout upinku 3x	c -1 0 -1 -3 0 0 0			3	150 5,4
15	Jít k regálu a nabrat si ( v procesním čase svařování) vstupní díly pro stůl 2	q 1 0 0 0 0 0 0				10 0,4
16						
17	*** ZAKLADÁNÍ STANICE 1 - PRACOVNÍK 2 *** Vejit do šC a odložit si připravené vstupní díly	g A B G A B P A 1 0 1 3 0 3 0				80 2,9
18	Přemístit díl z přípravku do KLT vylíř celv. vzít nové a založit podsestavu do přípravku	q 1 0 1 3 0 6 0			2	110 4,0
19	Založit podsestavu do přípravku	g A B G A B P A 1 0 1 3 0 6 0				110 4,0
20	Upnout upinku 3x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			4	200 7,2
21	Založit podsestavu do přípravku	g A B G A B P A 1 0 1 1 0 6 0			2	90 3,2
22	Upnout upinku 3x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			3	150 5,4
23	Založ podsestavu uší	q A B G A B P A 1 0 0 3 0 6 0				100 3,6
24	Upnout upinku 3x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			3	150 5,4
23	Vzít díl z KLT vpravo od přípravku a založit	q A B G A B P A 1 0 3 3 0 6 0				130 4,7
24	Upnout upinku 2x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			4	200 7,2
25	Jít pro díly do KLT vlevo od přípravku a gržet	q 1 0 1 6 0 3 0			2	110 4,0
26	založit dva díly do přípravku	g A B G A B P A 1 0 0 1 0 6 0			4	80 2,9
27	Založit dva díly do přípravku	g A B G A B P A 1 0 3 3 3 3 0				130 4,7
28	Upnout upinku 2x	e -1 0 -1 -3 0 0 0			6	300 10,8
29	Založit dva díly do přípravku	q A B G A B P A 3 0 3 3 0 3 0				120 4,3



## Příloha 2 – MOST Analýza Color Coding

<b>MOST Analysis</b>		Code		Time M.O.S.T.	172,9 sec.
		Date	4.7.2019	Time TPM	20 min.
		Analyst / Signature	Jan Wieser	Time LUNCH	30 min.
		Date of movie	1.7.2019	Time BREAK	20 min.
Part:	<b>AUDI Q8. SVAROVACI CELA A-31 COLOR CODING</b>			Calculated time for cycle	189,75 sec.
Id. Nr.	553 211_A			Time Schift	480 min.
AVO				Schift performance	142 pcs
Activity:	A-31 SVAROVACI CELA: ZAKLADANI DO PRIPRAVKU			Repetition part	1680
				TF	172,9
No.	Method	Sequence Model (Use negative Index value for partial repetition)		TMU	sec (ref)
0	START				
	Operátor čeka před svařovací celou na otevření rolety pro stůl 1 se vstupními díly v ruce				
1	*** ZAKLADÁNÍ STANICE 1 - PRACOVNÍK 1 *** Vejít do cely a odložit vstupní díly na přípravek	g A B G A B P A			80 2,9
2	Získat svařecí sestavu a odnést na kolotoč	g A B G A B P A			130 4,7
3	pootočit kolotočem a umístit sestavu na kolotoč	c A B G M X I A			50 1,8
4	Ít pro vstupní díly do regálu před celou a odnést odložit "hokejku" na sv přípravek	g A B G A B P A			130 4,7
5	Založ první díl do přípravku - 3x	g -1 B G -3 0 0 0 -3 0		3	210 7,6
6	Upnout upínku - 6x	c -1 B G -1 M X I A		6	300 10,8
7	Založit vertikální díl	g A B G A B P A			110 4,0
8	Upnout upínku 2x	c -1 0 -1 -3 0 0 0		2	100 3,6
9	Založit druhý vertikální díl	g A B G A B P A			90 3,2
10	Upnout upínku 2x	c -1 0 -1 -3 0 0 0		2	100 3,6
11	Vzít díl z KLT vpravo od přípravku a založit na "uší"	g A B G A B P A			90 3,2
12	Upnout upínku	c A B G M X I A			50 1,8
13	Založit "hokejku"	g A B G A B P A			80 2,9
14	Upnout upínku 3x	c -1 B G -1 M X I A		3	150 5,4
15	Ít k regálu a nabrat al ( v procesním čase svařování) vstupní díly pro stůl 2	g A B G A B P A			10 0,4
16					
17	*** ZAKLADÁNÍ STANICE 1 - PRACOVNÍK 2 *** Vejít do ŠC a odložit al připravené vstupní díly	g A B G A B P A			30 1,1
18	Přemístit díl z přípravku do KLT uvnitř cely, vzít nové a založit podsastavu do přípravku	g A B G A B P A			90 3,2
19	Založit podsastavu do přípravku	g A B G A B P A			90 3,2
20	Upnout upínku 3x	c -1 B G -1 M X I A		4	200 7,2
21	Založit podsastavu do přípravku	g A B G A B P A			90 3,2
22	Upnout upínku 3x	c -1 0 -1 -3 0 0 0		3	150 5,4
23	Založ podsastavu uší	g A B G A B P A			100 3,6
24	Upnout upínku 3x	c -1 0 -1 -3 0 0 0		3	150 5,4
23	Vzít díl z KLT vpravo od přípravku a založit	g A B G A B P A			110 4,0
24	Upnout upínku 2x	c -1 0 -1 -3 0 0 0		2	100 3,6
25	Ít pro díly do KLT vlevo od přípravku a držet	g A B G A B P A			80 2,9
26	založit dva díly do přípravku	g A B G A B P A			80 2,9
27	Založit dva díly do přípravku	g A B G A B P A			100 3,6
28	Upnout upínku 2x	c -1 0 -1 -3 0 0 0		2	100 3,6
29	Založit dva díly do přípravku	g A B G A B P A			120 4,3

