

Racionalizace montážního pracoviště ve vybraném podniku

Bc. Kateřina Vítová

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

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

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Kateřina Vítová
Osobní číslo: M18227
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Racionalizace montážního pracoviště ve vybraném podniku

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na racionalizaci montážního pracoviště a efektivnost výrobních procesů.

II. Praktická část

- Provedte analýzu montážního pracoviště spolu se souvisejícími procesy a vyhodnoťte současný stav.
- Na základě výsledků analýzy navrhnete řešení vedoucí k racionalizaci montážního pracoviště a jeho procesům.
- Projekt podrobte časové, finanční a rizikové analýze.
- Popište proces implementace a dopady navržených řešení na pracoviště.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: Tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

BADIRU, Adedeji Bodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014, 1452 s., Industrial innovation series. ISBN 9781466515048.
DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 9781498708876.
CHROMJAKOVÁ, Felicity a Ratislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 9788089401260.
SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert. ISBN 9788024739380.
YOO, Min-Jung a Rémy GLARDON. *Manufacturing operations management*. New Jersey: World Scientific, 2018, 259 s. ISBN 9781786345332.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ottó Bartók**
Ústav managementu a marketingu

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2020**

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 6. ledna 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 15.6.2020
Jméno a příjmení: Bc. Kateřina Vítová

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce řeší využití a propojení jednotlivých procesů a prvků vybraného montážního pracoviště v podniku z oblasti automotive. Při sledování pracoviště byla nalezena řada druhů plýtvání, kterým bylo možné zamezit, či je zcela eliminovat. Byly navrženy úpravy procesu a layoutu tak, aby byl efektivněji využit čas na pracovišti a zároveň byl proces pro operátora šetrnější v rámci ergonomie. Postupným implementováním návrhů k racionalizaci pracoviště byly objeveny další prvky, které bylo možné upravit a snížit tak náklady firmy. Výsledky této práce dokazují komplexnost jednoho montážního pracoviště, provázanost procesů i napříč odděleními a nezbytnou kooperaci mezi operátory a procesními inženýry.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, montážní pracoviště, plýtvání, efektivnost, procesy

ABSTRACT

This diploma these deals with the use and interconnection of particular processes and elements of the selected assembly workplace in the company in automotive. While monitoring the workplace, a number of wastes were found that could be avoided or eliminated. Process and layout adjustments have been designed to utilize workplace time more efficiently while also making the process more ergonomic for the operator. By gradually implementing proposals to rationalize the workplace, other elements were discovered that could be modified to reduce company costs. The results of this work demonstrate the complexity of one assembly station, the interconnection of processes across departments and the necessary cooperation between operators and process engineers.

Keywords: industrial engineering, assembly workplace, waste, efectivity, processes

Na tomto místě bych nejprve ráda poděkovala za ochotu, trpělivost a pochopení členům svého pracovního týmu, a dále především vedoucímu této práce Ing. Ottovi Bartókovi. Všichni mi předali cenné a praktické rady z oboru, poskytly potřebné informace a pomohli mi porozumět práci průmyslového inženýra.

Děkuji za příležitost pracovat s tak inspirativními lidmi...

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE | 11 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 12 |
| 1 VÝROBNÍ PROCESY | 13 |
| 1.1 VÝROBNÍ PROCESY..... | 13 |
| 1.1.1 Výroba..... | 14 |
| 1.1.2 Navrhování výrobních procesů..... | 15 |
| 1.1.3 Změny a zlepšování výrobních procesů..... | 16 |
| 1.1.4 Přístup zaměstnanců ke změnám v podniku..... | 17 |
| 2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ | 19 |
| 2.1 PŘEDSTAVENÍ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ..... | 19 |
| 2.2 VÝVOJ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ..... | 19 |
| 2.3 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR, JEHO KOMPETENCE A PŘÍSTUPY..... | 21 |
| 3 LEAN & KAIZEN | 23 |
| 3.1 MUDA..... | 23 |
| 3.2 LEAN..... | 24 |
| 3.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA..... | 25 |
| 3.3.1 Výhody štíhlé výroby..... | 25 |
| 3.3.2 Ukazatele štíhlé výroby..... | 25 |
| 3.4 KAIZEN..... | 26 |
| 4 JIT | 28 |
| 4.1 SYSTÉM TLAKU A TAHU..... | 28 |
| 4.2 KANBAN..... | 29 |
| 5 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ | 31 |
| 5.1 RACIONALIZACE PRACOVÍŠTĚ..... | 31 |
| 5.1.1 Standardizace..... | 32 |
| 5.1.2 Ergonomické pracoviště..... | 32 |
| 5.1.3 Uspořádání pracoviště..... | 33 |
| 5.1.4 Efektivnost pracoviště..... | 33 |
| 5.1.5 Pořádek na pracovišti 5S..... | 34 |
| 5.2 DOPLŇUJÍCÍ PRVKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ K PRÁCI..... | 34 |
| 5.2.1 Gemba..... | 34 |
| 5.2.2 Poka-yoke..... | 34 |
| 6 LOGISTIKA | 36 |
| 6.1 MILK RUN..... | 36 |
| 6.2 BOL..... | 37 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7 | CHARAKTERISTIKA PROJEKTU | 38 |
| 7.1 | LOGICKÝ RÁMEC | 38 |
| 7.2 | RIZIKOVÁ ANALÝZA | 38 |
| II | PRAKTICKÁ ČÁST..... | 40 |
| 8 | PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉHO PODNIKU | 41 |
| 8.1 | PRODUKTOVÉ PORTFOLIO | 41 |
| 8.2 | VÝROBNÍ ZÁVOD V ČESKÉ REPUBLICE | 42 |
| 8.2.1 | Organizační struktura oddělení a náplň práce jednotlivých pozic | 42 |
| 9 | PROCESNÍ ANALÝZA..... | 45 |
| 9.1 | VÝROBNÍ PROCES SLEDOVANÉHO ODDĚLENÍ..... | 46 |
| 9.1.1 | Vstřikování dílů..... | 48 |
| 9.1.2 | Lakování dílů | 50 |
| 9.1.3 | Montáž dílů | 54 |
| 9.2 | TOK DÍLŮ A MEZISKLADY NA ODDĚLENÍ | 56 |
| 9.2.1 | Tok dílů mezi úsekem vstřiku a úsekem lakovny | 56 |
| 9.2.2 | Tok dílů mezi úsekem lakovny a úsekem montáže..... | 59 |
| 9.2.3 | Interní logistika | 60 |
| 9.3 | DOKUMENTAČNÍ PANEL A STANDARDY ODDĚLENÍ | 61 |
| 9.3.1 | Standardní pracovní postup..... | 62 |
| 10 | ANALÝZA MONTÁŽNÍHO PRACOVIŠTĚ OP001 | 65 |
| 10.1 | MONTÁŽNÍ PRACOVIŠTĚ OP001 | 65 |
| 10.2 | ANALÝZA STANDARDNÍHO PRACOVNÍHO POSTUPU NA OP001 | 71 |
| 10.2.1 | Snímkování a měření pracovního postupu | 74 |
| 12 | PROJEKT RACIONALIZACE MONTÁŽNÍHO PRACOVIŠTĚ OP001 | 78 |
| 12.1 | NÁVRH KROKŮ K RACIONALIZACI MONTÁŽNÍHO PRACOVIŠTĚ OP001..... | 78 |
| 12.1.1 | Přechod na jednoho operátora na pracovišti OP001 | 79 |
| 12.1.2 | Úprava layoutu pracoviště OP001 | 82 |
| 12.1.3 | Změna balícího předpisu externích komponent | 83 |
| 12.1.4 | Úprava spádové skluzky BOL | 86 |
| 12.1.5 | Zavedení KANBAN karet mezi pracovištěm a interní logistikou | 86 |
| 12.2 | LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU | 87 |
| 12.3 | RIZIKOVÁ ANALÝZA | 88 |
| 13 | PROCES IMPLEMENTACE NÁVRHŮ RACIONALIZACE MONTÁŽNÍHO PRACOVIŠTĚ | 89 |
| 13.1 | STANDARDNÍ PRACOVNÍ POSTUP A LAYOUT | 89 |
| 13.2 | OPERÁTOŘI A JEJICH VÝKON..... | 90 |
| 13.3 | NOVÁ SKLUZKA BOL..... | 91 |
| 13.4 | NOVÁ BALENÍ EXTERNÍCH KOMPONENT | 91 |

| | | |
|--|---|------------|
| 13.5 | KANBAN KARTY | 92 |
| 14 | VYHODNOCENÍ PROJEKTU A NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ | 93 |
| 14.1 | FINANČNÍ VYHODNOCENÍ | 93 |
| 14.2 | NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ..... | 94 |
| 14.2.1 | Potřeba více prostoru..... | 94 |
| 14.2.2 | Výrazné změny poptávky..... | 96 |
| ZÁVĚR | | 101 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | | 103 |
| SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ | | 105 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | | 107 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | | 108 |
| SEZNAM TABULEK..... | | 110 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | | 111 |

ÚVOD

Práce průmyslového inženýra je obecně velmi pestrá, a v každém podniku může být od této pozice požadovaného něco jiného. Nicméně ať se jedná o vyspělou, technologicky plně vybavenou firmu v automobilovém průmyslu, či malý rodinný podnik v potravinářství, kde nejlepším nástrojem je tužka a papír, tendence a potřeba zlepšovat se vyskytuje všude. Nápomocný zde má být právě průmyslový inženýr se svým kritickým myšlením, které vedou metody a nástroje oboru průmyslové inženýrství.

Tato diplomová práce vychází z mé stáže ve výrobním závodě pro výrobu plastových komponent pro automobily. Podnik, který je předmětem sledování, nesmí být zveřejněn, proto jsou veškeré dokumenty a data v práci přizpůsobeny těmto požadavkům o anonymitě.

Má práce v podniku probíhá na jednom z výrobních oddělení závodu, na kterém se provádí vstřík, lakování a montáž plastových dílů. Na úseku montáže je pro každé montážní pracoviště vytvořený pracovní standard pro práci jednoho operátora, kromě jediné výjimky. Na tomto jediném montážním pracovišti je zavedený standardní pracovní postup pro dva operátory, a je potřeba provést opětovné snímkování práce a analýzu pracoviště ke zkoumání, zdali je tento standard efektivní.

Pozorování naprosto nevyvážené práce dvou operátorů, z nichž jeden je plně saturován a druhý přináší svým čekáním plýtvání, dalo za vznik projektu racionalizace tohoto pracoviště.

Cílem projektu je především eliminace plýtvání. Konkrétně je potřeba upravit montážní pracoviště a pracovní proces tak, aby bylo vytížení operátorů přítomných na pracovišti nad 90 % dostupného času. Je potřeba zavést taková opatření, která budou spravedlivá pro všechny operátory na celém úseku montážních pracovišť, tedy aby byli všichni stejně vytížení.

Komplexnost tohoto montážního pracoviště dává příležitost vylepšit celou řadu jeho článků a ukázat, jak jsou jeho prvky navzájem propojené, a jak je neustále možno dělat věci efektivněji. Tyto články projektu racionalizace montážního pracoviště mají omezit či zcela redukovat plýtvání čekáním a nevyužitým lidským kapitálem, a současně snížit náklady podniku.

Tento projekt byl vytvořen i pro mé seznámení s procesem a celým závodem v ČR, kde má spolupráce s podnikem má pokračovat i po ukončení stáže. Mé čerstvé univerzitní poznatky mají doplnit zkušenosti „péičkářů“ v podniku a přinést tak nový pohled na výrobní procesy.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je nalézt řešení ke kompletní racionalizaci vybraného montážního pracoviště, tedy jeho uspořádání, pracovního procesu i jeho souvisejících prvků. Hlavním cílem je vymyslet a implementovat takové řešení, kde bude operátor či operátoři vytížení nad 90 % dostupného času na pracovišti, tedy aby měli všichni pracovníci stejné podmínky.

Teoretická část této diplomové práce je zpracována na základě literární rešerše, za využití tuzemských i zahraničních zdrojů, a to odborné literatury i internetových článků. Čtenář je seznámen s klíčovými pojmy výroby, výrobních procesů a jejich řízení. S řízením a zlepšováním procesů přichází průmyslové inženýrství, které nese řadu metod a nástrojů, avšak každý podnik má vlastní cestu k jejich využití. Pro tuto práci jsou hlavními ty prvky průmyslového inženýrství, které napomáhají zlepšování výrobních procesů spolu s analýzou a snímkováním práce na pracovišti. Pro tvorbu projektu teoretická část zahrnuje i jeho charakteristiky a zásadní dokumenty.

Na základě teoretických poznatků se praktická část práce soustředí na vybrané montážní pracoviště, kde probíhá jeho analýza a snímkování práce. Po vyhodnocení těchto činností i prostudování standardního pracovního postupu je třeba vytvořit projekt k racionalizaci tohoto pracoviště. Zde je využit logický rámec a RIPRAN analýza, aby zainteresované osoby měli o projektu dostatečný přehled a preventivně se mohli připravit na možné komplikace. Projekt obnáší zavedení takových změn, které přinesou benefity operátorům i celému podniku prostřednictvím snížením finančních nákladů, úpravou celého layoutu a prvků montážního pracoviště, i ergonomickým zlepšením při práci. Je třeba eliminovat všechny typy plýtvání, které se zde vyskytují.

Projekt bude probíhat pouze za přítomnosti autorky této diplomové práce pro řízení zavádění změn, sledování procesu implementace a reakcí operátorů na změny. Je třeba s operátory komunikovat, aby byly změny akceptovány a nové standardy dodrženy, a celý projekt byl tak považován za úspěšný.

Závěrem této práce je vyhodnocení projektu a na jeho základě, případně na dodatečných změnách v celém podniku či jeho okolí, bude pracoviště dodatečně upraveno a přizpůsobeno těmto změnám.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ PROCESY

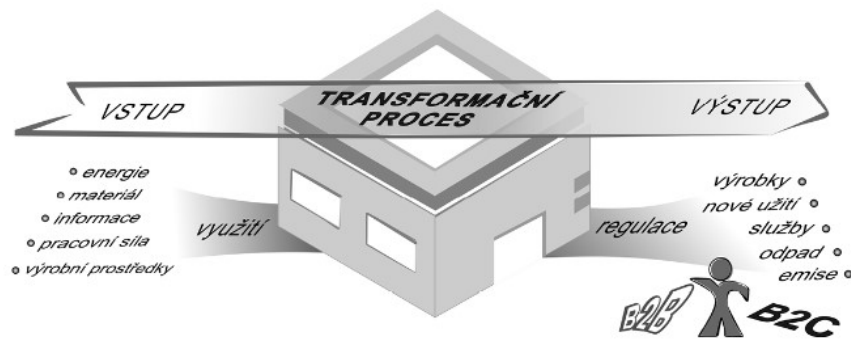
Firmy po celém světě se snaží reagovat na globální prostředí, zvyšující se konkurenceschopnost a profesionální posun produktů a inovací kupředu, a tak zkoumají nejlepší světové praktiky a produkty, které ovlivňují právě produktové i procesní inovace. Změnu přináší přehodnocení organizace práce a procesů, kdy je také třeba řídit, stimulovat a motivovat lidi. (Chromjaková, 2013)

V roce 1993 Hammer a Champy nazvali to, čemu firmy musí čelit, „3 C“, kdy tento pojem představuje *zákazníky, konkurenci a změnu*. Znamená to tedy, že si zákazníci vybírají ve světě neustálých technologických změn z několika podniků, které sobě konkurují. (1993, cit. podle Badiru, 2014, s.46).

