



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



Racionalizace náběhu nového projektu

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T049 – Výrobní systémy a procesy
Autor práce: **Bc. Denisa Slaninová**
Vedoucí práce: Ing. Věra Pelantová, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Denisa Slaninová**
Osobní číslo: **S17000222**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní systémy a procesy**
Název tématu: **Racionalizace náběhu nového projektu**
Zadávající katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vytvořte úvod do problematiky racionalizace náběhu nového projektu.
2. Charakterizujte vybranou organizaci s ohledem na její produkční proces.
3. Charakterizujte nový projekt.
4. Navrhněte řešení racionalizace náběhu nového projektu s ohledem na plýtvání a zlepšování ve vztahu k typu produkce organizace.
5. Vyhodnoťte získané výsledky vzhledem k možným rizikům a k procesnímu přístupu.
6. Stanovte základní znaky pro oblast racionalizace náběhu nového projektu.
7. Stanovte základní doporučení pro organizace v této oblasti.

Rozsah grafických prací: **Dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
[2] HAMEL, G. a B. BREEN. Budoucnost managementu. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-188-1.
[3] PELANTOVÁ, V. a J. HAVLÍČEK. Integrace a systémy managementu. Monografie. Liberec: Technická univerzita v Liberci, FM, 2014. ISBN 978-80-7494-164-1.
[4] Odborné časopisy a sborníky v tištěné nebo elektronické formě.

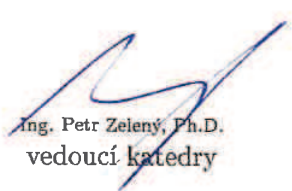
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Věra Pelantová, Ph.D.**
Katedra výrobních systémů a automatizace

Datum zadání diplomové práce: **15. listopadu 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2018

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

2. 5. 2019



Bc. Denisa Slaninová

Poděkování

Děkuji paní doktorce Věře Pelantové, vedoucí mé diplomové práce, za věcné připomínky a odbornou pomoc.

Poděkování patří také společnosti Faurecia Exhaust Systems s.r.o. Bakov nad Jizerou za ochotné jednání a poskytnutí informací. Dále všem kolegům, kteří mi přispěli radou a mým vedoucím za jejich podporu a vstřícnost.

Poděkování náleží i mé rodině, která mě plně podporovala po celou dobu studia.

Anotace

Předmětem této diplomové práce je racionalizace náběhu nového projektu. Část práce popisuje teoretické znalosti z oblasti racionalizace, optimalizace, odstranění plýtvání a další podpůrné nástroje. Praktická část je zaměřena na implementaci těchto nástrojů do praxe, návrh nápravných opatření a jejich realizace. Závěrečná část je zaměřena na vyhodnocení nápravných opatření, která byla provedena, a porovnání současného stavu s původním.

Klíčová slova:

Racionalizace, nový projekt, nápravná opatření, implementace a vyhodnocení.

Annotation

The subject of this thesis is a description of the rationalizing the start of a new project. Part of the thesis describes theoretical knowledge of rationalization, optimization, removal of waste and other supporting tools. The practical part is focused on implementation of these tools into practice, proposal of remedial measures and their implementation. The final section is focused on evaluating the corrective actions that have been taken and comparing the current situation with the original.

Key words:

Rationalization, new project, corrective actions, implementation and evaluation.

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 11 |
| 1. Náhled do problematiky – racionalizace náběhu nového projektu | 12 |
| 1.1. Základní charakteristika racionalizace práce | 12 |
| 1.2. Nástroje racionalizace | 13 |
| 1.2.1. 7 druhů plýtvání | 14 |
| 1.2.2. 7 nástrojů zlepšení kvality | 16 |
| 1.2.3. Uspořádání buněk | 17 |
| 1.2.4. Špagetový diagram | 18 |
| 1.2.5. Standardizovaná práce | 19 |
| 1.2.6. SMED | 20 |
| 1.2.7. 5S | 21 |
| 1.2.8. PDCA a DMAIC | 22 |
| 1.2.9. Ishikawa diagram | 24 |
| 1.2.10. Pareto diagram | 25 |
| 1.2.11. TPM | 26 |
| 1.3. Cíle racionalizace | 26 |
| 2. Výběr organizace s ohledem na její produkční proces | 28 |
| 2.1. Představení společnosti | 28 |
| 2.2. Vybraný proces | 29 |
| 2.2.1. Postup výroby | 30 |
| 2.2.2. Obsazení pracovišť operátory | 30 |
| 2.2.3. Základní dokumenty | 31 |
| 2.3. Testování strojů a zařízení | 32 |
| 3. Nový projekt | 33 |
| 3.1. Strategie nového projektu | 33 |
| 3.2. Pilotní provoz | 34 |
| 3.2.1. Zkušební vzorky | 34 |
| 3.2.2. Přípravy před zahájením výroby | 34 |
| 3.3. Stabilizace výrobního procesu | 36 |

| | | |
|------|--|----|
| 3.4. | Odhalení nedostatků v provozu | 36 |
| 4. | Navrhnutá řešení | 39 |
| 4.1. | Odstranění plýtvání | 39 |
| 4.2. | Vylepšení layoutu a ergonomie | 40 |
| 4.3. | Optimalizování procesního toku | 41 |
| 4.4. | Vybalancování časů | 41 |
| 4.5. | Bezpečnostní riziko | 42 |
| 4.6. | Odstraňování poruch | 43 |
| 4.7. | Optimalizace procesu svařování | 43 |
| 5. | Hodnocení výsledků | 45 |
| 5.1. | Možná rizika | 47 |
| 5.2. | Procesní přístup | 47 |
| 6. | Základní znaky pro oblast racionalizace náběhu nového projektu | 48 |
| 7. | Doporučení pro organizace v této oblasti | 49 |
| 8. | Závěr | 50 |
| | Seznam použité literatury..... | 52 |
| | Přílohy..... | 53 |

Seznam obrázků

- Obr. 1 Vyobrazení rozdílu mezi typickým a štíhlým procesem
- Obr. 2 Grafické znázornění jednotlivých druhů plýtvání
- Obr. 3 Grafické znázornění odstranění plýtvání
- Obr. 4 Usnadnění pochopení nástrojů pomocí obrázkové publikace
- Obr. 5 Příklad zefektivnění výrobního procesu změnou uspořádání buněk
- Obr. 6 Příklad Spaghetti diagramu
- Obr. 7 Nikdy nekončící proces STDW
- Obr. 8 Využití SMEDu v praxi
- Obr. 9 Obrázková publikace pro snazší pochopení 5S
- Obr. 10 Symbol PDCA cyklu
- Obr. 11 Symbol DMAIC cyklu
- Obr. 12 Příklad Ishikawa diagramu
- Obr. 13 Příklad Pareto diagramu
- Obr. 14 Společnost Faurecia Exhaust Systems s.r.o.
- Obr. 15 Layout výrobní linky R41 včetně vyznačení toku hodnot
- Obr. 16 Schéma STDW
- Obr. 17 Značky Poka-Yoke
- Obr. 18 Příklad obrázkového Interního rozpadu
- Obr. 19 Frontální zásobník
- Obr. 20 Pareto diagram poruch
- Obr. 21 Nové Schéma STDW
- Obr. 22 Diagramy cyklových časů
- Obr. 23 Příklad nadbytečného sváření (vlevo) a dostačující délky svaru dle specifikace zákazníka (vpravo)
- Obr. 24 Příklad bodového svaru navíc
- Obr. 25 Zkrácení přejezdů svářecí pistole robota
- Obr. 26 Časový vývoj DLE
- Obr. 27 Časový vývoj PPH a OPR
- Obr. 28 Časový vývoj TRS

Seznam použitých symbolů a zkratek

5S - metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti

AP – akční plán

BNVA (Business Non Value Added) - činnosti nepřidávající hodnotu, ale jsou nutná pro firmu

Bottleneck – úzké výrobní místo

CTD (Cykle Time Diagram) – diagram cyklového času

DLE (Direct Labor Efficiency) – Přímá efektivita práce v %

DMAIC (Define Measure Analyse Improve Control) – nástroj pro řešení problémů

FZ - frontální zásobník

Ishikawa (Rybí kost) – nástroj pro hledání potenciálních příčin vzniku problému

Karakuri - mechanické zařízení určené ke zlepšení práce

KPI (Key Performance Indicator) - klíčové ukazatele výkonnosti

NO – nápravné opatření

NOK díl (Not Oll Korrekt) - díl, který nemá vše správně

NVA (Non Value Added) - činnosti nepřidávající hodnotu

OK díl (Oll Korrekt) - díl se vším správně

one piece flow (tok jednoho kusu) – jednotlivé procesní operace navazují přímo na sebe bez vytvoření meziskladových zásob

OPR (Operation Ration) – Schopnost linky dosáhnout standardu v %

Pareto diagram – nástroj/graf pro určení priorit

PDCA (Plan Do Control Act) – nástroj pro řešení problémů

PIP (parts in proces) – počet kusů v rozpracovanosti

Poka Yoke – zařízení či systém, který nedovolí provést pracovní operaci jinak než správně

PPH (Parts per Person per Hour) – díl/výstup linky na osobu na hodinu

QRQC (Quick Response Quality Control) – rychlá odpověď kontrolou kvality

R41 – označení hlavního robota výrobní linky Audi C8 petrol

Repas – proces opravy

Špagetový diagram (Spaghetti diagram) - mapování a měření vzdálenosti, kterou produkt nebo pracovník v procesu urazí

SMED (Single Minute Exchange of Dies) - metoda zkracování časů přetypování výrobních zařízení

STDW (STandarD Work) - standardizace práce

TPM (Total Productive Maintenance) - celková produktivní údržba

TRS – využití strojního zařízení v %

UAP (Unite Autonome de Production) - nezávislá výrobní jednotka

V-cell (V-komora) – druh svařovacího robota

VA (Value Added) - činnosti přidávající hodnotu

Úvod

Výrobní podniky jsou v dnešní době nuceny neustále snižovat náklady na výrobu. Je nutné optimalizovat stávající výrobní procesy, zvyšovat jejich produktivitu, efektivněji využívat stroje, lidi, materiál a další zdroje. To vše přináší vysoké nároky na výrobní management z hlediska plánování a řízení výroby. Je důležité mít neustále aktuální informace o kritických místech ve výrobě, znát reálné nevyužité výrobní kapacity, potenciální možnost úzkých míst, různé druhy prostojů a ztrát, které vzniknou za určitých podmínek a kombinací různých variant. Důslednou analýzou výrobního procesu se dají zjistit skryté kapacity a je možné provést cílené změny, které vedou k lepšímu využití strojů a zvýšení efektivity výroby.

Ke snižování nákladů na výrobu se musí využít schopnosti a znalosti z oblasti optimalizace. I přes rostoucí průměrné mzdy mohou jít celkové náklady na výrobu dolů, ale musí se naplno využít intelekt, musí se racionalizovat a optimalizovat výrobní procesy lépe než konkurenti.

Práce vznikla na podnět společnosti Faurecia Exhaust Systems s.r.o. v Bakově nad Jizerou za účelem snížení nákladů při „rozjezdu“ nového projektu a jeho přípravy na vstup do sériové výroby.

Cílem této práce je analyzovat, definovat možné příčiny a implementovat řešení, která povedou ke zlepšení stávajícího stavu.