## Příloha 3 – MOST Analýza Color Coding II

<b>MOST Analysis</b>		Code	Time M.O.S.T.	160,3 sec.		
		Date	24.11.2019	Time TPM	20 min.	
		Analyst / Signature	Jan Wieser	Time LUNCH	30 min.	
		Date of movie	24.11.2019	Time BREAK	20 min.	
Part:	<b>AUDI Q8, SVAROVACI CELA A-31 COLOR CODING II</b>			Calculated time for cycle	175,92 sec.	
Id. Nr.	553 211_A			Time Shift	480 min.	
AVO				Schift performance	153 pcs	
Activity:	A-31 SVAROVACI CELA: ZAKLADANI DO PRIPRAVKU			Repetition part	Base time	
No.	Method	Sequence Model (Use negative index value for partial repetition)	(PF)	TF	TMU	sec (ref)
0	START					
	Operátor čeká před svařovací celou na otevření rolety pro stůl 1 se vstupními díly v ruce					
1	<b>*** ZAKLADANI STANICE 1 - PRACOVNIK 1 ***</b> Vejít do cely a odložit vstupní díly na přípravek	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 3 0			60	2,2
2	Získat svařenec sestavy a odnést na kolotoč	q A B G A B P A 1 0 3 6 0 3 0			130	4,7
3	pootočít kolotočům a umístit sestavu na kolotoč	c A B G M X I A 1 0 1 3 0 0 0			50	1,8
4	Jít pro vstupní díly do regálu před celou a odnést odložit "hokejku" na sv přípravek	q A B G A B P A 3 0 3 6 0 1 0			130	4,7
5	Založ první díl do přípravku - 3x	c A B G M X I A -1 0 -3 0 0 -3 0	3		210	7,6
6	Upnout upinku - 6x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	6		300	10,8
7	Založit vertikální díl	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 3 0			60	2,2
8	Upnout upinku 2x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	2		100	3,6
9	Založit druhý vertikální díl	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 3 0			60	2,2
10	Upnout upinku 2x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	2		100	3,6
11	Vzít díl z KLT vpravo od přípravku a založit na "uši"	q A B G M X I A 1 0 1 1 0 3 3			90	3,2
12	Upnout upinku	c A B G M X I A 1 0 1 1 0 3 0			50	1,8
13	Založit "hokejku"	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 3 0			60	2,2
14	Upnout upinku 3x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	3		150	5,4
15	Jít k regálu a nabrat si ( v proceemím čase svařování) vstupní díly pro stůl 2	q A B G A B P A 1 0 0 0 0 0 0			10	0,4
16						
17	<b>*** ZAKLADANI STANICE 1 - PRACOVNIK 2 ***</b> Vejít do SC a odložit si přiřazené vstupní díly	q A B G A B P A 1 0 1 0 0 1 0			30	1,1
18	Přemístit díl z přípravku do KLT uvnitř celv. vzít nové a založit podsestavu do přípravku	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 3 0			60	2,2
19	Založit podsestavu do přípravku	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 6 0			90	3,2
20	Upnout upinku 3x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	3		150	5,4
21	Založit podsestavu do přípravku	q A B G A B P A 1 0 1 1 0 6 0			90	3,2
22	Upnout upinku 3x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	3		150	5,4
23	Založ podsestavu uší	q A B G A B P A 1 0 0 1 0 6 0			80	2,9
24	Upnout upinku 3x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	3		150	5,4
23	Vzít díl z KLT vpravo od přípravku a založit	q A B G M X I A 1 0 3 1 0 6 0			110	4,0
24	Upnout upinku 2x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	2		100	3,6
25	Jít pro díly do KLT vlevo od přípravku a držet	q A B G A B P A 1 0 1 0 0 0 0			20	0,7
26	založit dva díly do přípravku	q A B G A B P A 1 0 0 1 0 3 0			50	1,8
27	Založit dva díly do přípravku	q A B G A B P A 1 0 3 1 0 3 0			80	2,9
28	Upnout upinku 2x	c A B G M X I A -1 0 -1 -3 0 0 0	2		100	3,6
29	Založit dva díly do přípravku	q A B G A B P A 3 0 3 1 0 3 0			100	3,6