Každé vedení firmy, ať už se jedná o manažery ve strojírenské firmě či v nemocnici, neustále řeší tok a výkonnost výrobních procesů. Vlivem nárůstu automatizace a dalších nových trendů ve výrobě je třeba s procesy jednat specifickým způsobem, kdy firmy často musí najít vlastní cestu k jejich racionalizaci dle svého odvětví. Je však třeba, aby všem krokům procesu a jejich podstatě rozuměla nejen organizace, ale i její zaměstnanci, a tak jejich malé aktivity přinesly ty správné výsledky. K těm přispívá vzdělání, znalosti, schopnosti a chování všech účastníků výroby. (Chromjaková, 2013)

1.1 Výrobní procesy

Svozilová (2011) uvádí dvě klíčové definice související s procesy, kdy první z nich poukazuje na účel procesů, tedy sloužit zákazníkovi, a druhá zohledňuje vývoj v čase a procesní prostředí, které tvoří hodnota a lidi. První definice procesy definuje jako logicky související činnosti a úkoly, které vytvoří předem definované výsledky. Druhá definice řeší procesní toky, což jsou kroky rozvíjejícího se procesu, kde spolupracují nejméně dva účastníci, a kde se vytváří hodnota pro zákazníka procesu či přínos pro podnik.



Obr. 1. Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2014, s. 63)

Šajdlerová (2012) definuje proces jako transformaci vstupů na výstupy, kdy výstupy mohou často tvořit vstupy pro procesy následující. Tato činnost přeměny musí být řízená, a organizace by měly procesy umět identifikovat a řídit, aby dosáhly efektivního fungování.

Dle této autorky mají procesy obecně celou řadu rozlišení, mohou se dělit na přírodní, pracovní a automatické, ve výrobě rozlišujeme hlavní, pomocné a obslužné procesy, dle technologie výrobního procesu máme mechanické, biologické, chemické a biochemické, dále jednoduché či složité a další. (Šajdlerová, 2012)

Také Imai (2005) předkládá důležitost řízení procesů, kdy je třeba nejprve vylepšit jednotlivé procesy, abychom zdokonalily jejich výsledky. Každá práce ve výrobě představuje sérii procesů, kdy každý z nich má svého dodavatele i zákazníka. Vstupy prvního procesu jsou zdokonaleny v následujících procesech a poté zaslány do konečného procesu, kdy každý následující proces lze považovat za zákazníka, a je žádoucí, aby v tomto toku procesů nebyl vadný produkt, a tak se ke konečnému externímu zákazníkovi dostal výrobek či služba nejvyšší kvality.

Abychom dokázali zlepšovat jednotlivé procesy, musíme jasně analyzovat jednotlivé úkoly, činnosti a aktivity. Tyto měřitelné jednotky práce přinášejí transformaci vstupů na definované výstupy a pozorujeme u nich následující vlastnosti: určité trvání, souvislosti s jinými činnostmi či procesy v podniku, a přiřazené zdroje, které spotřebovávají a které jsou brány jako náklady na provedení. Produktem procesu je poté hmotný či nehmotný výstup, který pokrývá potřeby a přání zákazníka procesu. (Svozilová, 2011)

1.1.1 Výroba

Pro tuto diplomovou práci jsou klíčové výrobní procesy, které sestávají z jednotlivých výrobních operací, a výsledkem transformace vstupů na výstupy je produkt, tedy výrobek či

služba. Výrobou tedy rozumíme přeměnu vstupů na výstupy, kdy výsledek je nová užitná hodnota.

Dle počtu vyráběných kusů rozeznáváme tři typy výroby: kusovou, sériovou a hromadnou. Většina firem v automobilovém průmyslu se řadí do sériové výroby, kdy se vyrábí větší množství stejného druhu výrobků ve výrobních dávkách. (Šajdlerová, 2012)

Masová produkce a čím dál větší komplexnost výrobků byli prvky, které poukázali na nezbytnost přítomnosti a specializace účastníků procesu, inženýrů. (Dennis, 2015)

1.1.2 Navrhování výrobních procesů

Hammer (2013) uvádí několik principů při navrhování procesů. Vytvořit návrh procesu je činnost, kdy existuje několik variant procesu a musí se vybrat ta správná. K tomuto výběru slouží sedm následujících principů:

- *co*, tedy jaké jsou pracovní úlohy,
- *zda* musí být úlohy vykonány,
- *kdo* je vykonává,
- *kdy* k tomu dochází,
- *kde* k tomu dochází,
- *jak* jsou úlohy vykonány,
- *jaké informace* jsou k výkonu potřebné. (Hammer, 2013)

Díky vyřešení těchto několika bodů se mohou vytvořit takové změny procesu, které přinesou nejvýraznější výsledky. Tyto principy je třeba zvážit při tvorbě nových procesů či změně stávajících.

S tvorbou procesů souvisí i jejich řízení, kdy Chromjaková (2013) uvádí jako podstatu procesního řízení ve výrobě tyto body:

- *co* je náplní procesu,
- kolik a jakých je potřeba vstupů procesu,
- znát efektivní i disponibilní kapacitu zdrojů procesu,
- identifikovat možnosti pro zlepšení procesu.

1.1.3 Změny a zlepšování výrobních procesů

Jak již bylo zmíněno od autorů výše, pro úspěšné výsledky procesů je třeba je správně řídit. Aby produkt uspokojil zákazníka, je třeba využít znalostí, schopností, metod, nástrojů a systémů ke správné analýze, řízení, hodnocení a zlepšování procesů. Tímto zlepšováním chápeme činnost, která zvyšuje kvalitu, produktivitu i dobu procesu prostřednictvím eliminace plýtvání. Devadesátá léta přinesla klíčový prvek zlepšování procesů – reengineering. (Svozilová, 2011)

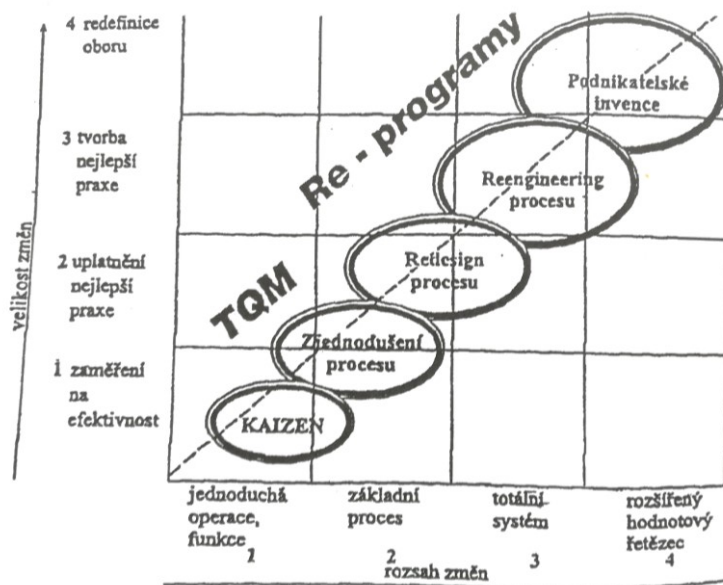
Hammer a Champy (1993, cit. podle Badiru, 2014, s. 47) se ve své knize zabývali BPR, neboli business process reengineering, kde tento pojem definovali jako „*podstatné přehodnocení a radikální redesign procesu k dosažení výrazného zlepšení v rozhodujících a moderních měřítkách výstupu*“. Tato dramatická změna procesu má přinést výstup k lepšímu uspokojení zákazníka.

Reengineering tedy představuje radikální změnu, která nemá být pozvolná, ale skoková, a lze tak mluvit o novém začátku. Tománek (2001) uvádí i další definice, kde jedna z výstižných představuje reengineering jako tvorbu nových a efektivnějších procesů, které se neohlíží na to, co bylo, ale dívají se na to, co bude.

Další z možností zlepšování výrobních procesů mohou být procesní a organizační inovace, které obnáší zavedení výrazných změn v procesu tvorby výstupu či řízení firmy. (Tomek a Vávrová, 2014)

U změn výrobního procesu nemusí jít vždy o tak radikální změnu jako u reengineeringu. Je možné vycházet z předchozího postupu a minulých dat, zatímco reengineering má přijít s naprosto novou cestou přes ráznou změnu.

Obrázek níže (obr. 2) zobrazuje velikost a rozsah změn procesu, kdy x-ová osa představuje změny od těch menších, postupných, k těm nejvíce radikálním.



Obr. 2. Rozsah a velikost změn (Tománek, 2001, s. 84)

U změn procesů se řeší dva přístupy. Prvním přístupem je metoda inovace, kdy se podnik snaží o co nejlepší výsledky v co nejkratším čase. Má jít o drastický a rychlý proces, který je u podniků často spojovaný s problémem rychlého snižování firemních nákladů, a to konkrétně na zaměstnancích. Druhým přístupem je metoda postupných, menších kroků, které vedou ke kontinuálnímu zlepšování (Kaizen), je využívána pro delší období. (Kubíčková a Rais, 2012)

Jakou metodu zlepšování procesů podnik vybere, závisí na procesním prostředí a povaze produktů. Podnik se musí rozhodnout, zda má změna zvýšit objemovou nebo časovou kapacitu procesu, zlepšit kvalitu produktů, snížit náklady na proces či zvýšit předvídatelnost chování procesů pro prevenci chybovosti. (Svozilová, 2011)

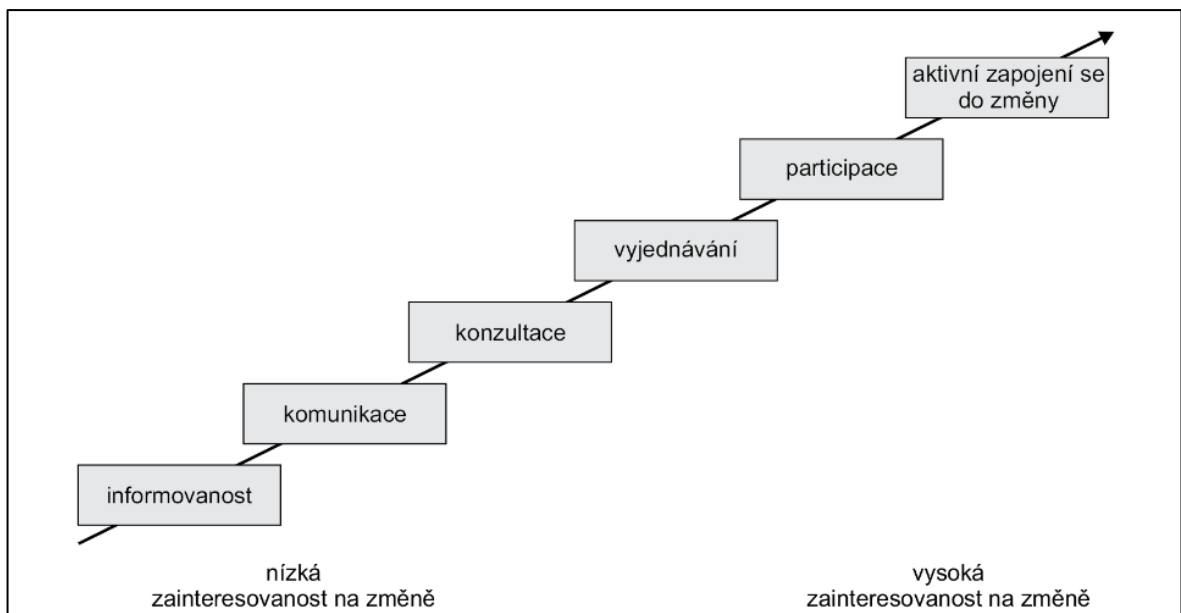
Řízení procesů, jejich úprava a zlepšování navádí k průmyslovému inženýrství. Je třeba uvažovat o procesech, které determinuje výkonnost a efektivnost výrobních i administrativních procesů, a firmy potřebují někoho, kdo správně pochopí proces tvorby přidané hodnoty ve výrobě, tedy dokáže nakládat s parametry produktivní i neproduktivní složky tohoto hodnototvorného řetězce. (Chromjaková, 2013)

1.1.4 Přístup zaměstnanců ke změnám v podniku

Každé zavádění změn čelí jistému odporu ze strany zaměstnanců. Důvodem, proč se změnám brání může být strach z neznáma, narušení stereotypů jejich práce, pocit manipulace, nejasný účel změny či strach ze selhání.

Aby bylo možné najít správnou cestu, jak zaměstnance o změně informovat a konečně je zapojit, je třeba analyzovat jejich ochotu akceptovat proces změny. Pokud je odpor velký, vedení řízení změn se musí pokusit získat na svou stranu alespoň většinovou část zainteresovaných zaměstnanců. Problémem nicméně zůstává těch několik odpůrců, kteří mohou proces změny brzdit či zcela blokovat, a tím opět znejistit ty zaměstnance, kteří změnu již akceptovali.

Obrázek níže (obr. 3) zobrazuje metody k zajištění vyšší akceptaci změn, v závislosti na míře zapojení zaměstnanců k provádění změny. Největší šance na úspěch je v momentě, kdy se samotní zaměstnanci zapojí do plánování a provádění těchto firemních změn, než když jsou pouze informováni o tom, co nastane. (Kubíčková a Rais, 2012)



Obr. 3. Metody k akceptaci změn v podniku (Kubíčková a Rais, 2012, s. 156)

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

S řízením jednoduchých i komplexních procesů přichází několik přístupů a cizích pojmů, které se časem začali považovat za metody, nástroje a techniky průmyslového inženýrství. Ve výrobě bylo třeba mít takové účastníky, kteří budou mít otevřený pohled na jednotlivé prvky procesu a budou schopni řídit a racionalizovat jeho chod a prostředí.

2.1 Představení průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství, dále PI, lze ze všech dostupných definic chápat jako obor, disciplínu, umění, styl, způsob myšlení, přístup, ... reagující na výrobní procesy.

Susan Blake (2011, cit.podle Badiru, 2014) uvádí, že PI zajišťuje lepší fungování systémů spolu s vyšší kvalitou prvků, menším plýtváním a redukcí použitých zdrojů.