1. Náhled do problematiky – racionalizace náběhu nového projektu

1.1. Základní charakteristika racionalizace práce

Racionalizace je cílevědomý, komplexní, celopodnikový a časově neohraničený proces, který je orientován zejména na lidský faktor, jakožto hybatele změn v podniku. Podílí se na něm všichni pracovníci a svým rozsahem a působností zcela překračuje hranice výroby. Racionalizací lze souhrnně označit veškeré aktivity a opatření, realizované ve výrobně-logistickém systému a vedoucí ke zlepšení ve smyslu zvyšování efektivity, produktivity a hospodárnosti. Racionalizací lze také zlepšit pracovní podmínky a vzájemné vazby mezi faktory a operacemi výrobního procesu.

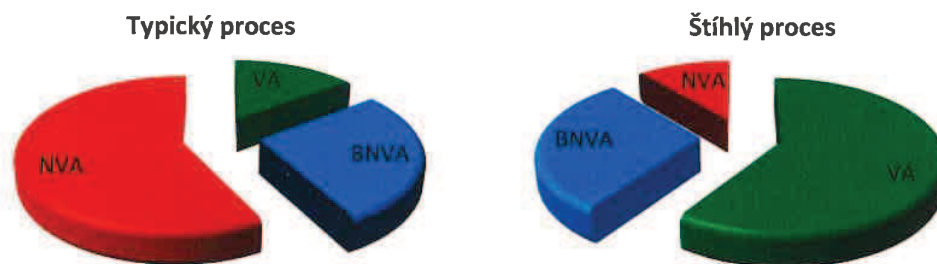
Podstatou racionalizace je nepřetržité zdokonalování výrobního systému. Již ze samotného základu slova, vycházejícího z latinského "ratio", což v překladu znamená rozumný, je možné odvozovat klíčový princip. Veškerá navrhovaná opatření by měla vést k postavení výrobního systému na logice, systémovosti a standardizaci, tedy rozumu. Stejně tak je rozumné upřednostnit maximalizaci využití (skrytých) rezerv současného stavu systému a odstraňování plýtvání před dalšími investicemi [1].

1.2. Nástroje racionalizace

Základem racionalizace je vyloučení zbytečných ztrát a maximální využití existujících rezerv. Mezi základní oblasti racionalizace patří:

- Optimalizace jednotlivých pracovních operací
- Uspořádání pracovišť
- Ergonomie pracoviště – rozložení a vybavení pracoviště
- Technické úpravy pracovišť tzn. přípravky, držáky, mechanismy apod.
- Technologičnost konstrukce

Při řešení problematiky racionalizace se využívá různých metod a nástrojů. Základním zdrojem informací o efektivnosti výrobního procesu je analýza hodnotového toku, kde se rozděluje proces na činnosti přidávající hodnotu - VA (Value Added), činnosti nepřidávající hodnotu, ale jsou nutná pro firmu - BNVA (Business Non Value Added), a na činnosti nepřidávající hodnotu - NVA (Non Value Added). Příkladné rozvržení činností (viz obr. 1), kde se VA zvyšuje ve štíhlém procesu z 15 % na 60 %, BNVA se nemění a NVA je sníženo z 55 % na 10 % [7].



Obrázek 1: Vyobrazení rozdílu mezi typickým a štíhlým procesem [7]

Tok hodnot je veškeré dění, ať už se jedná o kroky přidávající nebo nepřidávající hodnotu, nutné k tomu, aby výrobek prošel hlavním výrobním procesem od polotovaru či suroviny až k finálnímu výrobku u zákazníka. Sleduje-li se proces z hlediska hodnotového toku, dostává se na něj celkový náhled, a tudíž je pak možnost optimalizovat celý systém a ne pouze jeho

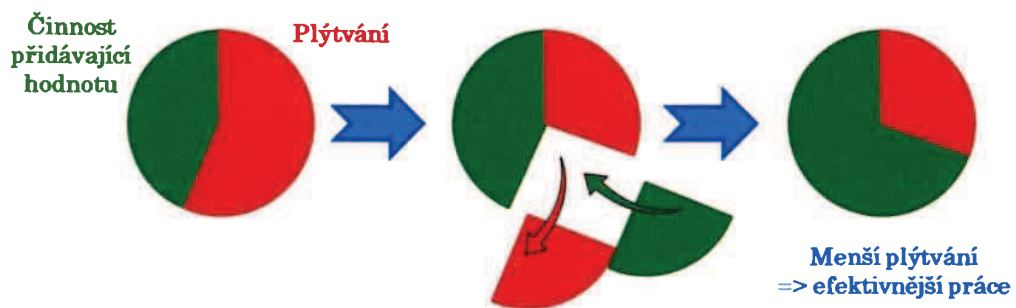
část. Zlepšovateľské úsilí by se mělo zaměřit na odstranění kroků nepřidávajících hodnotu – odstranění plýtvání.



Obrázek 2: Grafické znázornění jednotlivých druhů plýtvání [8]

1.2.1. 7 druhů plýtvání

Za plýtvání se považuje všechno to, co se v podniku vykonává, stojí peníze a nepřidává výrobku nebo službě hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Tím se plýtvání stává trvalým zdrojem ztrát, které vedou k neefektivitě podniku a snižování jeho zisku (viz obr. 3).



Obrázek 3: Grafické znázornění odstranění plýtvání [7]

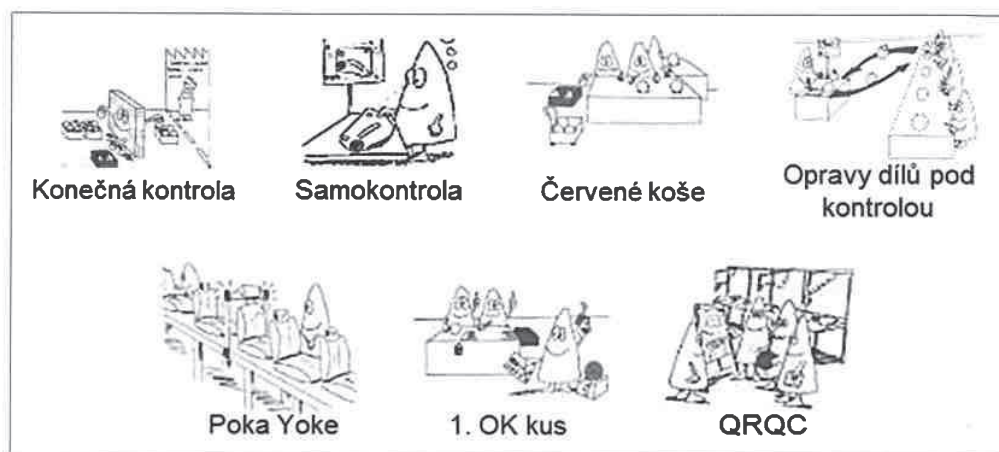
Plýtvání existuje všude kolem, a proto každá jeho eliminace neznamená pouze finanční profit, ale i zlepšení pracovního prostředí, zvýšení bezpečnosti práce atd. K účinnému odstraňování plýtvání je nutné znát jednotlivé druhy a chápat jejich dopady na proces. Všeobecně se hovoří o sedmi druzích plýtvání.

- 1) Defekty – vadné výrobky, chybné informace; jakákoliv horší kvalita nebo odchylka od specifikace, kterou zákazník vyžaduje.
- 2) Nadprodukce – nadbytečné reporty, výroba na sklad; produkce většího množství kusů, než zákazník v danou chvíli vyžaduje nebo dřív, než je požaduje.
- 3) Nadměrné zásoby – nadbytek materiálu lince, přeplněné boxy a zásobníky; materiál nebo produkty na straně výrobce, které zákazník nevyžaduje, nebo přesahují zákaznickovy požadavky.
- 4) Zbytečné pohyby – hledání, manipulace, data zadávaná navíc; pohyb po pracovišti při hledání pomůcek nebo chůzí pro materiál.
- 5) Nadbytečné zpracování – duplicity v reportech, nadbytečné schvalování, zbytečnosti v návrhu výrobku, zbytečná kontrola; zdroje používané pro dosažení výsledku jsou předimenzované, nebo je jich více, než je skutečně potřeba.
- 6) Doprava – přesouvání z budov za účelem schůzky, několik schvalovacích míst, fyzická přeprava výrobků, dokumentů, zboží nebo lidí; každý přesun materiálu, který nepřidává hodnotu výslednému produktu nebo službě.
- 7) Čekání – zdržování informací a dokumentů, nedochvilnost, práce v dávkách; čekání na osoby nebo zařízení na něco nebo někoho.

Těchto sedm základních druhů plýtvání doplňuje osmý druh a tím je nevyužitý lidský potenciál. Schopnosti, znalosti, dovednosti, zkušenosti a kreativitu osob lze považovat za nevyužití lidského potenciálu [7].

1.2.2. 7 základů kvality ve výrobě

Pro každého dodavatele jsou důležitá taková opatření, která ochrání zákazníka před nežádoucími problémy s nekvalitou dílů. Zavedením těchto základů kvality do výrobního procesu je maximalizováno zabezpečení odhalení, toku neshodných dílů a řešení problémů s jejich kvalitou. Největšího využití naleznou tyto 7 nástrojů především v linkové výrobě, kde lze snadno sledovat zmetkovitost, případně chybovost jednotlivých strojů či zaměstnanců, ale i mimo tuto oblast.



Obrázek 4: Usnadnění pochopení nástrojů pomocí obrázkové publikace [5]

Jedná se o tyto nástroje:

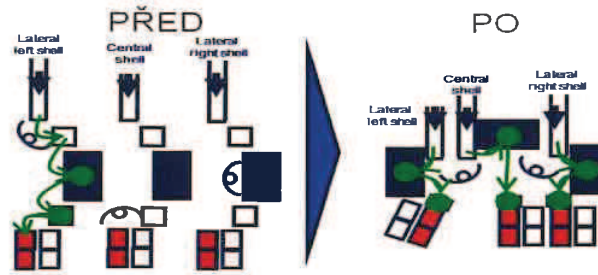
- 1) Konečná kontrola – poslední možnost jak odhalit neshodný díl, parametr či vlastnost mimo specifikaci a odvrátit tak hrozbu zákaznické reklamace [5].
- 2) Samokontrola – zásluhou samokontroly jsou na další pracovní operaci a k dalšímu zpracování předány pouze shodné díly [5].
- 3) Červené koše – používání červených košů a důkladné dodržování pravidel zacházení s neshodnými díly izolují neshodné díly mimo pracovní proces [5].

- 4) Opravy pod kontrolou – pracovní návod společně s katalogem vad a provedení zaškoleným operátorem zajišťují opravy pod kontrolou [5].
- 5) Poka Yoke – zařízení či systém, který nedovolí provést pracovní operaci jinak než správně [5].
- 6) První OK kus – uvolnění výroby respektive ověření rozměrové specifikace a specifikace vlastností prvním OK kusem na začátku směny nebo po provedené změně verze zaručuje bezchybnost celé výrobní dávky [5].
- 7) QRQC (Quick Response Quality Control) – Rychlá odpověď kontrolou kvality je nástroj pro zaznamenání problémů, jejich odstranění a nápravných opatření, vedoucích k zamezení opakovanému výskytu) [5].

1.2.3. Uspořádání buněk

Na základě navrženého výrobního a technologického postupu lze uspořádat jednotlivá pracoviště. Obvyklým tvarem uspořádání v konceptu štíhlé výroby je U-linka, protože je zde nejvíce výhod:

- činnosti operátorů se nekřížují se zásobováním materiálem, které je ze zadní části linky,
- začátek a konec linky jsou u hlavní komunikace,
- mezi operacemi jsou krátké vzdálenosti (vzdálenost mezi první a poslední je minimalizovaná),
- v komunikaci mezi operátory nejsou žádné překážky.



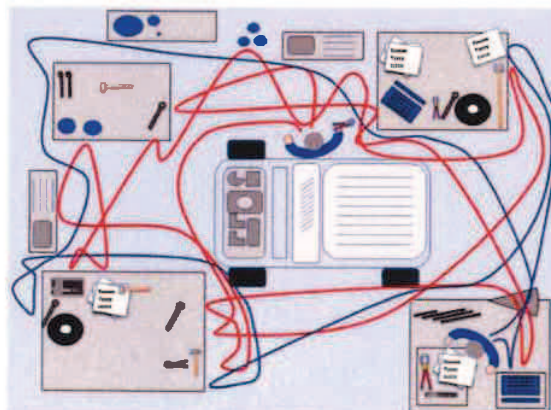
Obrázek 5: Příklad zefektivnění výrobního procesu změnou uspořádání buněk [5]

Samozřejmě jsou možné i jiné tvary – do "I", "L" apod., ale nejvýznamnějším omezením pro uspořádání výrobních buněk v lince zůstává tvar a rozměry místa, které jsou k dispozici.

Cílem zavedení U buněk je dosažení plynulého toku materiálu, řízeného požadavkem zákazníka. Vytváření U buněk patří do oblasti synchronizace toku. Vytvořením produktové organizace je možné podstatně zvýšit flexibilitu, redukovat manipulaci a zjednodušit způsob dílenského řízení výroby [7].

1.2.4. Špagetový diagram

Dalším velice přínosným nástrojem je Špagetový diagram (Spaghetti diagram). Pomáhá odhalit plýtvání mapováním a měřením vzdálenosti, kterou produkt nebo pracovník v procesu urazí. Zaznamenává se počet kroků a vzdálenost.



Obrázek 6: Příklad Spaghetti diagramu [8]

Je jedním z hlavních a zároveň nejjednodušších nástrojů pro zachycení pohybu materiálu nebo pracovníka v předem definovaném časovém úseku, kterým může být například jeden den. Sledování pohybů je nezbytnou součástí zeštíhlování procesů. Jedná se o proces hledání zbytečných pohybů, odchodů, zbytečných transportů a manipulace se záměrem lépe organizovat layout pracoviště a minimalizovat logistické procesy včetně skladování. Vytvoření diagramu je poměrně jednoduchou záležitostí, ke které není potřeba žádný software. Vhodné je diagram zaznamenávat do layoutu budovy nebo její části, kdy jsou zachycovány pohyby pracovníka či manipulace s materiálem do obrázku. Následně je realizován rozbor ušlé vzdálenosti, možnosti zkrácení trasy, redukce zbytečných pohybů a přiblížení potřebného materiálu s cílem minimalizace všech logistických procesů [7].

1.2.5. Standardizovaná práce

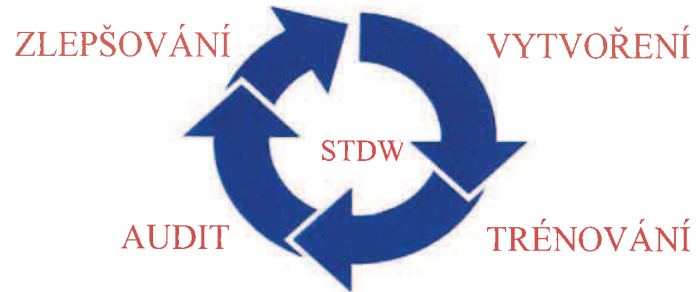
Standardizace práce (Standard work - STDW) umožňuje vyvarovat se chyb lidského faktoru. Jasně a srozumitelně říká operátorům, jak má proces vypadat, jak na sebe jednotlivé části navazují a na co si dát pozor. Také popisuje co dělat, probíhá-li proces nestandardně.

Při jasné představě o návrhu výrobní linky a organizace práce se může začít s popisem standardů práce pro jednotlivé modely linky. Standard práce je dokument s jasně popsány úkoly a jejich výsledky, který umožňuje eliminaci variantnosti výrobních postupů, které jsou jedním ze základních příčin neefektivní organizace práce. Nejprve se pozorují různé způsoby práce a poté se vybere nejlepší a nejkratší verze. Používání a zlepšování STDW je komplexní a nikdy nekončící proces.

Nejčastější formou, která se při výrobních buňkách používá, je tzv. kombinovaný graf, kde jsou informace o standardním vybavení a uspořádání pracoviště, vyznačení toku výrobku pracovištěm, standardní rozpracovanost a vyznačení úzkého místa. Grafická forma zobrazení obsahuje informace

o požadovaném taktu zákazníka, o spotřebě času a rozdělení jednotlivých operací mezi pracovníky a o vytížení pracovníků v rámci jednoho taktu [5].

Na základě nejlepšího opakovatelného cyklu je STDW jedinečným nástrojem. Udává nejlepší a nejkratší cestu práce. Pozorování těch, kteří to umí nejlépe, umožňuje poznat co dělat a jak to dělat dobře. Trénovat, měřit, porovnávat se skutečností, identifikovat variabilitu a zlepšovat.



Obrázek 7: Nikdy nekončící proces STDW [5]

1.2.6. SMED

SMED (Single Minute Exchange of Dies), neboli Metoda zkracování časů přetypování výrobních zařízení. Je to metoda, která se zaměřuje na redukci času přestavení zařízení při změně sortimentu. Využívá se na pracovištích, která jsou úzkými místy, kde se přestavení provádí často a jeho časy představují výrazné ztráty.



Obrázek 8: Využití SMEDu v praxi [8]

Obvykle má dva základní cíle:

- získat část kapacity stroje, která se ztrácí jeho dlouhým přestavováním, obzvláště jedná-li se o úzké místo procesu;
- zajištěním rychlého přetypování umožnit výrobu v malých dávkách; výroba v malých dávkách znamená vyšší pružnost a nižší rozpracovanost výroby.

1.2.7. 5S

5S je metodika pro eliminaci plýtvání na pracovišti a základní předpoklad pro zlepšování. V oblasti štíhlé výroby patří do kategorie standardizace procesů a štíhlého pracoviště.

Cílem zavádění 5S je zlepšení toku materiálů a informací, zvýšení produktivity práce, zlepšení kvality a bezpečnosti práce, ochrana životního prostředí a vytvoření příjemného pracovního prostředí.

Je to program pěti základních principů pro dosažení trvale čistého, přehledného a organizovaného pracoviště. Vychází z pěti japonských slov.

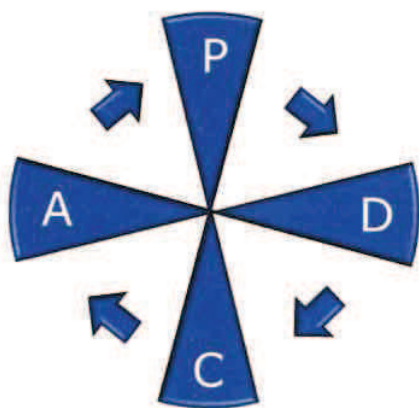


Obrázek 9: Obrázková publikace pro snazší pochopení 5S [5]

1. Seiri = vytřídit a odstranit nepotřebné. Jasně vytipovat nepotřebné věci, identifikovat, co je na pracovišti nutné a co je zbytečné, označit je a postupně vyřadit.
2. Seiso = uklízet a čistit. Provádět úklid na denní bázi, čistit a udržovat zařízení.
3. Seiton = uspořádat respektive systematizovat. Věci mají své místo, označit pracoviště, stroje, regály apod.
4. Seiketsu = standardizovat. Zavést a dodržovat standardy čistoty.
5. Shitsuke = vyžadovat disciplínu. Vyžadovat dodržování úklidových pravidel.

1.2.8. PDCA a DMAIC

Jedním z nástrojů, který je možné využít při řešení problémů, spojených s kontinuálním zlepšováním procesů, je tzv. Demingův cyklus, nazývaný též PDCA cyklus. Je to sled aktivit, který slouží jako jednoduchý model při provádění změn. Skládá se ze čtyř fází:



Obrázek 10: Symbol PDCA cyklu [8]

Plan (Plánuj) - výzkum problému a návržení změn vedoucích ke zlepšení.

Do (Realizuj) - testy a implementace navrhovaných změn.

Control (Prověř) - studium výsledků a analýzy testů.

Act (Proveď) - finální fáze, kdy na základě analýzy výsledků a hodnocení předcházejícího testu jsou prováděny navržené změny.

Obdobným, zdokonaleným modelem je DMAIC, kterým se řídí projekty Lean Six Sigma. Jedná se o systémový přístup, jak se dopracovat k cíli řízeným způsobem. Metoda obsahuje pět fází projektu.

Define (Definovat) – definovat cíle; popis stavu, kterého má být dosaženo; určit tým pracovníků; popis procesu, který má být zlepšen; rozsah projektu tzn. začátek a konec procesu, vstupy a výstupy; metrika stavu před a po; časový plán jednotlivých fází a termín uzavření projektu.



Obrázek 11: Symbol DMAIC cyklu [7]

Measure (Měřit) – pomocí měřitelných ukazatelů zmapovat současný stav procesu; cílem této fáze je sběr a vyhodnocení informací o současné situaci (sledování výskytu vad, měření výstupů z procesu a zaznamenávání vstupů).

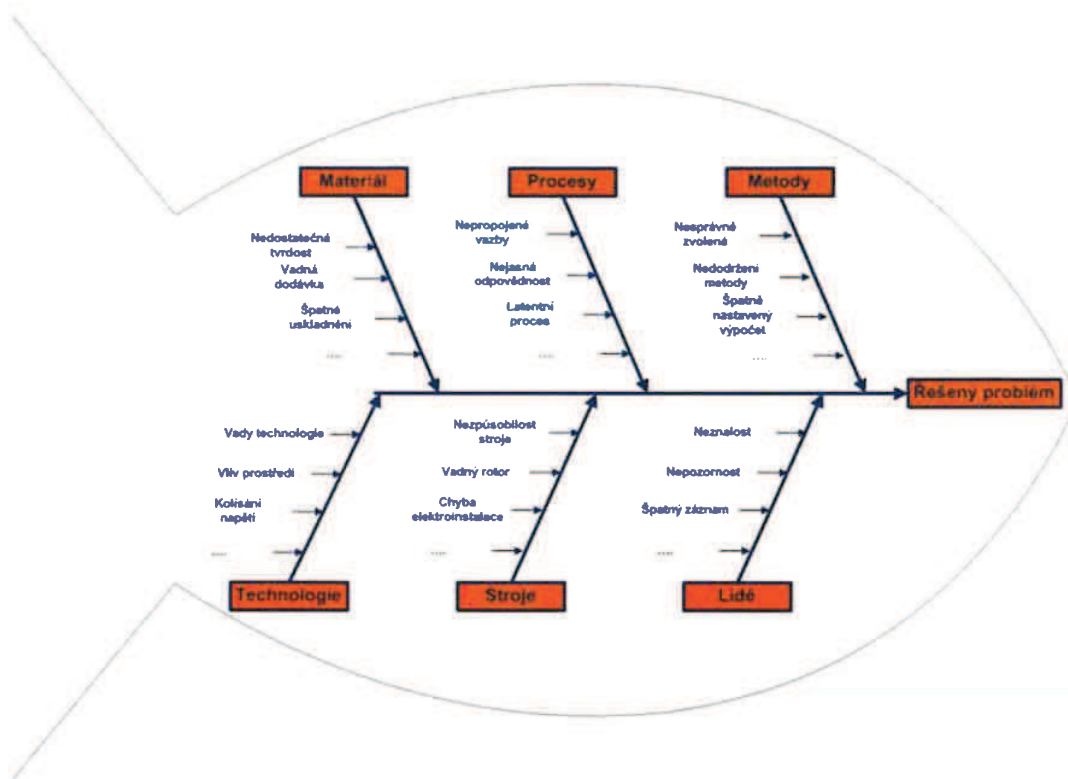
Analyse (Analyzovat) – získané informace podrobně analyzovat a zjistit skutečný potenciál pro zlepšení; cílem je určení klíčových příčin problému tj. kritických vstupních faktorů, které mají významný vliv na výskyt vad.