Badiru (2014) tuto definici doplňuje o porozumění se zúčastněnými pracovníky a jejich potřebami v zájmu zvýšit a zlepšit jejich výkony, tedy produkci.

Chromjaková a Rajnoha (2011) představují PI jako zájem o eliminaci plýtvání ve výrobních procesech, a zároveň nastavení vzájemných vztahů mezi výrobními a administrativními procesy, které se navzájem ovlivňují a doplňují. Klíčová je přidaná hodnota přítomných prvků, tedy strojů, lidí a procesů, která vytváří u zákazníka zájem o produkty firmy.

Goeing (1911, cit. podle Chromjaková, 2013, s. 6) ve své definici upřesňuje i působení oboru, kdy se podle něj *průmyslové inženýrství zaměřuje na efektivní vykonávání procesů v různých sektorech průmyslové výroby, v podnicích služeb a bankovním sektoru, ve kterým je objektem zájmu lidská práce, směřující k dosažení konkrétního pracovního výkonu.*

2.2 Vývoj průmyslového inženýrství

Počátky průmyslového inženýrství, jsou spojené s průmyslovou revolucí, nicméně až vliv Fredericka Taylora v 19.století, který začal pokládat otázku „jaká je nejlepší cesta, jak vykonat práci?“, se považuje za vznik této profese, oboru. Používalo se však jiného názvu, v jeho době hovoříme o vědeckém řízení. (Badiru, 2014)

F. Taylor je tedy považován za zakladatele, ale v podstatě všichni, kdo se zajímali o zvyšování výkonnosti výrobních systémů, eliminaci ztrát a ekonomický aspekt procesů mohou být považováni za tvůrce průmyslového inženýrství jako vědní disciplíny. Proto je s tímto oborem historicky spojováno spoustu dalších významných osobností a událostí. Jak vyplývá z uvedených definic, tak každý pokus o efektivnější a řízenou výrobu či jakýkoliv

jiný proces utváří PI. Když v 15. století použili pro stavbu benátských lodí výrobní linky, standardizaci a položili první průmyslové zákony, můžeme již zde hovořit o položení základů této disciplíny. (Badiru, 2014)

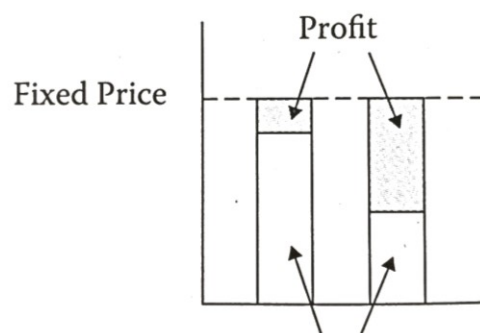
Tato práce neuvádí veškeré osobnosti a kroky vývoje PI, kdy jistě mezi nejvýznamnější spoluvůrce patří zakladatelé či členové společnosti Ford a Toyota Motor Company, ale chce poukázat na jeho otevřenost a praktičnost. Zmíněné společnosti postavili praktické i teoretické základy štíhlého myšlení, ale každý, kdo nad svou prací přemýšlel, jak ji udělat jednodušeji, efektivněji a bez pochybení, už v podstatě „dělal“ průmyslové inženýrství.

V průběhu let spolu s vývojem myšlení PI, které se snažilo snížit použité zdroje procesu, ale zvýšit efektivitu, se změnil vzorec, jak stanovit cenu. Z předchozího vzorce, kdy cena byla dána náklady a marží, si firmy vlivem síly zákazníků a konkurence nemohly jen tak stanovit cenu produktů na základě jejich nákladů a požadované marže, ale naopak cena byla stanovena prostředím jako první, a z ní se musela odvíjet velikost nákladů, kdy samozřejmě čím nižší náklady firma má, tím vyšší marži získá.

Původní přístup => náklady + marže = cena

Nový přístup => cena – náklady = profit

Klíčem k profitu je tedy redukce nákladů. (Dennis, 2015)



Obr. 4. Nový přístup redukce nákladů
(Dennis, 2015, s. 20)

Jsou to zákazníci, kdo v tomto informačním věku panuje, jelikož je tak snadné porovnávat konkurenční nabídky, a firmy tomuto utváření trhu musí uzpůsobit svůj přístup k organizaci práce. (Hammer, 2013)

Dnešní doba s cílem trvale udržitelného rozvoje si od firem žádá přehodnocení organizace práce a procesů, kdy se většina změn orientuje na řízení lidí, jejich stimulaci a motivaci. Reinženýři tvrdí, že nepotřebují lidi, kteří jsou s procesem pevně svázáni v čase pracovní

doby, ale pro jejich povzbuzení k výkonům a vlastním nápadům je třeba je namotivovat citlivějším přístupem a porozuměním. Tvorba sdílené hodnoty namísto pouhé hodnoty pro akcionáře přináší prostor pro inovace. (Chromjaková, 2013)

2.3 Průmyslový inženýr, jeho kompetence a přístupy

„Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, ve kterém inkasujeme peníze. A tento čas zkracujeme tím, že odstraňujeme plýtvání.“ Touto větou Taiichi Ohno v podstatě popsal práci průmyslového inženýra. (Košturiak, 2010, s. 45)

Práce na této pozici se může velmi lišit dle místa výkonu a oboru podnikání. Každá firma může mít jiné požadavky na pozici svého průmyslového inženýra s plněním různých úkolů dle vlastních standardů a pravidel.

Výstižnou definici průmyslového inženýra vznesl Institute of Industrial Engineers. Dle něj se jedná o osobu, která navrhuje, zavádí a zlepšuje vzájemně propojenou soustavu lidí, materiálů, informací, vybavení a energií. To díky specifickým znalostem a dovednostem v matematice, fyzice, sociálních vědách, a také v inženýrských principech a metodách. (Badiru, 2014)

Tato práce obnáší především plánování a řízení projektů, plánování a organizování výroby, technickou a technologickou přípravu výroby, organizaci materiálových a informačních toků, řízení produktivity a procesů, analýzu a měření práce spolu s její ergonomickou stránkou, vývoj a implementace nových výrobních konceptů, strategické plánování, flexibilní řízení změn a finanční management. (Chromjaková, 2013)

Průmyslový inženýr může ve firmách působit i jako vedoucí procesů, kdy jeho úkol je vnést pořádek a disciplínu do procesů a jejich zavádění v podniku. Možnou cestou je změnit myšlení zúčastněných z postoje „zavádíme procesy, protože bychom je zavádět měli“ na přístup, kdy by se o procesy měli zajímat nejen jejich zastánci, a je tedy třeba všechny účastníky dostatečně vzdělávat o přínosech procesů, tedy úsporu nákladů a zvýšení výkonnosti. Lidí je třeba vycvičit a přimět je změnit jejich postoj. (Hammer a Hershman, 2013, s. 200)

Je tedy zřejmé, že průmyslový inženýr musí mimo jiné umět jednat s lidmi, a tak své zaměstnance namotivovat ke změně myšlení o procesech. Klíčová je interpersonální komunikace, moderační, prezenční a motivační dovednosti. Pro úspěšné vedení projektů by

v této pozici měl být diplomat, týmový hráč a osoba, která je svým okolím akceptovaná. (Chromjaková, 2013)

Některé podniky nemají své vlastní průmyslové inženýry, ale pouze na čas spolupracují s externí firmou, často z důvodu návrhu a implementace nových procesů či pro efektivní úpravu těch stávajících, a to v případě, kdy firma nemá takové výzvy na denním pořádku a je pro ni výhodnější s externí firmou pouze nějaký čas spolupracovat než zaměstnat vlastní průmyslové inženýry. Nicméně ať už firma tuto pozici obsadí vlastním či externím zaměstnancem a má své specifické přístupy a standardy, některé úkoly a kroky této pozice jsou stálé.

3 LEAN & KAIZEN

Tato kapitola seznámí s přístupy Lean a Kaizen, které mají redukovat či zcela zamezit všechny druhy plýtvání v podniku.

3.1 Muda

Často se v PI vyskytuje japonský pojem *muda*, neboli plýtvání, které zahrnuje veškerou činnost, která nepřidává hodnotu. Zákazníci však platí pouze za procesy, které finálnímu produktu hodnotu přidávají. Proto se podniky pomocí metod a technik PI musí soustředit na eliminaci či zkrácení doby těch činností, které právě hodnoty nepřidávají. (Imai, 2005)

Druhy plýtvání, se kterými podniky nejčastěji bojují jsou:

- čekání,
- nadvýroba,
- přepracovávání,
- nadbytečný pohyb,
- přemísťování,
- zpracovávání,
- nadbytečné skladování a
- nevyužitá kvalifikace zaměstnanců. (Svozilová, 2011)

Za nejhorší z těchto ztrát, tedy 7 muda, je považována nadvýroba, jelikož často stojí za vznikem ostatním mud. Prvotní příčina přerušení toku vzniká následkem nedostupnosti zdrojů, tedy lidí, materiálu, strojů či náradí. (Poláková a Bobák, 2013)

Omezení plýtvání zdrojů je nejlepší způsob, jak snížit náklady na pracovišti. Slouží k tomu následujících 7 činností, které se dají chápat i jako benefity štíhlé výroby, jak bude uvedeno v následující podkapitole. Tyto činnosti k omezení plýtvání jsou:

- zvyšování kvality,
- zvyšování produktivity,
- snižování zásob,
- zkracování výrobní linky,

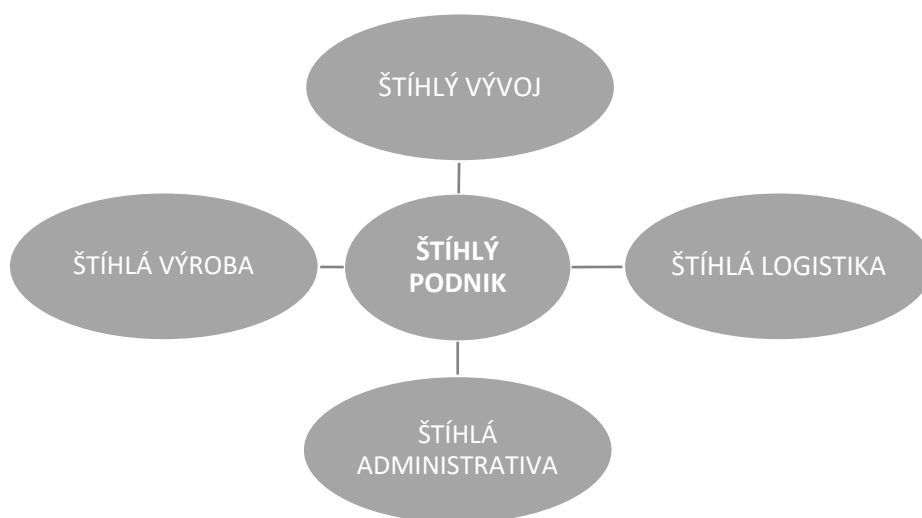
- zkracování doby prostojů,
- zkracování doby prostojů,
- omezení prostoru na výrobu a
- zkracování doby výroby. (Imai, 2005)

Všechny body muda jsou plýtváním, které nepřidává hodnotu, a musí proto být eliminovány.

Přidáváním hodnoty chápeme činnosti a aktivity, které nějak mění vlastnosti produktu, a tak přibližují produkt k zákazníkovi. Definice přidané hodnoty dle Mašína (2003) představuje přidanou hodnotu jako to, za co je zákazník ochoten zaplatit.

3.2 Lean

Řízení a organizace výroby je často reprezentováno pojmem *Lean*, v překladu „štíhlý“. Tento přístup má podnik zbavit všeho přebytečného. (Chromjaková, 2013)



Obr. 5. Koncept štíhlého podniku (vlastní zpracování)

Za štíhlý podnik je považován takový podnik, který vykonává přesně to, co požaduje zákazník, a to s minimem činností, které nepřidávají hodnotu produktu. Vykonávají se zde pouze činnosti, které jsou potřebné, vykonávají se hned napoprvé správně, rychle a za málo peněz. (Poláková a Bobák, 2013)

3.3 Štíhlá výroba

Přístup Lean se snaží identifikovat a následně odstranit všechno plýtvání v toku hodnot. Štíhlá výroba, která je pro tuto práci klíčová, znamená efektivní rozdělení zdrojů, tedy požadovaný výstup produkce bude za minimální náklady. (Badiru, 2014)

Zeštíhlení by mělo proběhnout všude, kde je to možné:

- redukce složitosti výroby a výrobků,
- zmenšení a zjednodušení mezioperačních skladů a zásobníků,
- zjednodušení výrobních procesů, materiálových a informačních tok. (Poláková a Bobák, 2013)

3.3.1 Výhody štíhlé výroby

Zavedení štíhlé výroby přináší podniku řadu výhod. Těmito benefity mohou být:

- zvýšení produktivity,
- snížení celkového času produkce,
- méně zmetků,
- zvýšení kvality,
- ušetření pracovního prostoru,
- nižší náklady na produkci,
- bezpečnost pro operátory,
- nižší časy cyklů a další. (Badiru, 2014)

Toyota definovala následující nástroje, které vedou k eliminaci plýtvání: flexibilní výroba, standardizovaná práce, 5 S, automatizace, Poka-yoke, a další. (Badiru, 2014)

3.3.2 Ukazatelé štíhlé výroby

Podnik může sledovat několik parametrů, na kterých se dá aplikovat štíhlá výroba, a lze tak na jejich ukazatelích pozorovat případné změny. Příkladem několika parametrů s ukazateli štíhlé výroby jsou dle Chromjakové (2013):

Tab. 1. Vybrané parametry a ukazatele štíhlé výroby (vlastní zpracování)

| SLEDOVANÝ PARAMETR ŠTÍHLÉ VÝROBY | PŘÍKLAD UKAZATELE SLEDOVANÉHO PARAMETRU |
|---|---|
| Výrobní náklady | Výrobní náklady/kus Celkové mzdové náklady |
| Průběžná doba výroby | Čas cyklu Čas taktu Přidaná hodnota |
| Úroveň řízení zásob | Materiálové náklady zásob |
| Maximalizace výnosů | Celkové výrobní výnosy Náklady na zmetky |
| Rozvrhování výroby | Počet výrobních dávek za směnu Logistické náklady Ukazatel produktivity práce na jeden kvalitní produkt |
| Zaměstnanci | Efektivnost výroby na 1 výrobního zaměstnance Hodinový výkon zaměstnance |
| Návratnost kapitálu | Návratnost investic |
| Tahová/tlaková výroba | Velikost objednávky Průběžná doba vyřízení objednávky |
| Spokojenost zákazníka | Objem výroby Kvalita dodávky Objem dodávek načas |