Improve (Zlepšovat) – základem zlepšení je odstranit skutečné příčiny; nastavit nové parametry procesu a jeho optimalizaci; součástí zlepšování by mělo být i zlepšení nákladů a přínosu pro zákazníka; cílem je vytvořit, vyzkoušet a implementovat řešení, která odstraňují hlavní příčiny vzniku vad.

Control (Řídit) – zavést všechny potřebné změny a standardizovat je; ověřit správnost nalezených příčin a ověřit zlepšení po jejich odstranění; sledovat dosažení výsledků a zisku z nového zlepšení po určité období; zabezpečit trvalé udržení zlepšeného stavu.

1.2.9. Ishikawa diagram

Pro hledání potenciálních příčin vzniku problému je vhodný další ze známých nástrojů – Ishikawa, neboli „rybí kost“. Jedná se o jednoduchý nástroj, který je založen na postupném zaznamenávání logických vazeb mezi následkem a příčinami. Tento diagram by se měl stát prvním krokem řešení všech problémů, které mohou být vyvolány vícero příčinami. Zpracování je jednoduché a lehce pochopitelné, což vede k zapojení širšího okruhu pracovníků a přináší náměty na nová nekonvenční řešení.



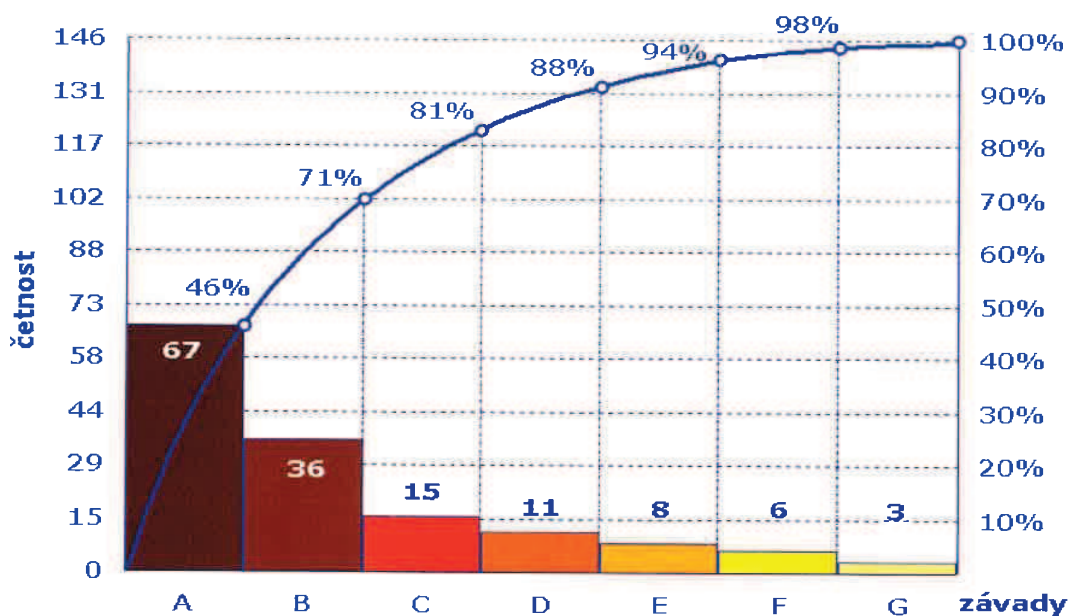
Obrázek 12: Příklad Ishikawa diagramu [8]

Způsob používání tohoto diagramu začíná v definování následku – pojmenování problému, ke kterému jsou zpravidla uvedené i měrné jednotky, aby bylo možné porovnat stupeň zlepšení po přijetí nápravných opatření. Následuje hledání hlavních příčin, které se kategorizují do šesti základních oblastí: materiál, proces, metoda, prostředí, stroj a lidé. Poté každý člen řešitelského týmu přidělí jednotlivým potenciálním příčinám své body.

Odstupňovaně a tajně, aby nedošlo k ovlivňování hodnocení ostatních členů týmu. Přidělené body se sečtou a podle počtu bodů lze určit nejpravděpodobnější příčiny vzniku problému.

1.2.10. Pareto diagram

Paretova analýza je volně navazující na Ishikawa diagram. Pomáhá identifikovat oblast, ve které se nejčastěji vyskytuje sledovaný jev. Je vhodná v případech, kdy je potřeba zúžit oblast zaměření. Na základě principu 80:20, kde 80 % výstupu je výsledkem 20 % vstupů, neboli hlavní množství důsledků bývá kumulováno do malého množství rozhodujících příčin. Výhodou je zobrazení sestupně seřazených kategorií a jejich procentuálního zastoupení. Oblasti využití: četnost výskytu poruch, chyb a zmetků; analýza příčin defektů a nestability procesů [7].



Obrázek 13: Příklad Pareto diagramu [8]

1.2.11. TPM

TPM (Total Productive Maintenance) neboli Celková produktivní údržba je strategie údržby, která se zaměřuje na dosažení vyšší výkonnosti, snížení poruch a lepší kvality díky preventivní údržbě a úsilí zaměstnanců. Jedná se o soubor aktivit s cílem: eliminace poruch, abnormalit a všech dalších ztrát na stroji; postupného zvyšování efektivnosti zařízení; vytvoření vyhovujících pracovních podmínek; dlouhodobého růstu kvalifikace pracovníků údržby a operátorů, aby se mohli dobře starat o stroje a zařízení; zapojení všech pracovníků firmy do zlepšování procesů; zvyšování výkonnosti firmy.

Operátoři mají vypěstovaný cit pro nepravidelnosti v chodu svého zařízení a tak mohou rozpoznat možnou poruchu již v předstihu. Důsledkem bývá výrazné snížení neplánovaných prostojů. Operátor při provádění údržbářských zásahů lépe poznává své zařízení. Přitom využívá své zkušenosti z výroby. Autonomní údržba je jedním z pěti programů TPM. Do autonomní údržby se zahrnuje čištění, seřizování, mazání a další, zpravidla jednoduché aktivity, které provádí obsluha strojů vyškolená a trénovaná krok po kroku.

1.3. Cíle racionalizace

Racionalizací se rozumí zdokonalování fyzické a duševní lidské činnosti metodami, zajišťujícími efektivnějšími postupy výsledky práce. Při dodržování základního postupu, kde se nejprve analyzuje stávající systém, posuzují se jeho funkce, generují se racionalizační opatření, která se následně realizují, a vyhodnocují se přínosy.

Cílem ergonomické racionalizace je:

- skloubit výsledky vědy a techniky v pracovním procesu s možnostmi člověka tak, aby materiální, finanční a pracovní zdroje byly co nejlépe využity;

- vytvořit pro člověka co nejpříznivější podmínky v pracovním procesu tak, aby jeho zdraví nebylo poškozováno, ale naopak posilováno;
- vychovávat a vzdělávat člověka tak, aby dosahoval co nejvyšší profesionality ve své profesi.

2. Výběr organizace s ohledem na její produkční proces

2.1. Představení společnosti

Společnost Faurecia Exhaust Systems s.r.o. v Bakově nad Jizerou patří do koncernu Faurecia. Závod je specifický svým historickým vývojem, začal se budovat v červnu 1999 a v lednu 2000 se otevírala první část výroby. Celý závod tak, jak je ho možné poznat v současné době, vyrostl postupně ve třech etapách. V letech 2009 až 2013 byla součástí areálu i prototypová hala, která se poté kvůli kapacitním důvodům přesunula do nového závodu v Bezděčíně u Mladé Boleslavi. Bakovský závod je hodnocen jako jeden z nejlepších závodů ve střední Evropě, a proto do něj neustále proudí nové projekty. I proto se stává, že v Bakově se nový projekt připraví, rozjede a nastaví se výrobní linky. Ty se poté transferují do jiných závodů, kde se připraví na nový projekt a sériovou výrobu. V současné době se výroba zaměřuje hlavně na „cold end“, což je část výfuku za katalyzátorem až po koncovku. Hlavní zákazníci tohoto závodu jsou světové automobilky jako Volvo, BMW, Audi, Škoda a další.



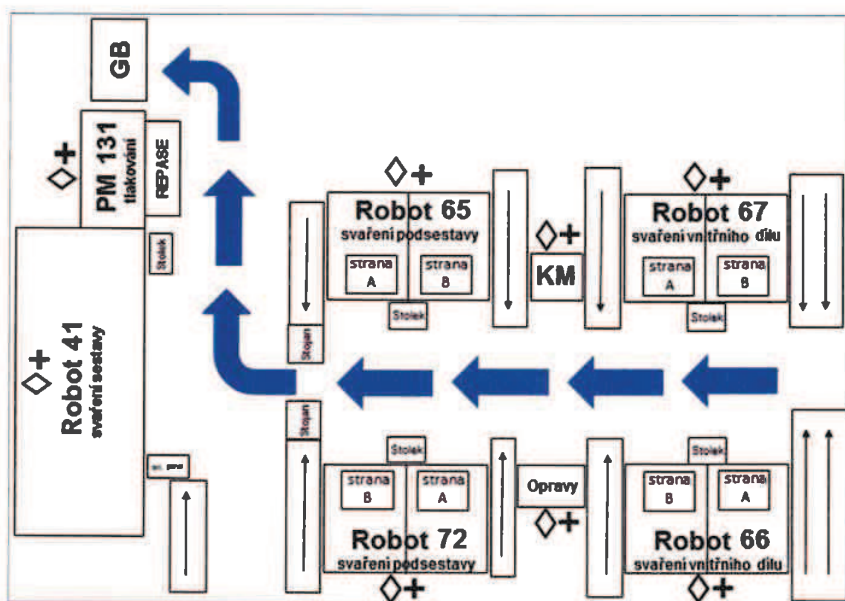
Obrázek 14: Společnost Faurecia Exhaust Systems s.r.o. [5]

Výrobní závod se dělí na čtyři výrobní celky pod názvem UAP – „Unite Autonome de Production“, v překladu: nezávislá výrobní jednotka. Každé UAP se zaměřuje na jiný druh výroby a skládá se z několika pracovišť.

UAP1 jsou ohýbací a formovací stroje pro tváření trubek, UAP2 je zaměřeno na ruční sváření a malé roboty, UAP3 jsou především comasové¹ linky – pracoviště složené ze strojů, které zpracovávají plechy (děrovací, vyhrdlovací stroje, ohraňovací lisy apod.). Posledním výrobním celkem je UAP4, kde jsou robotické svařovací linky, uspořádané podle zákaznických projektů.

2.2. Vybraný proces

Jeden z nejsložitějších a zároveň nejsledovanějších výrobních procesů ve firmě je robotická linka Audi C8 - petrol na UAP4. Je složena z několika takzvaných V-cell, což je stroj s jednou svařovací robotickou rukou a dvěma svařovacími kabinami, jedním velkým robotem (označován jako R41 - podle něj je pojmenována celá linka), se dvěma svařovacími robotickými rameny a jedním otočným stolem pro dvě polohy. Dále pak kalibrovací stanicí, repasním pracovištěm a poslední částí procesu před zabalením dílu a odesláním k zákazníkovi je kontrolní tlakovací stanice. Ta by odhalila případnou netěsnost, a tím zajišťuje ochranu zákazníka před nekvalitou.



Obrázek 15: Lay-out výrobní linky R41 včetně vyznačení toku hodnot [5]

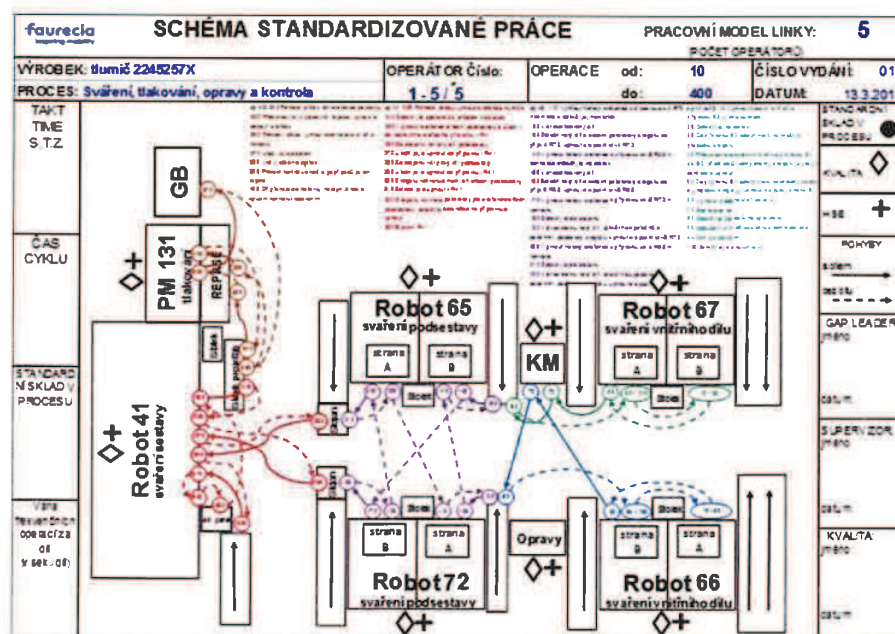
¹ Comas – výrobce strojů na plnění výfukových systémů vnitřními díly

2.2.1. Postup výroby

Z důvodu složitosti obsluhy, údržby strojů a zásobování polotovary byla výrobní linka už od zahájení projektu uspořádána do tvaru písmene L (viz obr. 15). Při přípravě layoutu byl zohledňován nejen technologický postup, ale i ostatní důležité dokumenty, vztahující se k výrobku a požadavkům zákazníka. První dvě kabiny prvních V-cell svařují vnitřní díly tlumiče – různě formované a tvarované trubky spolu s přepážkami. Ve druhé kabině dochází ke svaření vnitřních dílů s pláštěm. Následně jsou kalibrovány výduchy (otvory). V dalších dvou V-cellách jsou na těla tlumičů přivařeny koncovky a držáky. V hlavním robotu R41 dochází ke spojení pravého a levého těla tlumiče tzv. mostem. Poté je díl zkontrolován z hlediska svarů a popřípadě zrepasován. Nakonec je podroben tlakové zkoušce a při OK výsledku zkoušky označen automatickým gravírem pro zpětnou identifikaci.

2.2.2. Obsazení pracovišť operátory

Podle již zmiňovaných dokumentů bylo provedeno základní obsazení pracovišť operátory s ohledem na jejich znalosti a zkušenosti z jiných

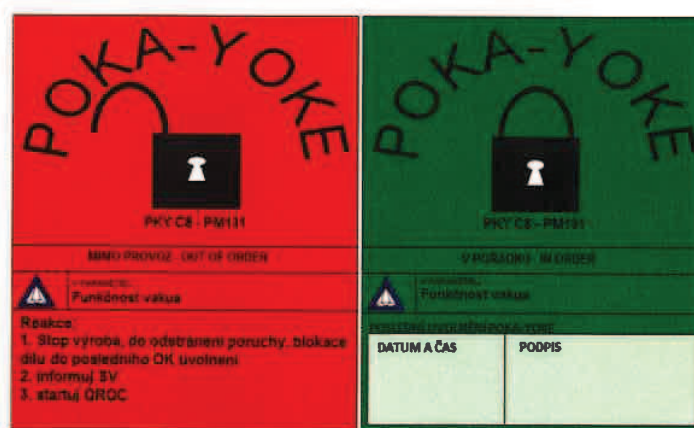


Obrázek 16: Schéma STDW [5]

projektů. Zároveň musela být splněna podmínka svářecího průkazu u repasního operátora. Bylo vytvořeno Schéma STDW, podle něhož a technologického postupu bylo možné vytvořit první vzorky a předsériové díly (viz obr. 16).

2.2.3. Základní dokumenty

Kromě již zmiňovaného technologického postupu a Schéma STDW bylo nutno vytvořit i jiné dokumenty. Pro zajištění kvality dílů a ochrany zákazníka před nekvalitou byl vytvořen postup kontroly, který je určen pro posledního operátora na pracovišti tlakové zkoušky. Návodů na provádění průběžné kontroly byly zaneseny do technologického postupu. Pro případné neshodné díly byly zavedeny červené koše společně s návodem, který popisuje jejich nakládání. Jasným definováním toku dílů při repasním zpracování je zajištěna oprava pod kontrolou. Těsnost dílů je zajištěna systémem Poka –Yoke přímo v tlakovací stanici, kde je díl opatřen gravírem pod podmínkou úspěšné tlakové zkoušky. Funkčnost tohoto opatření je signalizována jednoduchým značením přímo na stroji (viz obr. 17).



Obrázek 17: Značky Poka-Yoke [5]

Všechny ostatní požadované vlastnosti jsou kontrolovány na začátku pracovní směny, kdy je díl kontrolován mimo jiné i rozměrově a zástavbovou zkouškou v kontrolním přípravku. K tomuto účelu byl vytvořen protokol uvolnění prvního OK kusu. Pro předávání informací a zkušeností s řešením

různých problémů, neshod, komplikací a nápravných opatření byl zaveden QRQC.

Preventivní údržbou TPM prvního a druhého stupně byly eliminovány nežádoucí poruchy a prostoje, které mají bezprostřední vliv na efektivitu výroby.

2.3. Testování strojů a zařízení

Jedním z nejdůležitějších kroků při vývoji a implementaci projektu je ověření správné funkce všech zařízení, které se podílí na výrobním procesu. Zjednodušeně řečeno – mají dělat to, co je od nich očekáváno při stanovené zátěži, v požadované kvalitě a v odhadovaném čase.

Za podpory týmu, složeného ze zástupců oddělení technologie, nových projektů, výrobního celku UAP4, kvality, údržby a seřizovačů, byly provedeny výrobní testy. Zároveň byly prováděny změny v programování robotů, odstraňovány různé překážky a nedostatky. Každý člen týmu se nemalou měrou podílí na budoucí připravenosti procesu. Pokud změnu či korekci nelze provést ihned, je vypracován akční plán, který stanovuje zodpovědné osoby a zajistí dodržování stanovených termínů realizací.

3. Nový projekt

Obecně je možné projekt definovat jako jedinečný souhrn činností, směřujících k předem stanovenému cíli, který má jistý začátek i konec. Vyžaduje spolupráci různých profesí, váže či spotřebovává jejich kapacity a využívá je pro vytvoření výstupu. Projekt lze také popsat jako jednorázovou transformaci vstupů (informace, prostředí, materiál, peníze, schopnosti a dovednosti zúčastněných lidí) na výstupy – cílové produkty – za pomoci vývojových činností, uspořádaných do etap, kroků a úkonů. Projekt vždy zaměstnává určitou skupinu lidí a ovlivňuje jiné. Nový projekt je díky své jedinečnosti vždy spojen s rizikem neúspěchu a nikdy není zcela přesně zřejmé, co nás v průběhu jeho realizace čeká, nebo zaskočí. To, co jej odlišuje od jiných (rutinních) činností v podnicích, je právě ta nejistota, jedinečnost a rizikovost, které jsou pro projekt zásadní.

3.1. Strategie nového projektu

Každá firma existuje proto, aby naplňovala určité poslání - výrobu či poskytování služeb svým zákazníkům. Pro udržitelnost firmy na trhu, a tím i zajištění její budoucnosti, je bezpodmínečně nutný její rozvoj a neustálé hledání nových zdrojů příjmu. K tomu slouží nové projekty.

Pro úspěšné realizování projektu je nutné ho řídit pomocí plánů. Strategie projektu je zakotvením okolí projektu v širších souvislostech, aby byly plány projektu použitelné a vytvářející naději na jeho úspěch. Absence této strategie bývá příčinou neúspěchu projektu. Většina neúspěšných projektů, kde je identifikována příčina neúspěchu, měla kořeny svého neúspěchu právě ve strategii projektu.

3.2. Pilotní provoz

V závislosti na odvolávkách zákazníka a strategického plánu projektu byl naplánován pilotní provoz, kdy za přísného dohledu podpůrných oddělení a ve snaze o bezproblémový chod výroby budou vyrobeny první vzorky. Ty budou později podrobeny různým testům a zkouškám a budou sloužit jako vzorový etalon pro případné nesrovnalosti či pochyby ve specifikaci.

Pod pojmem pilotní provoz nebo také pilotní testování si lze představit zkušební fungování systému v reálném provozu. To znamená ověření technologické funkčnosti a identifikace všech bezpečnostních rizik. Výsledným řešením pilotního provozu je technicky a formálně připravený systém.

3.2.1. Zkušební vzorky

Ještě před samotným prvním rozjezdem výrobní linky jsou stroje, přípravky i samotné roboty zkoušeny. Technologové testují jedno zařízení po druhém a postupně uvolňují jednotlivá zařízení pro výrobu. K tomuto účelu jim slouží zkušební vzorky a na základě zákaznické specifikace mohou upravovat či měnit výrobní programy a postupy.

3.2.2. Přípravy před zahájením výroby

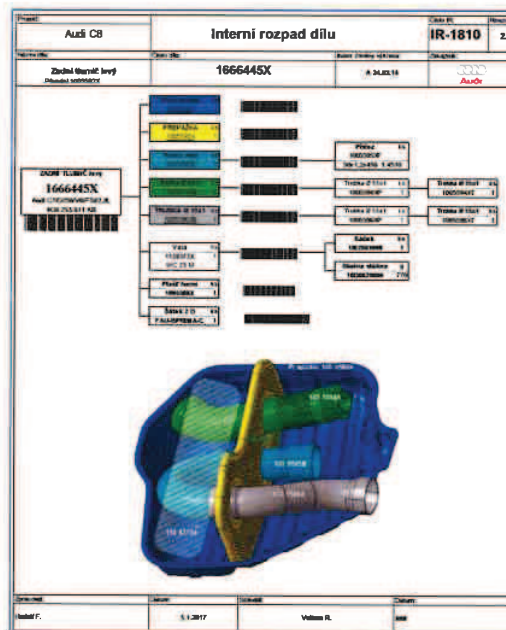
Před zahájením výroby je nutná příprava. Dokumenty vytisknout, zalaminovat, založit do šanonu, vystavit či jinak připravit k běžnému použití v případě potřeby a to způsobem a na takovém místě, které je předem dohodnuto a všem obeznámeno.