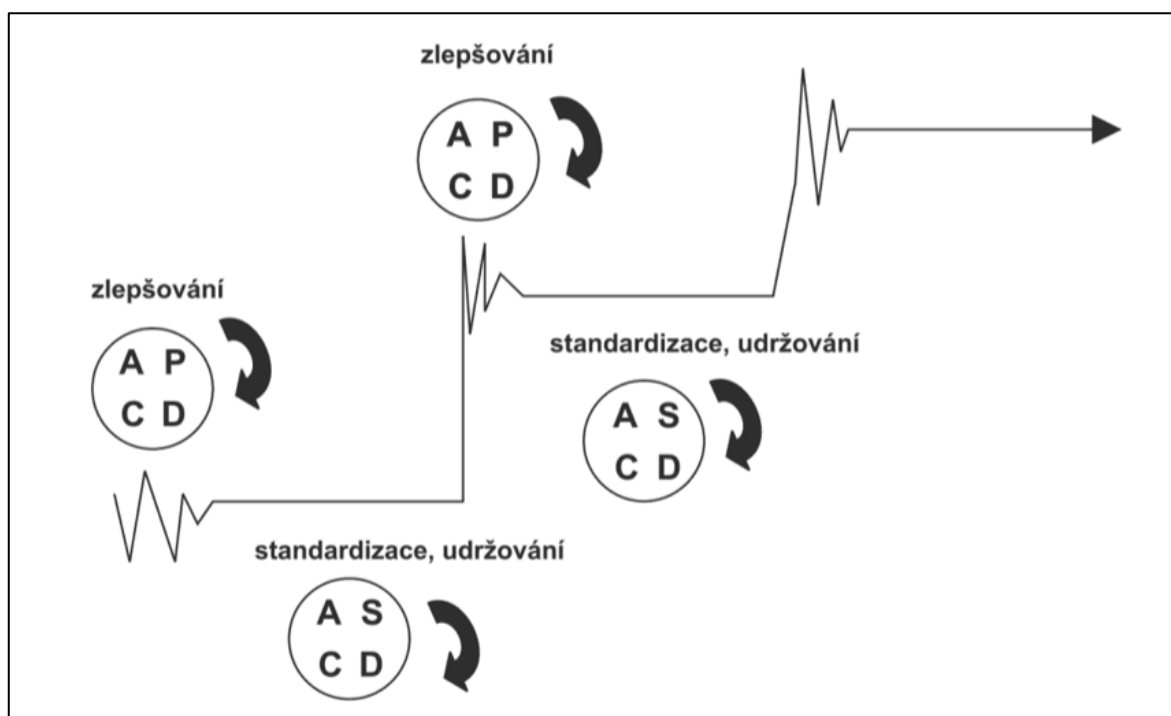
3.4 Kaizen

System Kaizen byl zmíněn již v první kapitole o zlepšování výrobních procesů. Jedná se o ty menší krůčky změn. Kaizen je kontinuální zlepšování procesů, lidí, činností, a také jejich vzájemné spolupráce v podniku. Základem tohoto systému je kultura zlepšování, nespokojenost se současným stavem a neustálé hledání a odstraňování muda. Problémy jsou zde tedy chápány jako příležitosti. (Košturiak, 2010)

Někteří autoři porovnávají Lean a Kaizen. Emiliani ve svém článku tvrdí, že jsou tyto přístupy odlišné a Kaizen je mnohem lepší z hlediska identifikace problému a jeho zlepšení. Lidé jsou při metodě Kaizen mnohem více zapojeni do procesu zlepšování, více se rozvíjí lidské konstruktivní myšlení a schopnosti ke zlepšování. (Bob Emiliani, © 2020)

Jiní mají tvrzení, že mezi těmito přístupy rozdíl není, a naopak se doplňují. Uvádí, že Kaizen je cesta a Lean je cíl. (HR News, © 2020)

Základem zlepšování procesů jsou dva používané cykly, a to PDCA (Plan – Do – Check – Action) a SDCA (Standardize – Do – Check – Action) cyklus. Pojednávají o tom, že nestačí pouze nalézt řešení problémů, ale toto řešení realizovat, zavést ho a udržet. (Košturiak, 2010)



Obr. 6. Neustálé zlepšování procesů (Košturiak, 2010, s. 48)

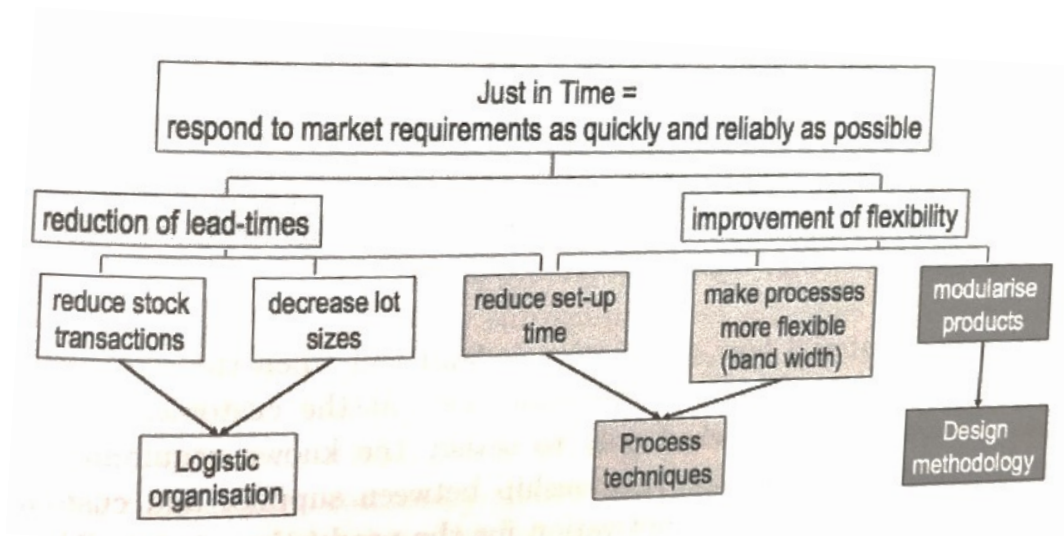
4 JIT

Celý přístup lean provází metody a nástroje PI, jako JIT, rovnoměrné vybalancování pracoviště, kanban systém či minimalizace času přetypování.

JIT (Just-in-time), v překladu „právě včas“, je jedním z nejdůležitějších přístupů lean, a znamená vyrábět správný produkt, ve správném množství a kvalitě, a ve správný čas. Všechno ostatní by přineslo muda. Pravidla JIT jsou:

- vyráběj pouze pokud si zákazník objednal,
- rozděl objednávku na dávky, aby byl chod na pracovišti plynulý,
- přizpůsob procesy množství objednávky pomocí vizuálních prostředků (kanban),
- maximalizuj flexibilitu strojů a lidí. (Dennis, 2015)

Obrázek níže (obr. 7) zobrazuje dva základní prvky JIT, a to redukci dodacích lhůt a zvýšení úrovně flexibility. (Glardon a Yoo, 2018)

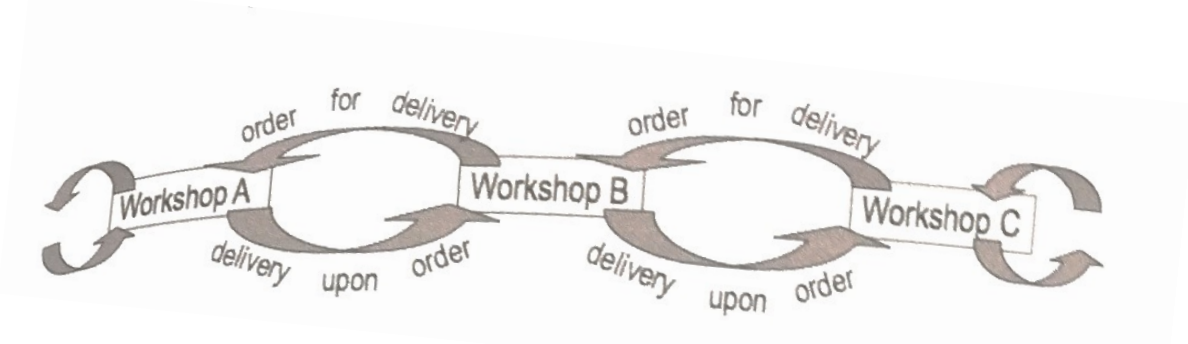


Obr. 7. Just In Time (Glardon a Yoo, 2018, s. 213)

4.1 Systém tlaku a tahu

S přístupem JIT je spojený systém tahu, často používaný v originálním znění „pull“, kdy na rozdíl od systému tlaku „push“ firma nevyrábí dopředu, ale výrobu začíná pouze tehdy, pokud zákazník zadá objednávku. Zákazníkem je chápán nejen finální odběratel hotového produktu, ale i každý následující proces ve výrobě. Tedy pokud si následující proces nevyžádá produkt, nevyrábíme. Díky systému tahu je korigováno množství vyráběných produktů i WIP (Work-in process). (Dennis, 2015)

Podle Šajdlerové (2012) je systém tahu závislý na požadavcích či spotřebě zákazníka, ať už externího s finálními produkty, tak interního v rámci toku materiálu.



Obr. 8. Systém tahu (Glardon a Yoo, 2018, s. 215)

Na obrázku 8 lze vidět tři stanoviště s názvem Workshop, kdy si vždy následující stanoviště objednáva dodávku od stanoviště předešlého, které musí rychle reagovat na požadavky a objednávku dodat. (Glardon a Yoo, 2018)

V pull systému je často využíváný systém FIFO (first in, first out), což je tok produktů, regulující jejich počet v oběhu. FIFO v podstatě znamená, že co se první vyrobí, se i první spotřebovává. (Dennis, 2015)

4.2 Kanban

Kanban, z japonského překladu „karta“, využívá označené karty či jiné vizuální signály pro řízení toku a výroby materiálu.

Principy užívání systému Kanban uvádí Glardon a Yoo (2018), a mají jimi být:

- vyráběj pouze to, co si zákazník vyžádal,
- vyráběj v požadovaném množství a
- vyráběj pouze tehdy, kdy to je vyžadováno.

Kanban karty jsou tedy nějakým komunikačním systémem pro štihlou výrobu, kdy je možno je považovat za výrobní příkazy s potřebnou informací. Pro systém tahu s využitím kanban systému platí několik pravidel, z nichž klíčovými jsou:

- nadcházející procesy odebírají položky z předcházejících procesů,
- předcházející procesy vyrábějí pouze to, co bylo odebráno,
- procesy předávají následujícím procesům výrobky bez vad.

Pro tuto diplomovou práci jsou klíčové tzv. odběrové kanbany neboli vnitropodnikové kanbany využívané mezi procesy v závodě, které poskytují informace pro odběr součástí, případně jejich závoz. (Daněk a Plevný, 2005)

5 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Tato kapitola představí několik doplňujících metod, nástrojů a prvků PI, které jsou klíčové k praktické části této práce.

5.1 Racionalizace pracoviště

Pro zachycení plýtvání na pracovišti a také pro zvýšení jeho produktivity je potřeba provést analýzu práce.

Analýza práce na pracovišti spočívá v několika bodech:

1. Vyber pracoviště,
2. Definuj cíle štíhlého pracoviště,
3. Proved' analýzu práce:
 - Vyber sledovanou práci a její hranice,
 - Zaznamenej relevantní fakta a data o této práci + definuj plýtvání
 - Prozkoumávej způsob, jak je práce vykonávána,
 - Navrhni efektivnější metodu,
 - Hodnot' alternativy zlepšovacích metod,
 - Definuj novou metodu,
 - Aplikuj novou metodou a zaškol účastníky,
 - Udržuj novou metodu a zaved' kritéria kontroly,
4. Měř práci (např. pomocí MOST metody),
5. Standardizuj práci,
6. Proved' vizualizaci pracoviště,
7. Zaved' vyšší autonomnost a „chybuvedornost“ pracoviště. (Košuriak, 2010)

Analýza práce na pracovišti je tak typickým příkladem práce průmyslového inženýra v jakémkoliv podniku.

Snímkování práce či pracovního dne poskytuje informace o jednotlivých činnostech, ze kterých se sledovaná práce skládá, a také čím a jak je práce narušovaná. Snímkováním získáme podklady k tvorbě časových norem. (Šajdlerová, 2012)

5.1.1 Standardizace

Každodenní činnosti uvnitř podniku fungují podle zavedených plánů, které po formálním zapsání chápeme jako standardy. Pro úspěšné řízení těchto činností je potřeba udržovat a vylepšovat právě zavedené standardy, kterými se zaměstnanci při své práci musí řídit. Standardy mají příkladem tyto vlastnosti:

- Jsou nejlepší, nejsnadnější a nejbezpečnější způsob, jak provádět danou práci,
- zachovávají know-how a odborné znalosti,
- jsou základem pro udržování a zlepšování,
- tvoří základnu pro audity a
- poskytují prostředky, jak zabránit opakování chyb. (Imai, 2005)

Standardizovaná práce přináší dobu taktu a cyklu, dále postup práce, a nakonec hodinovou kadenci, která řekne, kolik pracoviště vydalo kusů. Doba taktu udává frekvenci výroby dílu na základě poptávky a dostupného času výroby. Tedy jak často musíme vyrobit produkt. Doba cyklu je skutečný čas procesu. Cílem by měla být synchronizace doby cyklu a taktu. Postup práce udává jednotlivé kroky, přesně jak jdou za sebou, a jak nejlépe práci vykonat za určitý čas. Hodinová kadence přinese počet vyrobených dílů, a s tím i informaci, kolik nekompletní výroby by na pracovišti mělo být, aby při začátku procesu operátor jen nestál před strojem, ale už mohl pracovat. Tato zásoba dílů představuje WIP, tedy work-in-process, který mnohdy tvoří mezisklad mezi procesy. (Imai, 2005)

Standardizace a vizualizace slouží pro popis konkrétních jevů a procesů ve výrobě a s ní spojených procesů. Vizualní popis procesů běžně doplňuje standardy, což je žádoucí především v multikulturních firmách. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

5.1.2 Ergonomické pracoviště

Spolu se standardy se vytváří i pracovní normy. A s normováním práce souvisí ergonomika. Tato disciplína se snaží navázat interakci mezi pracovním systémem a člověkem, a to přes tyto oblasti:

- organizace efektivní práce na pracovišti,
- ochranu zdraví a
- tvorbu pracovní pohody při výkonu práce.