Avšak pouhé vytvoření dokumentů a jejich připravení do výroby nestačí. Nejdůležitější je s nimi obeznámit výrobu, proškolit operátory a popřípadě jim podat vysvětlení v takovém rozsahu, aby všichni podílníci procesu věděli co, jak, kdy, s čím a proč pracovat. Bez znalosti odpovědí na

tyto otázky může dojít k nechtěným dezinformacím a omylům, které vedou k neefektivitě, zmetkovitosti či jiným problémům a komplikacím v procesu samotném.

Z hlediska logistiky se jedná především o výrobní plán, zajištění dostupnosti všech komponentů včetně správného načasování.

Z oddělení průmyslového inženýrství jde o technologické postupy včetně obrázkových interních rozpadů, které jsou velmi přínosné hlavně v počátcích projektu. V době, kdy ještě nejsou operátorům známy všechny komponenty, obrázková dokumentace včetně barevného rozlišení mnohé napoví (viz obr. 18).



Obrázek 18: Příklad obrázkového Interního rozpadu [5]

Pro účely údržby je nutný dokument preventivní údržby prvního a druhého stupně², návod na bezpečné vypínání strojů v případě poruchy. Protokol uvolnění prvního OK kusu a návody na kontrolu v průběhu výroby jsou dodány z oddělení kvality. Schéma STDW od specialistů na systém slouží k přehledu o pohybech jednotlivých operátorů a o toku hodnot.

V přesně naplánovaném termínu, se zajištěním dostupnosti potřebných komponentů, za odborného dohledu zástupců podpůrných

² Preventivní údržba je odstupňována v závislosti na tom, kdo ji provádí, v jaké náročnosti respektive v jakém rozsahu a v jaké periodě.

oddělení a s proškolenými operátory je možné zahájit výrobu. Z počátku jsou jednotlivé činnosti poněkud krkolomné, časy cyklů dlouhé a výrobní proces nejednotný a zmatený. Ale po nedlouhém čase, díky získání zkušeností a zručnosti operátorů, se výrobní proces jeví jako ucelená souhra.

3.3. Stabilizace výrobního procesu

Po prvotních nesnázích následuje systematická a účelná stabilizace jednotlivých pracovních postupů, vstupních prvků a jejich kombinací s ostatními, jakož i výstupních prvků, činností a informací ve výrobním procesu. Jejím cílem je snížení rozmanitostí a nahodilostí v procesu výroby a zajištění jednoznačnosti.

3.4. Odhalení nedostatků v provozu

Při provádění prvotních rozjezdů je zjišťováno hned několik zásadních nedostatků, které negativně ovlivňují výrobní toky a procesy.

- Jednosměrnost toku dílů – směr toku přidávající hodnotu je křížený a v jednom případě má dokonce opačný směr. Operátor tak musí překonávat delší vzdálenosti a výrobní čas je tím prodloužen.
- Při sebemenších prodlevách operátor čeká – použitím systému „one piece flow“ je následná operace odkázána na dokončení operace předchozí.
- Nevhodně nastavené časy - na základě provedených procesních analýz při prvotních rozjezdech bylo zjištěno, že přípravné a výrobní časy neodpovídají skutečnosti. Důvodem je, že tyto časy jsou pouze odhadované.
- Ergonomická náročnost – FZ jsou zbytečně daleko, tzn. prodloužení času manipulace, chůze a podobně; pracovní prostor umožňuje zkrácení těchto vzdáleností.

- Nevhodné uspořádání dílů – několikapatrové frontální zásobníky (FZ), ve kterých jsou uloženy polotovary, jež se využívají při výrobě (viz obr. 19). Jednak je jejich uspořádání z hlediska ergonomie nevhodné a jednak regály nejsou označeny číslem reference daného komponentu. Rozmístění polotovarů nemá žádný řád, je nahodilé a pro operátory je obtížné nalézt komponent, který pro danou výrobní operaci právě potřebují. Jejich hledání neefektivně prodlužuje čas výrobního procesu.

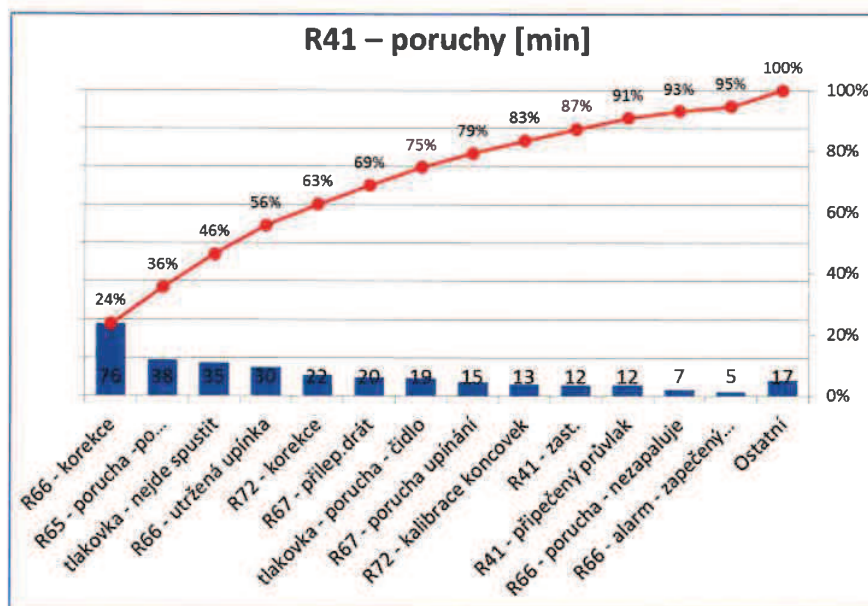


Obrázek 19: Frontální zásobník [5]

- Nedostatečná identifikace přípravků - při provádění změny verze je možné použít špatný přípravek pro sestavení svářecích lavic v robotech. Není jasně definováno, který přípravek kam patří, chybí jasná identifikace, hrozí záměna přípravků a tím prodloužení času přestavby.
- Svařená podsestava jde obtížně vyložit ze svářecí formy R66 strany A – při výrobním procesu musí druhý operátor použít páčidlo, což má za následek prodloužení jeho času cyklu.
- Nedostatečná příprava polotovarů pro výrobu – některé dodavatelské komponenty mají tvar, který umožňuje zaklesnutí dílů do sebe a při výrobě je jejich oddělení nežádoucím zdržením; jiné komponenty (jako například skelná vata) jsou navíc baleny

i do plastových sáčků, které jsou důkladně zajištěny páskou proti vniknutí prachu a jejich otevření je také považováno za činnost nepřidávající hodnotu.

- Nevhodné pracovní podmínky - na základě provedeného dotazování operátorů výroby bylo zjištěno, že svařovací roboty, ačkoliv jsou zabezpečeny tepelnou izolací, vydávají vysokou teplotní nepohodu.
- Bezpečnostní riziko – při ručním sváření repasního pracovníka jsou okolní operátoři vystaveni riziku zasažení očí svářecím světlem.
- Časté poruchy robotů – porucha robota, který je úzce vázán na tok materiálu (jelikož je zde nastaven nízký počet dílů v rozpracovanosti), má za následek prostoj celé výrobní linky; pomocí Pareto diagramu za určité časové období lze určit prioritní poruchy, kterým je nutné věnovat pozornost (viz obr. 20).



Obrázek 20: Pareto diagram poruch [5]

- Technologie robotického svařování – pomocí úpravy programu lze snížit jeho časovou náročnost nebo vylepšit kvalitu svarů.

4. Navrhnutá řešení

Na základě provedených analýz nebo jen pouhým sledováním byly definovány nedostatky a překážky ve výrobním procesu. U některých je jejich příčina známa, u některých je k nalezení kořenové příčiny zapotřebí použití pomocných nástrojů jako je například DMAIC, Ishikawa a Paretův diagram. Po nalezení kořenové příčiny je nutné stanovit taková nápravná opatření, která cíleně povedou k jejich odstranění. Všechna NO byla vepsána do akčního plánu, byla jim přiřazena zodpovědná osoba a také nejzazší termín realizace. Na pravidelných schůzkách celého podpůrného týmu je tento AP vždy kontrolován a aktualizován. Zároveň je sledován trend a vývoj výrobních ukazatelů – KPI, aby bylo možné stanovit účinnost těchto NO.

4.1. Odstranění plýtvání

- V oblasti odstranění plýtvání bylo domluveno přemístění kontrolní stanice do oblasti mezi první a druhou celu prvních robotů.
- Čekání operátorů na dokončení předchozí pracovní operace je eliminováno zavedením PIPu – použitím stolů a stojanů lze zanást rozpracovanost do linky a tím vykrýt mírné nedostatky a niance v procesu.
- Pro odstranění hledání jsou všechny FZ doplněny informačními štítky, stejně jako všechny svářecí přípravky a svářecí lavice v robotech.
- Novinkou v procesu je použití zařízení Karakuri. Používá jednoduchého principu využití gravitační síly. Tím bude nahrazena chůze operátorů a materiálový tok bude plynulejší.
- Svářecí forma byla vybroušena do univerzálního tvaru – byly odstraněny příliš vystouplé hrany, které neumožňovaly snadnou

manipulaci a zpracování při variabilitě plášťů v rámci tolerančního pásma.

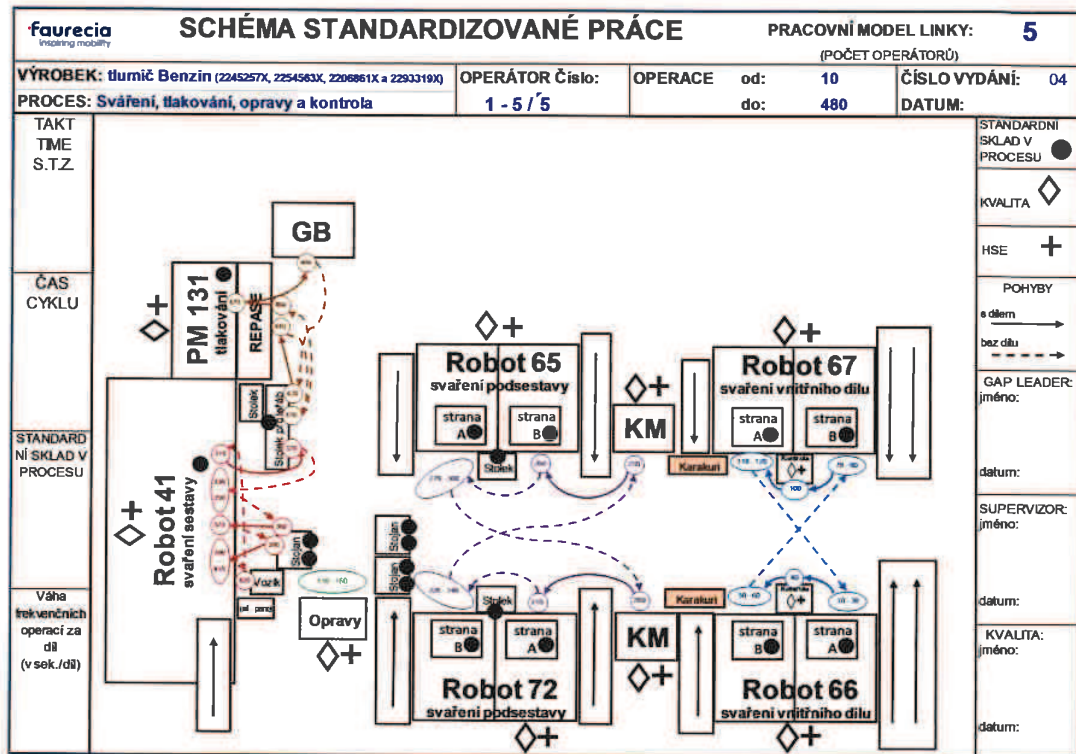
- Nastavením jasných pravidel s oddělením logistiky, kdy přípravář má za úkol nejen zásobovat linku polotovary ukládáním do FZ, ale i otevřením plastového pytle a oddělením případně zaklesnutých plášťů do sebe, je odstraněn další potenciál NVA.