Je tedy nutné dbát na antropometrické uspořádání pracoviště s ohledem na výšku a pohyblivost pracovníka, vybrat vhodnou volbu pracovní polohy během výkonu práce, vytvořit optimální zorné podmínky a dodržovat další principy ergonomiky. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Ergonomicky slabé pracoviště má negativní vliv na produktivitu, kvalitu, a především bezpečnost na pracovišti. Nejvíce ergonomicky riskantní jsou postoj pracovníka, síla a opakování pohybů, což závisí na dizajnu pracoviště. (Dennis, 2015)

5.1.3 Uspořádání pracoviště

Optimalizace tzv. layoutu pracoviště, tedy jeho uspořádání, spočívá v optimálním rozvrhnutí dílen, pracovišť, strojů a zařízení tak, aby umožnili plynulý tok souvisejících operací. Toto optimální rozvržení se netýká pouze pozic prvků, ale i materiálových a informačních toků. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

V rámci Lean hovoříme i o štíhlém layoutu, který by měl splňovat například následující parametry:

- přímý materiálový tok směřovaný k expedici,
- minimalizace přepravních vzdáleností,
- minimalizace plochy zásobníků a meziskladů,
- přímočaré a krátké trasy,
- vizuální kontrola množství či
- odstranění dvojité manipulace. (Košturiak a Frolík, 2006)

5.1.4 Efektivnost pracoviště

Zkratka OEE, v plném názvu Overall Equipment Effectiveness, představuje parametr pro celkovou efektivnost zařízení. OEE tedy slouží k měření a systematickému zlepšování celkové efektivnosti strojů a zařízení v podniku. Má procentuální vyjádření a zjistíme jej jako součin míry využití, míry výkonu a míry kvality sledovaného prvku. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

5.1.5 Pořádek na pracovišti 5S

Přístup 5S je jedna z metod Kaizenu a spočívá ve vytvoření a udržení čistého a organizovaného pracovního prostředí. 5S poskytuje disciplinovaný přístup k bezpečnému, čistému a efektivnímu pracovnímu prostředí spolu s potřebnými pravidly. Tato metoda má 5 jasných kroků:

- 1 S – třízení – odstranění nepotřebného,
- 2 S – organizace – vše má přesné umístění,
- 3 S – čistota – čištění pracoviště a jeho prvků,
- 4 S – standardizace – udržení pořádku a
- 5 S – disciplína – dodržování pravidel. (Poláková a Bobák, 2013)

5.2 Doplnující prvky průmyslového inženýrství k práci

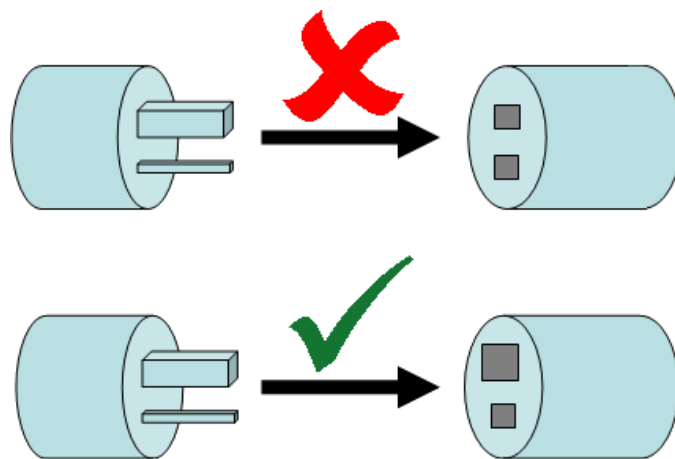
5.2.1 Gemba

V japonštině slovo *gemba* znamená „skutečné místo“, tedy místo, kde se něco děje. V podniku *gemba* chápeme jako místo, kde se vytváří produkt, ať už výrobek či služba. Vytváří se zde hodnota, která uspokojí zákazníka, a proto by se těmto místům měl klást větší důraz, než řešit další firemní sektory jako finanční management či marketing. Pojem *gemba walk* poté pouze upřesňuje tuto formu řízení procesů, kdy se jedná o procházku přímo na pracoviště, namísto řešení problémů z kanceláře bez dostatečné znalosti řešeného místa. (Imai, 2005)

5.2.2 Poka-yoke

Jedním z nástrojů štíhlé výroby implementované za účelem zajištění kvality výrobku je poka-yoke. Toto zařízení má identifikovat lidskou chybu okamžitě v místě vzniku, a zabránit tak vzniku vady. (Poláková a Bobák, 2013)

Poka-yoke má být nízkonákladové zařízení, které detekuje abnormální situace, aby se zabránilo vzniku vady. Pokud zařízení nalezne abnormalitu, může proces zcela zastavit nebo alespoň vydat upozornění. Tato upozornění bývají světelná či zvuková. (Dennis, 2015)



Obr. 9. Příklad Poka-Yoke (PDCA Home, © 2020)

6 LOGISTIKA

Logistika se zabývá organizováním, plánováním a řízením určitého toku v podniku při minimálních nákladech. Řeší se toky materiálové, informační, toky energií, obalové či odpadů. (Daněk a Plevný, 2005)

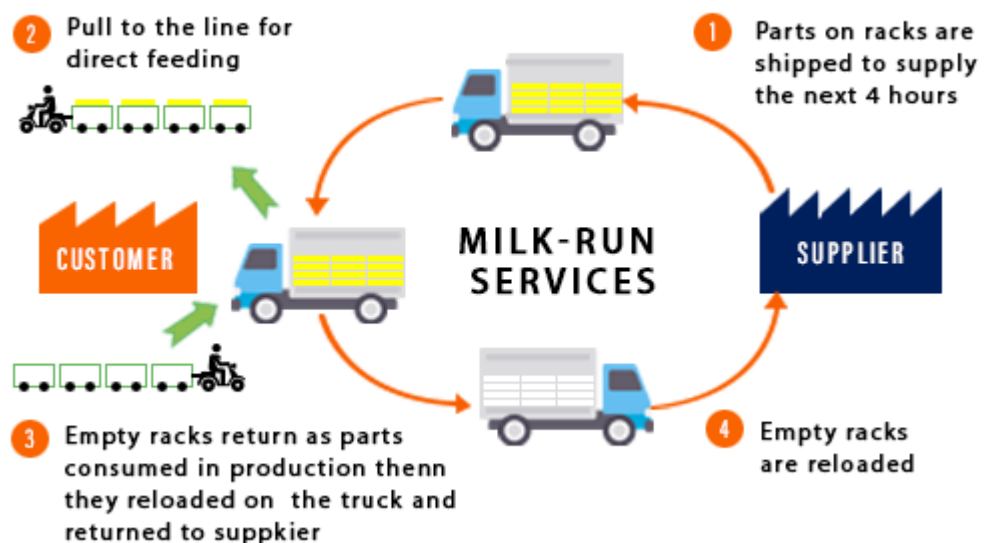
Logistika zajišťuje dodání správného materiálu, lidí a techniky v určitém množství na určité místo a v určitý čas. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Logistiku je možné rozdělit dle svého působení a úkolů na:

- zásobovací logistiku,
- skladovací systémy,
- dopravní systémy,
- výrobní logistiku a
- distribuční logistiku. (Plevová a Bobák, 2013)

6.1 Milk run

Důležitým prvkem interní logistiky je tzv. milk run, což bývá dopravní prostředek zajišťující rozvoz materiálu či produktu po daných logistických trasách dle stanoveného harmonogramu. V přesný čas na přesném místě je vyloženo potřebné množství zboží a zároveň je odvezen obal a od již spotřebovaného. (API, © 2005-2020)



Obr. 10. Milk run (Watsoo Express, © 2018)

6.2 BOL

Jisté spojení mezi logistikou a operátorem na pracovišti tvoří tzv. BOL (border of line). Toto BOL je místo v těsné blízkosti práce operátora na pracovišti, kde se nachází potřebný materiál a pomůcky k produkci. Má sloužit k eliminaci Muda, tedy konkrétně plýtvání pohybem, kdy veškeré potřebné věci má mít operátor po ruce a nemá přecházet do jiných skladů.

Správné BOL by mělo fungovat na principu FIFO, tedy co jde první dovnitř, jde i první ven. Metoda FIFO má i zde, v BOL, zpřehlednit procesní tok a eliminovat WIP. (Process Improvement Using Lean Methodologies)

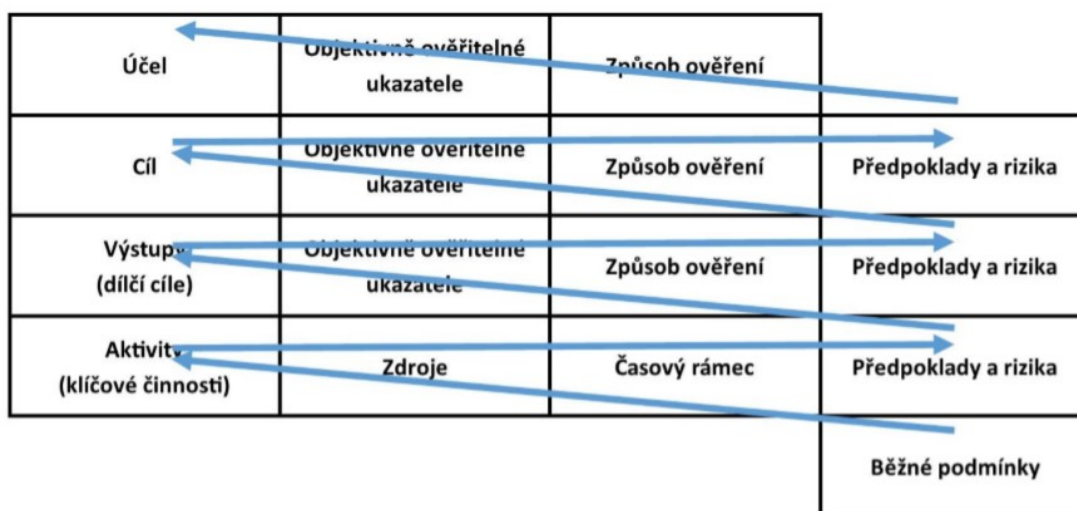
7 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Význam slova projekt, který byl dříve chápán pouze jako nějaký návrh či plán, byl postupně doplněn i o realizaci tohoto plánu, tedy změnu skutečného stavu. Projekt lze definovat jako jedinečný proces tvořený řadou koordinovaných a řízených činností s předem známým datem zahájení i ukončení, který probíhá pro dosažení předem stanoveného cíle, a který podléhá specifickým požadavkům a omezením, daných časem, náklady a zdroji. (Křivánek, 2019)

7.1 Logický rámec

Logický rámec projektu poskytuje všechny podstatné informace o projektu na jednom papíru. Je vytvořen tak, aby každý snadno a rychle pochopil proč se projekt realizuje, čeho se má dosáhnout a jak se budou řídit změny. (Karel Borovička, © 2018)

Obr. 11 představuje schematické sestavení logického rámce a postup jeho čtení.



Obr. 11. Postup čtení logického rámce (KONOPIKOVÁ, Nikola, 2017, s. 8)

7.2 Riziková analýza

Riziková analýza se často tvoří spolu s projektem pro identifikaci faktorů, které mohou projekt ohrozit. Nemusí se týkat pouze projektu, vytváří se i v procesech pro identifikaci faktorů ohrožující úspěšnost procesu a jeho výstupu. Jedná se o prevenci, kdy je stanovena pravděpodobnost výskytu předem definovaného rizika, které je tak možné redukovat. (Chromjaková, 2013)

Proces analýzy rizika se skládá ze tří částí: identifikace, kvantifikace a snižování rizika.

Pro analýzu rizik projektů se využívá RIPRAN analýza (Risk Project Analysis). Tuto analýzu je nutné zpracovat před samotnou implementací projektu, ale je možné ji využít ve všech jeho fázích. Tato analýza rizika projektu obsahuje:

- hrozbu,
- scénář,
- pravděpodobnost a
- škodu.

Hrozba představuje nebezpečí, které může projekt ohrozit. Scénář je děj, který je následkem hrozby, tedy co se kvůli hrozbě stane. Tento scénář se uskuteční s jistou pravděpodobností. Pokud je nějaký ze scénářů realizovaný, vzniká škoda, tedy nějaká ztráta projektu. (Lacko)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉHO PODNIKU

Vybraná firma s hlavním sídlem v Evropě působí v automobilovém průmyslu od 70.let 20.století. Společnost dodává plastové díly pro interiér i exteriér automobilů celé řady zákazníků, jako jsou BMW, Land Rover či Nissan. Technologická a vývojová centra, obchodní kanceláře a výroba jsou rozmístěny po celém světě, převážně však v Evropě a v jihovýchodní Asii. Oddělení vývoje a výzkumu společnosti se věnuje funkčnosti dílů, dekorativním inovacím, technologiím, také se řeší produktový design a v neposlední řadě si firma navrhuje a opravuje formy na vstřikování dílů.

V České republice má sídlo výrobní závod, který sčítá přes 500 zaměstnanců.

8.1 Produktové portfolio

Společnost funguje jako sériová výroba a nabízí plastové funkční a estetické komponenty. Pro některé klienty se vyrábí díly do interiéru auta, jako jsou komponenty přístrojové desky či dveřního systému, někteří požadují exteriérové komponenty, jako části karoserie či rám světla. Některé projekty mohou trvat řadu let, některé jsou otázkou několika měsíců. V současné době firma dodává přes sto různých dílů a komponent.

Obrázek 12 je pouze příkladem podobných dílů, které vyrábí i sledovaný podnik. Pro zachování anonymity byly vybrány díly z jiných společností.

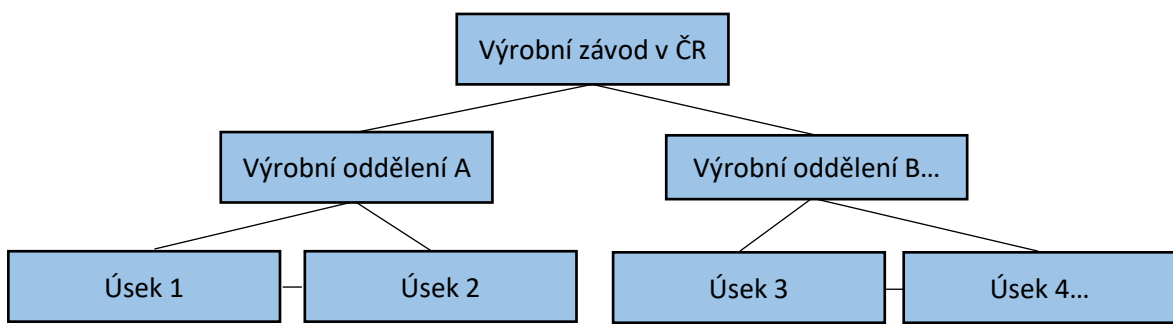


Obr. 12. Příklad vyráběných komponent (Seristudio, Copyright © 2017, 2020)

8.2 Výrobní závod v České republice

Výrobní závod v České republice se věnuje vstřikování, lakování, chromování a montáži komponent dílů. Tento celý proces probíhá pod jednou střechou závodu a je rozdělený na specializovaná oddělení výroby a následně na úseky (viz. Obr. 13). Tyto úseky jednoho oddělení jsou vzájemně provázány společným vedením a rotací operátorů, a v rámci výrobního procesu spolupracují nejen mezi sebou navzájem, ale i napříč odděleními díky interní logistice.

Celý závod v České republice sčítá celkem pět výrobních oddělení, a jak již bylo řečeno, zaměstnává přes 500 pracovníků. Podnik funguje na třisměnný provoz.

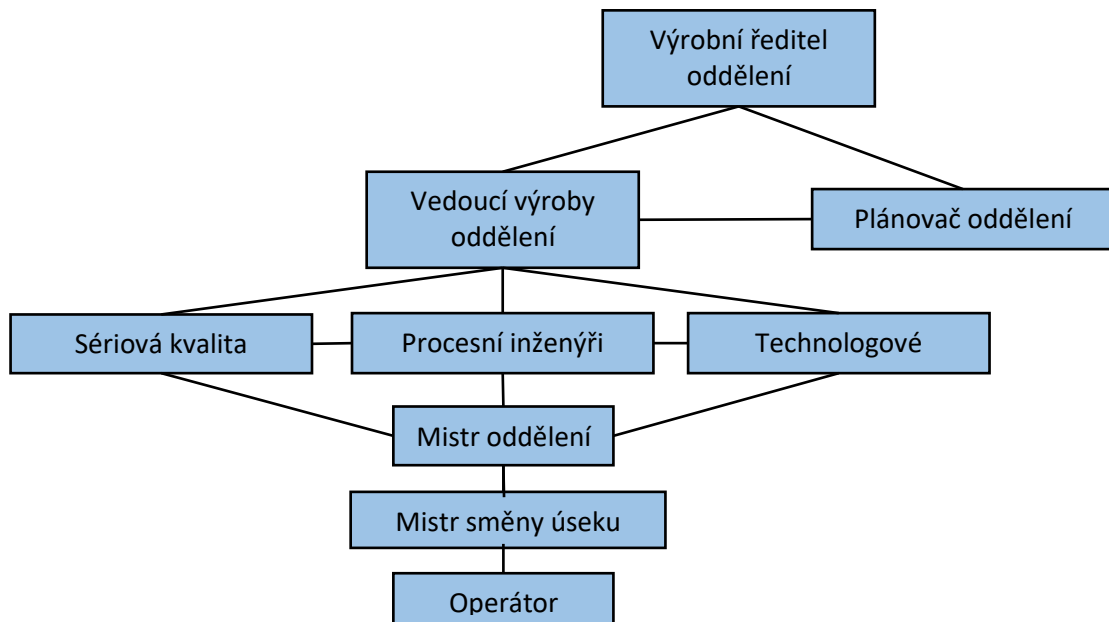


Obr. 13. Organizace závodu v ČR (vlastní zpracování)

8.2.1 Organizační struktura oddělení a náplň práce jednotlivých pozic

Každý úsek v oddělení má svou hierarchii a měří si ukazatele OEE a procentuální zastoupení zmetků. OEE každého úseku může poskytnout rychlou odpověď, jak se díl při určitém procesu chová, a tak který úsek je pro díl rizikový. Nicméně tento výsledek úseku může být zkreslen testy či omezením výroby, a tak se vždy sbírají informace ze systému o počtu zmetků a dalších klíčových parametrech. Jak bylo zmíněno výše, úseky v rámci jednoho oddělení spojuje společné vedení, které tvoří tým technologů, procesní inženýři, vedoucí

výroby a výrobní ředitelé. Zobrazením organizační struktury vybraného oddělení je obrázek níže (obr. 14), kde lze sledovat pyramidový tvar toku a eskalace informací a problémů.



Obr. 14. Organizační struktura oddělení E (vlastní zpracování)

Operátoři přímo manipulují s díly, fyzicky provádí kroky výrobního procesu a přidávají tak dílu přidanou hodnotu.

Mistři směny, tedy vždy jeden mistr na směnu svého úseku, jsou zodpovědní za tým operátorů tohoto úseku, jsou schopni vykonávat jejich práci, organizují práci dle výrobního plánu, řeší případné komplikace a starají se o vzájemnou komunikaci, ať už na vertikální, tak i horizontální úrovni. Mistři směny úseku mají hromadné denní meetingy s mistrem oddělení.

Mistr celého oddělení, kam spadají jednotlivé úseky, zná všechny procesy, je zodpovědný za chod pracovišť a za komunikaci mezi úseky, případně odděleními. Zároveň předává na pravidelném denním meetingu informace a výsledky oddělení plánovači, procesním inženýrům a vedoucím výroby. Jeho úkolem je tedy mimo jiné propojení kanceláří s výrobou.

Pro operátory a mistry směny je vytvořena tzv. ILU matice, což je interní soubor, kde se zapisuje proškolení operátorů a těch, kteří standardně zacházejí s díly (příloha P I). Tento soubor prochází celým podnikem, pro každý úsek či oddělení je vytvořen vlastní, a přináší přehled, kdo je schopný jaké operace vykonávat, zda je schopný operace vykonávat sám či dokonce proškolit ostatní.

Postavení procesních inženýrů, odborníků kvality a v některých případech i technologů jsou již kancelářské pozice, avšak až polovinu času tráví ve výrobě. Technologové jsou většinou specializovaní pouze na určitou problematiku, jako je nastavení vstřikovacích forem či seřízení kolejnic a robotů lakovny. Pracovníci sériové kvality sledují nedostatky dílů a stanovují standardy kontroly, tedy postup, cestu i její dobu. Pro každé pracoviště určují limitní vzorky, kdy vyberou jako hranici pro poškozené díly takové defekty, které překryje nadcházející proces nebo které nejsou z hlediska estetičnosti ani funkčnosti zásadní. Tito „kvalitáři“ úzce spolupracují s týmem procesních inženýrů.

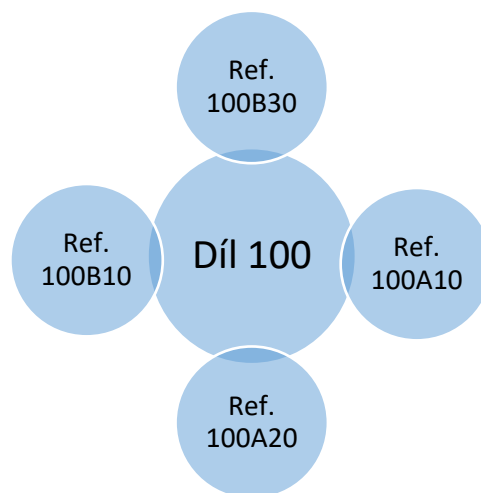
Pozice procesního inženýra ve sledovaném podniku obnáší zavádění, a především úpravu pracovišť a pracovních postupů. Pro již zmíněné i tvorbu standardních dokumentů, dále testování a aplikování prvků, které ve spojení s tokem dílu eliminují všechny druhy plýtvání. Procesní inženýr může pracovat jak pro celé oddělení, tak se specializovat pouze na určitý úsek. Je úzce v kontaktu se samotnými operátory, kdy provádí pozorování a gemba walk pro přehled o manipulaci s díly, ale i například kvůli zachycení ergonomického a výkonnostního zatížení operátorů. Jeho práce tedy nese, vyjma přípravy prostředí pro nové projekty a zlepšování výrobních procesů s ohledem na plastové komponenty, i podporu operátorů. Právě operátoři často přijdou na efektivnější cestu, jelikož procesy a tok dílů znají nejlépe. K tomu mohou využít kaizen karty, na které mohou napsat své návrhy ke zlepšení, a poté procesní inženýr analyzuje ty přijatelné z nich. Snaží se je racionálně zakomponovat do chodu tak, aby možné zlepšení jednoho prvku nevedlo k negativním následkům pro prvky s ním související.

9 PROCESNÍ ANALÝZA

Jak již bylo zmíněno, vybraný podnik se zabývá vstřikováním, lakováním, chromováním a montováním plastových komponentů pro automobily. Mateřská firma a její oddělení vývoje navrhuje vlastnosti dílu, tedy vybírá vhodný materiál pro díl, vrstvy a ochrany laku, finální balení dílu pro zákazníky a další klíčové prvky při zavádění výrobku.

S těmito údaji závod v tuzemsku začíná, avšak v průběhu výroby se mohou nějaké parametry změnit, a to pro přizpůsobení se fungování místního závodu, při nálezů náchylnosti k poškození dílu určitým zacházením apod. Samotný závod v ČR může přímo komunikovat se zákazníky a upravovat proces dle jejich požadavků.

Uvnitř podniku se rozlišují pojmy díl a reference, kdy díl je ten jistý kus a tvar, zatímco reference se svým specifickým číslem již představuje barevné či orientační rozlišení dílu. Dle čísla reference lze poznat barevný odstín a pravou či levou stranu dílu.

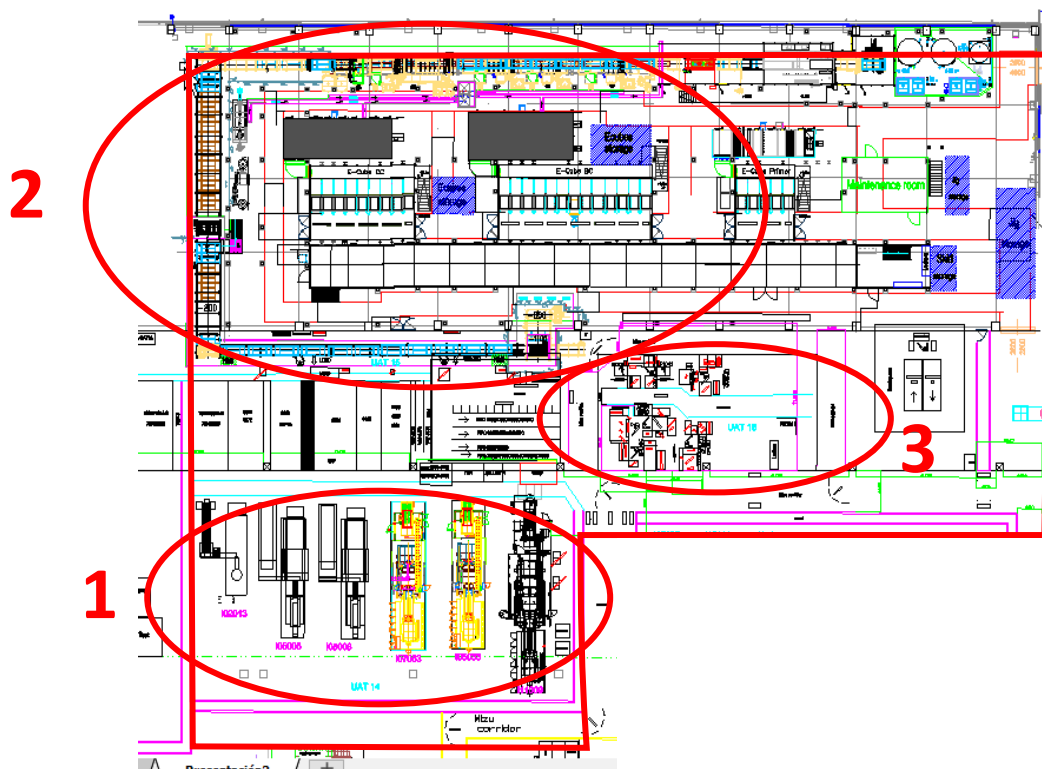


Obr. 15. Rozlišení dílů a referencí v podniku
(vlastní zpracování)

Interně jsou díly rozděleny na typy A, B a C, a to dle jejich výrobní dávky. *A* díly jsou ty, které se vyrábí nejčastěji a velkém množství, a i když objednávky ze strany zákazníka mohou kolísat, objem dávky je stále vysoký. *B* díly mají menší dávky a objednávky zde kolísají výrazněji, a za *C* díly jsou považovány ty, které se vyrábí pouze pár hodin týdně a v malém množství. Plánovač při plánování tohoto typu dílů zohledňuje náklady na rozjezdy výroby, proto většinou požadované množství zákazníkem plánuje celé na jednu dávku a nerozděluje ji na týdenní produkci, jako se postupuje vzhledem k množství u jiných typů.

9.1 Výrobní proces sledovaného oddělení

Celý závod v ČR má dvě propojené výrobní haly, ta starší nese první tři oddělení A, B a C, a ve druhé hale, která byla přistavěna v roce 2015, jsou oddělení D a E. Tato diplomová práce se orientuje na oddělení E, které tvoří více jak polovinu novější haly závodu, a pod které patří tři úseky.

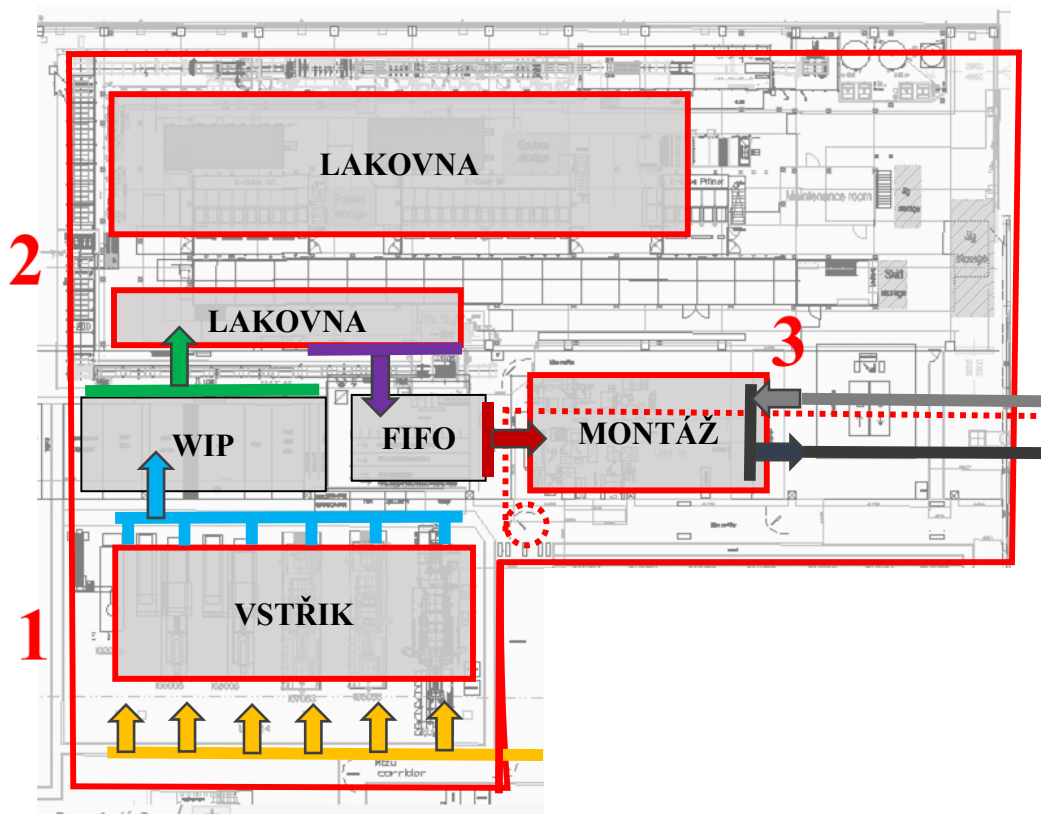


Obr. 16. Layout oddělení E (interní zdroj)

Layout výše (obr. 16) zobrazuje sledované oddělení, kde úsek č.1 představuje **vstřík** dílů, úsek č.2 **lakovnu**, a posledním v oblasti je úsek č.3 pro finální **montáž** dílů s komponenty. Oddělení se zabývá pouze těmito třemi procesy:

- vstříkem,
- lakováním a
- montáží.