4.2. Vylepšení layoutu a ergonomie

- Dalším pomocným opatřením je změna layoutu a zlepšení ergonomie. Posunutím FZ o několik centimetrů tzn. jen nepatrnou změnou layoutu lze získat lepší ergonomii, méně kroků, kratší vzdálenost pro uchycení dílů a tím také úspory času. K zachování stálosti byl vylepšený layout vyznačen hraničními páskami. Každý FZ, každý robot, stůl i přípravky byly vyznačeny přímo na pracovní ploše.
- Celá výrobní linka R41 byla podrobena metodikou 5S. FZ byly přesunuty a uzpůsobeny tak, aby operátor mohl snadněji manipulovat s polotovary. Repasní pracoviště bylo změněno – byl vyroben nový repasní stůl, který je vybaven polohovací upínkou a flexibilním výškovým nastavením. Repasní operátor si bude moci natočit díl do takové polohy a výšky, která bude pro něj nejpohodlnější a nejpříjemnější pro provedení opravy.
- Do linky byly nainstalovány velké ventilátory, které zabezpečí proudění vzduchu a tím i lepší pocitový komfort pro operátory.

4.3. Optimalizace procesního toku

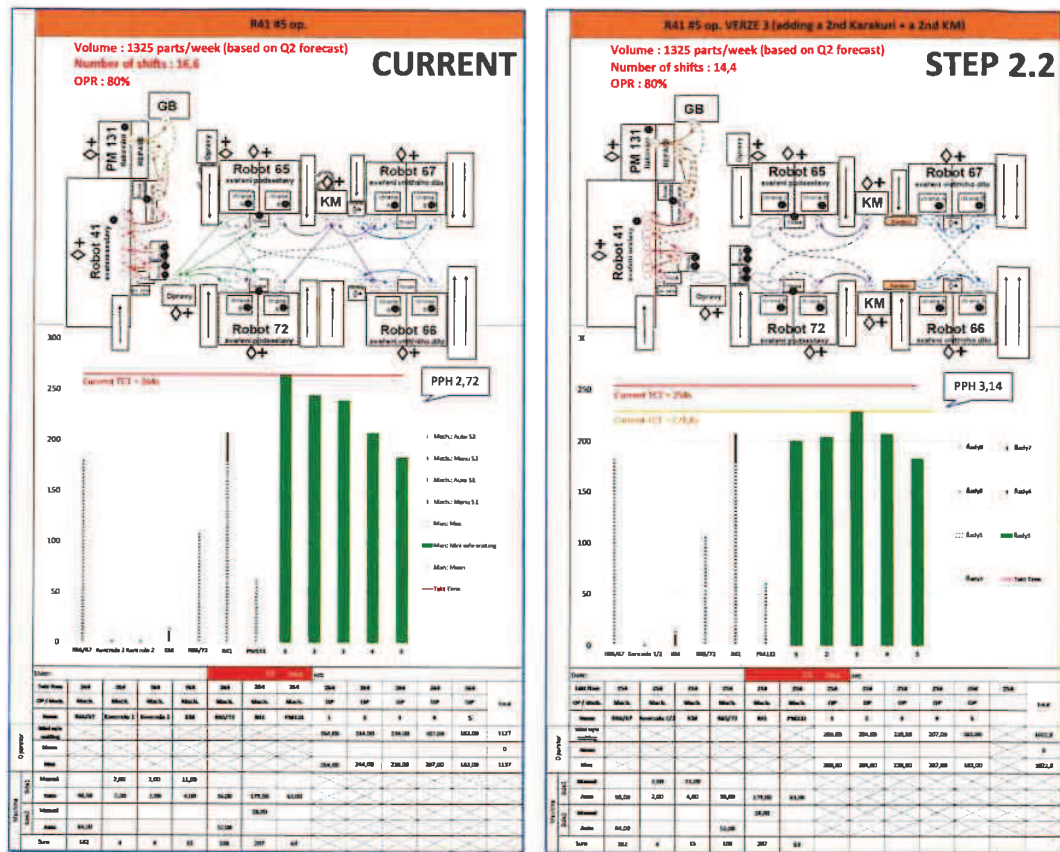
Změnou layoutu bude zároveň zoptimalizován i procesní tok. Již nebude docházet ke křížení cest jednotlivých operátorů a materiálový tok bude mít jednotný směr. Níže (viz obr. 21) je nové schéma STDW.



Obrázek 21: Nové Schéma STDW [5]

4.4. Vybalancování časů

Za pomoci diagramu cyklového času lze snadno určit tzv. bottleneck, neboli úzké místo celé výrobní linky. Pomocí detailního rozboru jednotlivých časových fází prvního a druhého operátora a některých již zmíněných nápravných opatření bude možné snížit cyklový čas. Na CT diagramech aktuálního a výsledného stavu (viz obr. 22) je patrné, jak účinná nápravná opatření mohou ovlivnit výsledný čas pracovního cyklu. Jednotlivé mezikroky plnění akčního plánu zde nejsou zobrazeny.



Obrázek 22: Diagramy cyklových časů [5]

4.5. Bezpečnostní riziko

Záření je velmi nebezpečné nejen pro samotné svářeče, ale také pro osoby, které se mohou pohybovat v těsné blízkosti sváření bez ochranných brýlí. Záření může vážně poškodit sítnici oka. Pracoviště repasů bylo vybaveno speciálními bezpečnostními plachtami, které zabrání nechtěnému ozáření okolních operátorů, kteří tímto byli vystaveni zdravotnímu nebezpečí. Bezpečnost a ochrana zdraví operátorů při práci je velmi důležitá.

4.6. Odstraňování poruch

Při pravidelných schůzkách členů podpůrných oddělení jsou poruchy řešeny na základě Pareto diagramu. Důsledným sledováním poruch na robotech, jejich kvantifikaci a následné určení priorit může oddělení technologie a údržby spolupracovat na jejich minimalizaci či úplném odstranění. Vyhodnocení se provádí vždy za určité období a není neobvyklé, že se druhy poruch mění.

4.7. Optimalizace procesu svařování

Jednou z možných příčin nežádoucího prodloužení cyklových časů (při použití Ishikawa diagramu), je proces svařování automatických robotů. Specialisté na svařovací proces společně s kolegy z oddělení kvality zkontrolovali podrobnosti specifikace svařování od zákazníka. Některé svary bylo možno zkrátit, neboť jejich velikost byla delší, než určuje specifikace (viz obr. 23) a některé dokonce úplně vynechat (viz obr. 24).

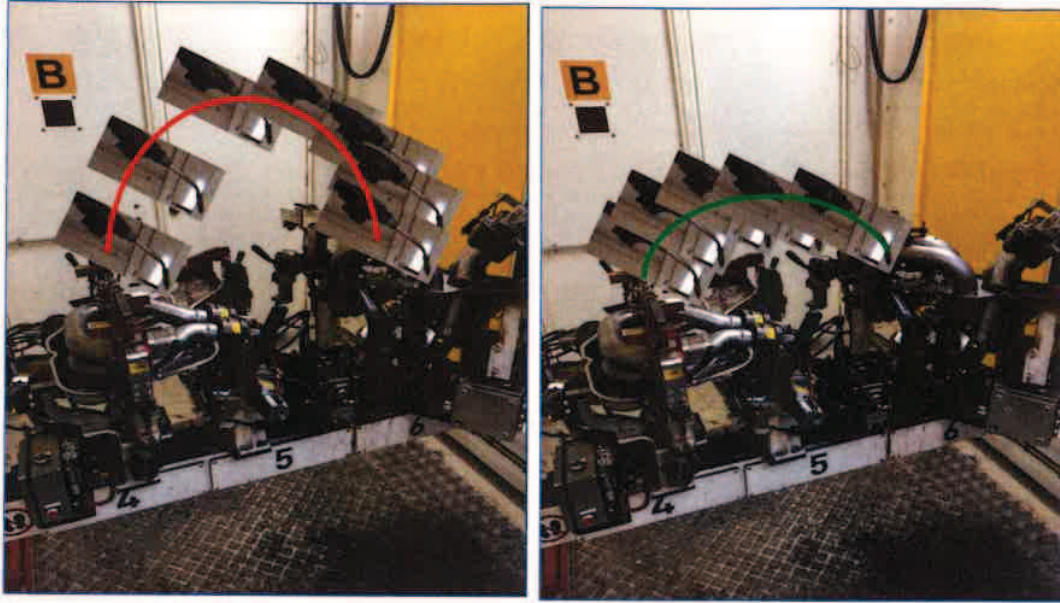


Obrázek 23: Příklad nadbytečného sváření (vlevo) a dostačující délky svaru dle specifikace zákazníka (vpravo) [5]



Obrázek 24: Příklad bodového svaru navíc [5]

Další optimalizací je eliminace nájezdů, odjezdů a přejezdů tzn. zkrácení tras svařovací pistole (viz obr. 25) a tím i snížení strojních časů robotů.

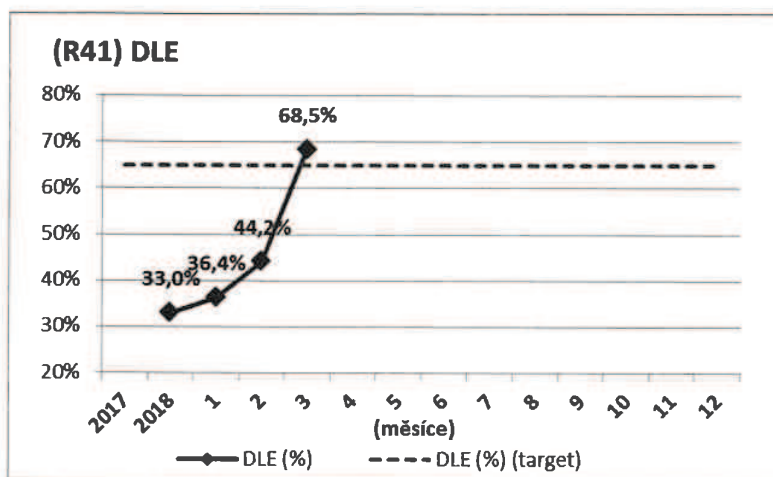


Obrázek 25: Zkrácení přejezdů svařovací pistole robota [5]

Zároveň jsou na denní bázi řešeny problémy s nekvalitou svarů. Čím dokonalejší je robotické svařování, tím méně je zatížen repasní operátor po stránce náročnosti, pracnosti i časové vytíženosti.