Níže (obr. 17) je zobrazen tok materiálu a dílů sledovaného oddělení. Mezi úseky lze vidět i mezisklady na díly, interně pojmenované WIP a FIFO.



Obr. 17. Tok materiálu a dílů (vlastní zpracování na základě interního zdroje)

1. → Granulovaný materiál pro vstřík plastového dílu
 2. → Vstříkované díly do meziskladu
 3. → Vstříkované díly z meziskladu k nalakování
 4. → Nalakované díly do meziskladu
 5. → Nalakované díly z meziskladu k montáži
 6. → Kompletní smontované díly s komponenty ve finálním balení
 7. → Prázdná finální balení a komponenty
- Trasa logistického a odpadového vláčku

Většinu lakovaných a montovaných dílů, si oddělení E vstříkuje samo na svých strojích, nicméně některé vstříkované díly převáží interní logistika z jiných oblastí podniku, ať už pouze k nalakování či k montování s jinou částí finálního produktu. Důvodem odloučení vstříku některých referencí od ostatních procesů probíhajících na sledovaném oddělení může být odlišný materiál, který na naše vstříkovací stroje není dodáván, či časová a prostorová kapacita úseku vstříkovacích strojů. Zde procesy doplňuje interní logistika, která díly z jiných oddělení převezme k potřebnému úseku, který díl dokončí. Primárně se však firma

snaží orientovat celý výrobní proces určitého dílu na jedno oddělení, aby bylo možné předejít možným komplikacím s převozem a manipulací.

9.1.1 Vstřikování dílů

Proces výroby dílů začíná na úseku č.1 u šesti vstřikovacích strojů, do kterých proudí granulovaný plastový materiál. Tyto stroje jsou vedle sebe rozmístěny dle své váhy a dle schopnosti pojmout dané vstřikovací formy. Každá forma vytváří pouze jeden tvar dílu, kdy celkově oddělení E vstřikuje na 20 druhů plastových dílů, a tedy vlastní přes 20 forem. Tyto formy váží několik stovek kilogramů. Proto jsem pro ně v minulosti vytvořila přesný layout, dle jejich vytížení a polohy přístroje na předehřívání, pro přehled a zároveň pro bezpečnost na úseku. Jejich přemístění zařizuje jeřáb pohybující se nad celou halou, kdy rozmístění forem a zároveň strojů musí být přizpůsobeno právě možnostem pohybu tohoto jeřábu. Některé z forem je možno alternativně použít až na třech různých strojích, většina je však nastavena pouze na dva či jeden stroj, aby bylo dané a pro všechny jasné a zapamatovatelné, kde se jaký díl vstřikuje.



Obr. 18. Prvky vstřikovacího úseku (vlastní zpracování)

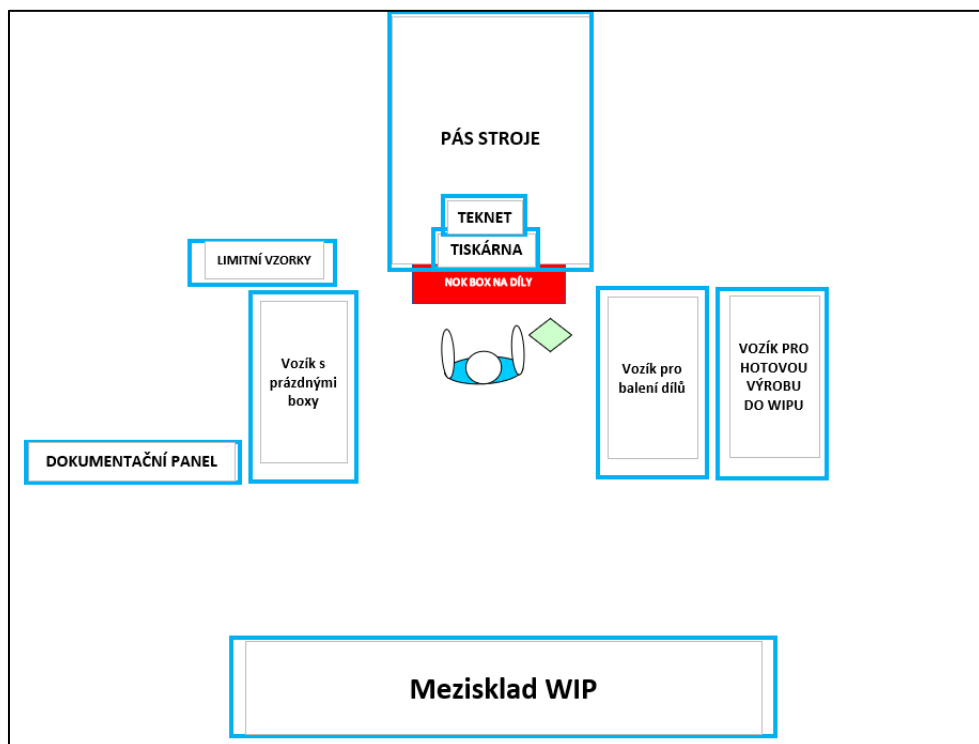
Tato forma se umístí do stroje, který ji otevírá a zavírá, a právě dovnitř uzavřené formy putují granule plastu, které za určitých podmínek vyplní formu a vstříknou tak nový díl.

Čas vstříku je závislý na materiálu, složitosti a velikosti dílu. Doba pohybu ramena stroje a dopravníku je přizpůsobena standardní práci operátora.

Při startu výroby se mistr směny stará o seřízení stroje, ramen robotů stroje, správný přehřev formy pro referenci, která se bude právě vstříkovat, a dále je povinen otestovat prvních několik dílů, které stroj vydá. Při startu se vždy počítá se zmetkovostí.

Přehoz forem, tedy zastavení současné výroby a start té následující, trvá přibližně 40 minut, kdy tomuto času musí být přizpůsobeny dávky vstříku na výrobním příkazu, bezpečnostní zásoba i vytížení operátorů. Plánovač tedy musí naplánovat výrobu tak, aby časté přehozy nepřinesly vysoké náklady za prostoje a zároveň bylo možné plynule vyrábět všechny potřebné díly.

Práce operátora probíhá na malém place před koncem dopravníku stroje. Tento dopravník se pohybuje v pravidelných intervalech dle dílu, který je právě vstříkovan. Díl z formy na dopravník přesouvá rameno stroje. Z tohoto pásu jej operátor vezme, provede kontrolu a zabalí dle balicího předpisu. Jakmile má hotové čtyři boxy, převezve je do meziskladu WIP do určené pozice pro díl.



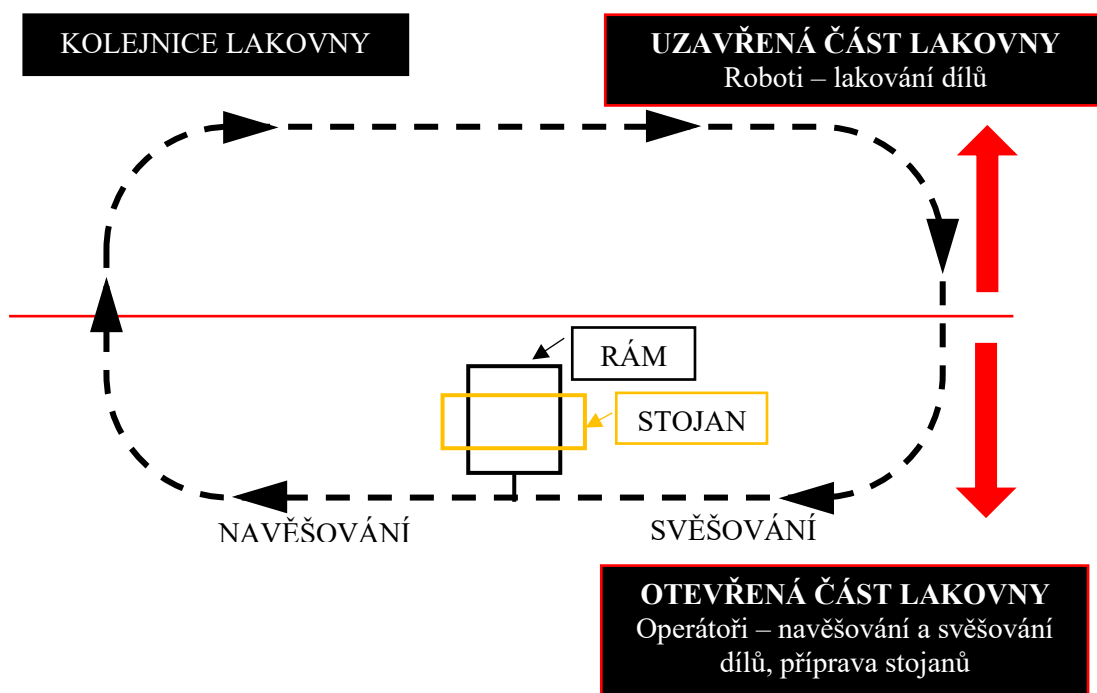
Obr. 19. Layout pracoviště u vstříkovacího stroje (vlastní zpracování)

V závislosti na referenci se standardní postup může měnit, a to v kontrole a balících předpisech. Balení dílů na tomto úseku je přizpůsobeno internímu uzavřenému pohybu boxů. Jde ve většině případů o plastový box různých velikostí, a k němu jsou přiděleny proložky takového materiálu, který je šetrný k materiálu dílu.

Zabaleny díl z tohoto úseku pokračuje do meziskladu WIP, který dle FIFO vede k úseku č.2 pro nalakování. Pro nejefektivnější využití operátora je vytvořeno schéma, kolik strojů a s jakou referencí může najednou obsluhovat, a k tomu jsou tedy přizpůsobeny časy dopravníků i ramena strojů. Pro stanovení kombinace a počtu strojů, které jeden operátor může obsluhovat, se musí brát v úvahu kadence strojů a jejich rozmístění, vykonávané operace, množství přesunů operátora mezi stroji a meziskladem WIP.

9.1.2 Lakování dílů

Lakovna, úsek č.2, pracuje jako oválná vertikální kolejnice, na kterou jsou přichycené obdélníkové rámy. Tyto rámy jsou všechny stejné a mají úchyty, na které se nasazují stojany k lakování určité reference.



Obr. 20. Lakovna (vlastní zpracování)

Tyto stojany jsou již specifické vzhledem k dílu, který se na ně nasadí, tedy mají různé tvary a úchyty. Některé pojmu až 100 malých dílů, těch největších dílů se však na stojan vleze pouze 10. Pro zachování co největší flexibility je skladováno více stojanů od každé

reference, aby se případně nezdrželo lakování při navýšení objednávky či při údržbě stojanů. Stojany, které nejsou používány, jsou uchovány ve vlastním skladu lakovny, kde probíhá jejich kontrola a preventivní údržba. Procesní inženýři tohoto úseku právě zavádí TPM, díky čemuž by se dalo rozpoznat a zaznamenávat stav stojanů. Ty každý okruh vyjedou s dalším nánosem laků a barev a tato vrstva modifikuje klipy stojanů, a může tak ohrozit díly. Tento sklad je v blízkosti kolejnice, kde v určeném úseku probíhá výměna stojanů.

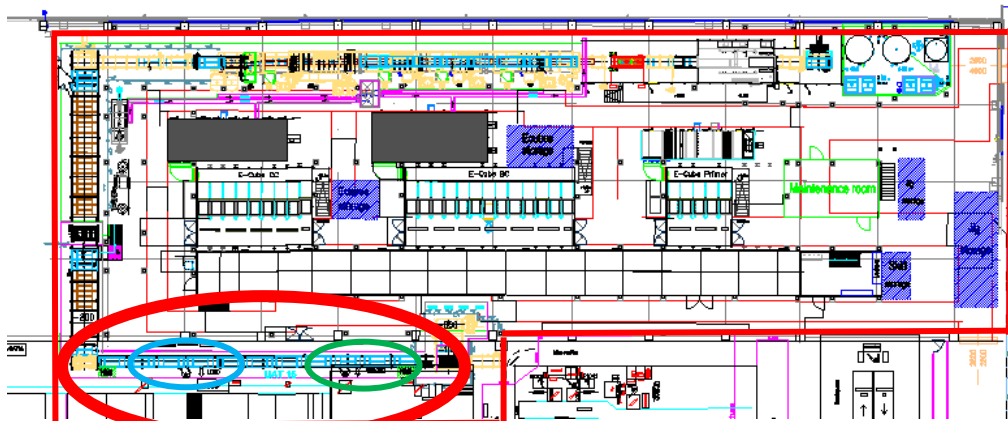
Rámy na kolejnici od sebe mohou mít libovolnou vzdálenost, která je stejně jako rychlost pohybu celé kolejnice daná počtem operátorů navěšování a svěšování dílů na lakovně, a množstvím nasazených stojanů v okruhu, jelikož některé rámy mohou být prázdné.



Obr. 21. Rám lakovny
(vlastní zpracování)

Okruh bývá obvykle seřízen na takovou rychlost, kdy jedno celé kolo trvá přibližně 6 hodin a nese 75 stojanů. Jedná se většinou o rychlost 1,2 km/hod. Na jeden den jsou tedy naplánované 4 okruhy, které jedou všechny tři směny. Dle zaplánovaných dílů k nalakování, tedy dle jejich obtížnosti manipulace a doby kontroly, je znát saturace operátora. Je tak možné předem určit, kolik stojanů jisté reference může plánovač dát za sebe, a které rámy pojedou prázdné, aby operátor stihl všechny své operace a vrátil se na svou počáteční pozici. Kolik stojanů a jaké reference budou na kolejnici umístěny za sebou určí plánovač nejen podle vytížení operátorů, ale také podle lakovacích prvků, které se chystají v míchárně, a které poté na díly aplikuje robot.

Dle denního plánování pro tento úsek má mistr směny lakovny na starost výměnu stojanů pro dané díly, které se budou lakovat. Vzhledem k plánování výroby a expedici hotových dílů bývají okruhy v rámci jednoho dne podobné, aby nedocházelo k neustálé přeměně stojanů.



Obr. 22. Lakovna (interní zdroj)

Na obrázku výše (obr. 22) lze vidět detailní rozmístění celého úseku lakovny. Červeně vyznačená oválná oblast představuje jedinou otevřenou část lakovny, která je přístupná z celé haly pro všechny, a kde operátoři provádí navěšování vstříkovaných dílů na stojany na jedné straně (vyznačeno modře), a sundávání již nalakovaných dílů na druhé (vyznačeno zeleně). Zbytek lakovny je přístupný pouze pro zaměstnance s povolením, jelikož se zde míchají barvy a platí zde výjimečná pravidla.