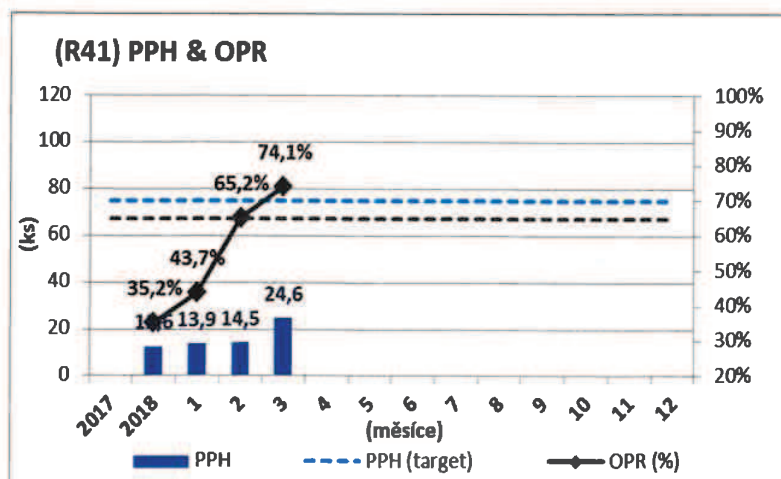
5. Hodnocení výsledků

Díky zavedeným NO, nastavením systému pravidelného ověřování a hlídání dodržování všech standardů a pravidel lze mluvit o úspěšném náběhu nového projektu. Sledováním ukazatelů na počátku a za současného stavu lze provést srovnávací analýzu. Systematický postup zaručuje jistotu zlepšení ve všech důležitých oblastech. Pro posouzení jsou níže uvedeny ty nejzákladnější KPI.



Obrázek 26: Časový vývoj DLE [5]

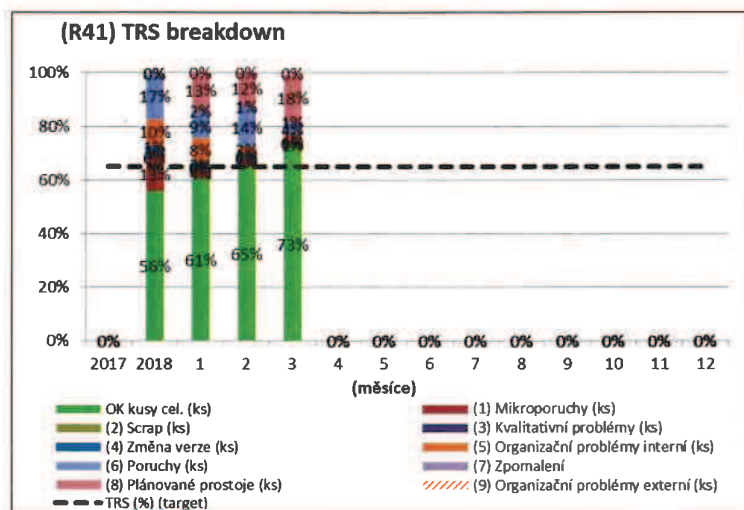
Při hodnocení efektivity práce DLE nebo OPR, se oba indikátory zlepšily na více než dvojnásobek za posledních několik měsíců, což lze považovat za velký úspěch. Zásahu na tomto úspěchu mají všichni, kteří se přímo či nepřímo podíleli na výrobním procesu.



Obrázek 27: Časový vývoj PPH a OPR [5]

Pracovní morálka operátorů, jejich cílené zaškolení, stejně tak i jejich přístup, proaktivita a ochota učit se novým věcem jsou další předpoklady dobrého výsledku. Pomocným indikátorem výroby, který poukazuje na správný směr je PPH, tedy podíl počtu kusů vyrobených za hodinu jedním operátorem (viz obr. 26).

Posledním zde uvedeným indikátorem je TRS, tedy využití strojního zařízení, který je pro lepší představu a uchopitelnost přepočten na vyráběné kusy v procentech (viz obr. 27).



Obrázek 28: Časový vývoj TRS [5]

Všechny tyto časové diagramy indikátorů jsou vystaveny ve výrobě, přímo u výrobní linky C8 R41. Společně s akčními plány, QRQC, ostatními indikátory a dalšími pomocnými nástroji k řešení problémů jsou v informačním koutku, kde se pravidelně schází celý tým podpůrných funkcí. Tím jsou tyto informace sdílené a každému k dispozici. Díky zavedení systému vizualizace, měření a ukládání dat o výrobě dochází k získávání objektivních údajů o průchodu zakázky výrobním procesem, využití disponibilní kapacity klíčových strojů i pracovní doby obslužných a technických pracovníků údržby a současně také o četnosti a druhu závad na jednotlivých zařízeních. Tato data pak budou moci sloužit pro efektivní plánování a realizaci zakázek, zvýšení efektivity využití strojní kapacity a lidské práce a dále např. pro zavedení systému preventivní údržby. Zmíněné efekty tak povedou k celkové racionalizaci a zefektivnění výrobního procesu.

5.1. Možná rizika

Hlavní faktory, které v současné době mohou negativně ovlivňovat výkonnost firmy a efektivitu výroby:

- komplikované výrobní prostory a procesy s vysokými nároky na manipulaci;
- omezené množství disponibilních lidských zdrojů na pracovním trhu;
- nepřetržitý provoz, neumožňující dohnat neplánované prostoje a chyby;
- vysoké nároky na údržbu zastarávajícího zařízení, absence standardů údržby;
- chybějící motivace zaměstnanců ke změnám a tvořivému myšlení ve výrobě.

5.2. Procesní přístup

Za účelem splnění hlavního cíle, tj. racionalizovat náběh nového projektu a navrhnout implementaci opatření pro jeho zlepšení s důrazem na odstranění plýtvání, byla zpracována první, teoretická část práce pro racionalizaci. Druhá část práce je náhled do organizace a vybraného procesu.

Správně nastavené a fungující procesy, které jsou neustále zlepšovány, jsou pro organizaci předpokladem pro trvalý úspěch. Proto je nastavení procesů tak podstatné. Je nutné se zaměřit na důležité činnosti. Popis vstupů, činností i výstupů musí být stručný a srozumitelný, aby se v něm snadno orientovali i zaměstnanci na nižších manažerských pozicích. Neméně důležitá je i volba měřitelných ukazatelů pro sledování jednotlivých procesů, protože rozhodování manažera musí být založené na faktech (datech) z procesů, nikoliv na pocitech.

6. Základní znaky pro oblast racionalizace náběhu nového projektu

Vybraná opatření k realizaci zlepšení výrobního procesu a odstranění plýtvání:

- změna layoutu - prostorového uspořádání pracoviště a napřímení materiálového toku;
- odstranění nadbytečné manipulace a zkrácení průběžné doby výroby;
- automatizace části procesů a snížení pracnosti výroby;
- měření prostoje, neproduktivních časů a získání dat pro další racionalizaci;
- okamžitá opatření malého rozsahu;
- vizualizace výkonů na pracovišti.

7. Doporučení pro organizace v této oblasti

S využitím vybraných metod pro analýzu současného stavu výrobního procesu ve sledovaném podniku bylo zjištěno, že dochází k velké variabilitě v průběhu výrobních procesů, ať již z hlediska časového, výkonového či kvalitativního pro vyhodnocení výrobních procesů a následnou realizaci racionalizačních opatření či rozhodování a řízení výrobního procesu obecně.

Velký důraz musí být kladen na disciplínu a důslednost ve všech oblastech řízení výroby. Není složité vymyslet a zavést nápravná opatření, daleko složitější a náročnější je tento stav udržet.

8. Závěr

Hlavním cílem předkládané diplomové práce byla racionalizace náběhu nového projektu. Skládá se ze dvou základních částí, teoretické a praktické. Za pomoci racionalizačních metod, které byly všeobecně objasněny v teoretické části práce, byla vytvořena část druhá, praktická.

Praktická část práce sestává ze tří oblastí:

- charakteristika společnosti a nového projektu;
- analýza dat a zjišťování současného stavu;
- návrhy řešení a nápravná opatření pro racionalizaci.

Díky těmto metodám byl zjištěn skutečný stav, byly odhaleny největší nedostatky. Poslední část práce obsahuje nápravná opatření ke zmíněným nedostatkům a zjištěné neefektivitě. Hlavní zjištěné nedostatky byly z oblasti plýtvání, technologie, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, vizualizace, údržby, norem práce, takže obecně absencí standardů.

Obvyklou příčinou bývá plýtvání, jež představuje pro podnik nežádoucí činnosti nepřidávající hodnotu. Optimalizace výrobních toků a procesů má za úkol tyto nežádoucí činnosti eliminovat a přispět tak k minimalizaci nákladů, které se k těmto činnostem vážou. Tento způsob zlepšování je jistým krokem k naplnění dlouhodobého cíle každého podniku, kterým je zvyšování efektivity výroby a z toho vyplývající maximalizace zisku.

Na základě provedené analýzy současného stavu bylo zjištěno, že se zde nachází nepřehledné regály, v rámci kterých se neefektivně prodlužuje čas výrobního procesu hledáním polotovarů, komponentů a přípravků, dále nevhodně nastavené přípravné a výrobní časy v informačním systému, které neodpovídají skutečnosti. V rámci optimalizace výrobních toků a procesů byl navrhnout nový layout, díky němuž se výrazně snížil čas výrobního cyklu. Došlo tím k odstranění neefektivních výrobních toků, nadbytečné chůze. Dále byla vytvořena technologická dokumentace ke strojům, u kterých dané návody k obsluze stroje chyběly. Na základě dotazníkového šetření byly zakoupeny a rozmístěny ventilátory, které přispívají k teplotní komfortnosti operátorů. Taktéž byly vytvořeny CTD, kde jsou graficky znázorněny

materiálové toky, vybalancování a pohyb jednotlivých operátorů během výrobních operací. Zde je vidět efektivnost provedené optimalizace. Na závěr této diplomové práce bylo provedeno vyhodnocení pomocí graficky znázorněných ukazatelů výrobního procesu.

Seznam použité literatury

- [1] Svozilová, A.: Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0
- [2] Hamel, G. - Breen, B.: Budoucnost managementu. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-188-1.
- [3] Pelantová, V. - Havlíček, J.: Integrace a systémy managementu. Monografie. Liberec: Technická univerzita v Liberci, FM, 2014. ISBN 978-80-7494-164-1.
- [4] IPA slovník [online slovník], 2019. Dostupné z <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník>.
- [5] Intranet a interní dokumenty společnosti Faurecia Exhaust Systems s.r.o.
- [6] LÍBAL, V. Organizace a řízení výroby, 1989. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 80-03-00050-5.
- [7] Školící materiály fy. SC&C Partner, spol. s r.o.

Přílohy

Obsah přiloženého CD

- diplomova_prace_2019_Denisa_Slaninova.pdf
- diplomova_prace_2019_Denisa_Slaninova.docx
- kopie_zadani_diplomova_prace_2019_Denisa_Slaninova.pdf