Celý proces lakování začíná nejprve zasazením stojanů do rámců mistrem směny, případně přípravařem barev z míchárny. Přípravař barev je pozice, která kromě míchání barev a přípravy ochranných vrstev laků, ve speciální laboratoři, má podpořit i pozici mistra směny, což je třeba především právě při výměně stojanů.

Dalším krokem procesu na lakovně je navěšování dílů. Operátor navěšování dle denního plánu a označení okruhu i pozice rámu zjistí, zda je připravený stojan pro referenci, která se má navěsit k lakování. Tyto díly si připraví z meziskladu WIP, který spojuje úsek vstříku s lakovnou. Pomocí vozíku pro lepší ergonomii (obr. 23) si doveze určitý počet beden s díly, a na zmíněném prostoru začne díly dle standardního postupu navěšovat.



Obr. 23. Ergonomická pomůcka – sjednocená výška skluzky a vozíku (vlastní zpracování)

Každá reference má jiný stojan a klipy, proto i postup navěšování je odlišný pro každou z nich. Kolejnice je neustále v pohybu a operátor se tak při navěšování pohybuje společně se stojanem. Prázdné boxy vrací zpět do meziskladu, odkud si je berou zpět operátoři vstříku pro nově vstříkované díly.

Tyto navěšené díly se postupně dostávají do lakovacích místností, kde ramena robotů aplikují nastavené vrstvy dle seřízeného pohybu a tloušťky, v závislosti na referenci. Každá reference má jiné vrstvy, barvy, a především postup robota.

Po procesu samotného lakování díly vyjíždí k operátoru svěšování. Ten má opět stanovenou oblast, na které svěšuje díly současně s pohybem kolejnice, avšak tento operátor provádí i vizuální kontrolu každého svěšeného dílu. Zkontrolovaný díl balí dle balících instrukcí převážně do vozíku s kapsami, tzv. kapsáře, který je ze šetrné textilie, a převáží do meziskladu FIFO spojujícího úsek lakovny a montáže.



Obr. 24. Textilní kapsář (vlastní zpracování)

Díly, které nebudou smontovány na tomto oddělení mají svůj vlastní mezisklad, odkud je interní logistika rozváží k následujícím procesům jinam.

9.1.3 Montáž dílů

Konečným procesem na sledovaném oddělení E je úsek č. 3, montáž dílů. Setkávají se zde vstřikované a nalakované díly spolu s dalšími komponenty, a po provedení montáže vzniká finální produkt připravený pro zákazníka. Smontovaný díl může zákazník okamžitě zabudovat do automobilu nebo pokračuje v procesu výroby dílu ve svém podniku.

Na tomto celém úseku montáže je celkem 15 montážních pracovišť, kde každé jedno pracoviště provádí montáž všech referencí dílu, a některé jsou schopné zpracovávat i více druhů dílů. Závisí to na velikosti výrobních dávek, kdy není možné kombinovat pracoviště s dílem typu A s jakýmkoliv jiným dílem, protože toto pracoviště je již dost vytížené. Montáž více druhů dílů na jednom pracovišti je možné nastavit pouze u takových dílů, u kterých jsou dávky nižší, a pomůcky pro montáž jsou stejné nebo alespoň podobné. Dále je možné zpracovávat více druhů na jednom pracovišti tehdy, pokud proces montáže časově dovoluje montáž i jiného dílu, a kdy BOL, kapacitně vyhovuje těmto dílům. Tedy na jednom pracovišti může být zavedena montáž více dílů, nicméně naopak každý díl lze montovat pouze na jednom určitém pracovišti, kde je pro něj vytvořený standard, a nikde jinde.

Montážní pracoviště tohoto úseku jsou různých velikostí a layoutů, a to vzhledem k operacím vykonávaných při montáži dílů. Liší se v množství zpracovávaných referencí, velikosti poka-yoke zařízení, přítomnosti montážních, sledovacích či svařovacích strojů, velikosti BOL a v dalších parametrech.

Klíčovou roli při montáži tvoří hodinová kadence pracoviště, tedy kolik kusů jsme schopni smontovat za jednu hodinu, a to pro sjednocení procesu s interní logistikou. Při tvorbě layoutu montážního pracoviště je často problematické najít dostatečné volné místo, kdy nejjednodušší je upravit právě BOL. Ta musí být nastavena při standardních situacích na kapacitu dle zmíněné hodinové kadence pracoviště, aby nedocházelo k odstávkám z důvodu nedostatečného počtu boxů k finálnímu balení a podobným komplikacím.

Mistr směny montáže má za povinnost rozdělit potřebná montážní pracoviště mezi operátory. Na tomto úseku pracuje zhruba 5 operátorů na 15 montážních stanic. Rozdělení operátorů k určitým pracovištím určuje mezisklad FIFO mezi lakovnou a montáží, kde mistr přesně vidí, jaké díly a v jakých dávkách budou odebrány, a tak může určit, kde jaký operátor bude pracovat. Na tomto úseku jsou dané pouze týdenní výrobní příkazy, což umožňuje

jistou flexibilitu jak, kdy a v jakém množství díly smontovat a poslat je konečně k zákazníkovi.

Proces montáže je pro každý druh dílu jiný. Operátoři montáže si sami převáží kapsář s nalakovanými kusy z meziskladu FIFO na určité pracoviště. Jak již bylo zmíněno výše, každý díl a jeho reference má pouze jedno pracoviště, na kterém se montáž provádí. Všechna montážní pracoviště jsou viditelně označena na straně koridoru, kterým si operátoři vozí kapsáře s díly k montáži, a kterým projíždí i logistický vláček.

Operátor po odebrání dílu z kapsáře může na díl ukládat klipy nebo jiné komponenty, šroubuje další součástky, a tuto montáž operátor provádí ručně nebo ovládá stroj, který montáž provádí. Dále se při montáži provádí různé testy poka – yoke a někde i testy kamerou, vždy však proces montáže končí finální vizuální a případně funkční kontrolou dílu a konečně jej operátor balí do zákaznického balení.

Pokud při procesu montáže operátor vyčerpá všechny nalakované díly z kapsáře, avšak nedokončí rozpracované finální balení smontovaných dílů k zákazníkovi, vzniká inkompletní balení, které operátor ukládá do speciální konstrukce. Následující montáž na tomto pracovišti musí začít nejprve dokončením právě této inkomplety. Nemožnost pochybení zajišťuje software propojený s tiskem etiket, kdy není možné vytisknout etiketu finálního balení pro referenci, která nemá provedené storno pro etiketu inkomplety zaznamenanou v softwaru, a která je fyzicky umístěna na inkompletním balení.



Obr. 25. Konstrukce na inkomplety
(vlastní zpracování)

9.2 Tok dílů a mezisklady na oddělení

Mezi jednotlivými úseky na oddělení není třeba, pro většinu referencí, zavádět přepravu dílů pomocí interní logistiky. Jednotlivé mezisklady na oddělení jsou v blízké vzdálenosti od pracovišť, která jsou vytvořena k jednoduché manipulaci tak, aby tok dílů mohli zajišťovat samotní operátoři. Interní logistika se tedy využívá pro přesun dílů, které neprocházejí všemi třemi úseky na oddělení E, pro nadrozměrná balení, pro dovoz externích dílů a komponent a pro odvoz balení hotové výroby.

9.2.1 Tok dílů mezi úsekem vstříku a úsekem lakovny

Mezi prvním a druhým úsekem tvoří mezisklad, interně nazývaný WIP, dlouhé spádové skluzky, což jsou dlouhé kolejnice spojující operátora u vstřikovacím stroje na úseku č.1 a operátora obsluhujícího stojany lakovny na úseku č.2. Pro nelakované díly je vytvořený oddělený WIP, který spojuje úsek č.1 přímo s interní logistikou. Skluzky mají spád dle toho, zda se v řadě posílají kompletní boxy se vstřikovanými díly k dalšímu procesu, či se vrací prázdné boxy zpět. (Obr. 26)



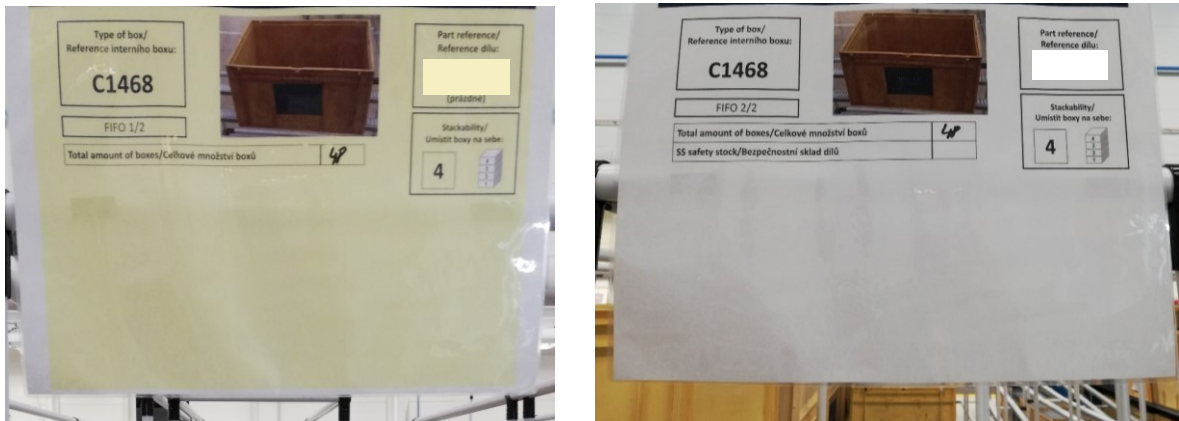
Obr. 26. Mezisklad WIP (vlastní zpracování)

WIP mezi těmito úseky pro díly k nalakování tvoří přes 30 řad s kapacitou tisíce kusů dílů.



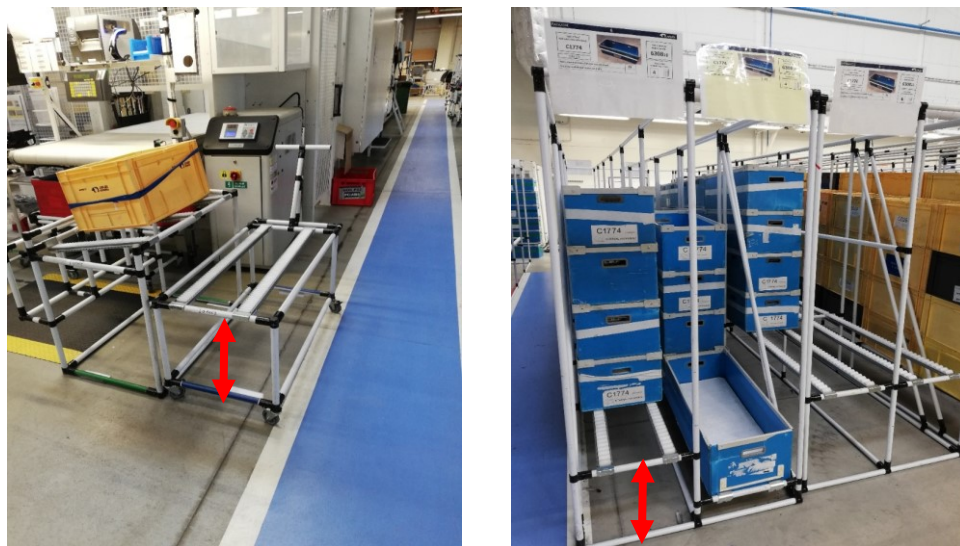
Obr. 27. Mezisklad WIP (vlastní zpracování)

Každá reference, a to tedy pro kompletní či prázdné boxy, má svou řadu, a tento daný layout je viditelně označený štítkem nad každou skluzkou. Označení skluzky udává na první pohled informace o tom, zda je řada určena pro prázdné či plné balení – což lze samozřejmě poznat i ze spádu kolejnice – a to specifickým zbarvením štítku. (obr. 28) Tento standard zbarvení je zavedený pro celý závod v ČR pro snadnou komunikaci mezi výrobou a logistikou, kdy žlutá představuje prázdné boxy a jiná barva je pro plné. Dále štítek nese obrázek boxu pro balení dané reference, údaj o počtu boxů skládaných na sebe, a konečné číslo kapacity této skluzky. Tyto údaje o ukládání boxů na sebe jsou nezbytné k udržení chodu výroby, aby se předešlo například zastavení vstřiku z důvodu naplnění délkové kapacity WIPU, zatímco vertikální prostor by byl nevyužit.



Obr. 29. Značení řad v meziskladu WIP (vlastní zpracování)

S tímto však přichází výzva pro ergonomii práce, jelikož manipulace s některými boxy je velmi náročná pro jejich velikost a váhu při naplnění. Každá řada se skluzkou je sestavena akorát na šířku boxu, je obklopená dalšími řadami, proto při doplňování sloupce boxů ve skluzce může být tato manipulace pro operátora nebezpečná a zároveň nevhodná pro uložené díly. To z důvodu přítomnosti rizika poškození těchto kusů při táhnutí boxu do správné pozice, aby se doplnil sloupec. Z toho důvodu jsou těmto spádovým skluzkám výškově přizpůsobeny vozíky, na kterých se kompletní boxy převáží od vstřikovacího stroje k dané řadě, a které jsou umístěny u každého stroje pro podporu při balení vstřikovaných dílů. (obr. 29)



Obr. 28. Ergonomická pomůcka – sjednocená výška skluzky a vozíku (vlastní zpracování)

Operátor tak má během balení u stroje dostatečný prostor pro ukládání více kompletních boxů na sebe na zmíněný vozík, který poté stačí převést ke skluzce a pouze zatlačit boxy z vozíku do kolejnice.

9.2.2 Tok dílů mezi úsekem lakovny a úsekem montáže

Mezisklad mezi úseky lakovny a montáže musí být přizpůsoben balení čerstvě nalakovaných dílů, kdy některá vrstva laku či barvy nemusí být řádně zaschlá, a především kdy je díl již náchylnější na poškrábání. Není zde tedy možné použít obyčejné boxy a proložky, jako to stačilo u čerstvě vstříkovaných dílů, ale využívá se například již zmíněných kapsářů. To jsou velké konstrukce vozíků, na kterých je přidělán kapsář ze speciální textilie, která každý díl odděluje a je k němu šetrná.

Tyto kapsáře mají různou velikost v závislosti na velikosti dílů, které jim přísluší. Nesou na sobě informaci, pro jaké reference jsou standardním balením, popřípadě alternativou, nikdy se však v jednom kapsáři nesmí objevit dva různé druhy dílů najednou.



Obr. 30. Mezisklad FIFO (vlastní zpracování)

Mezisklad tedy netvoří žádné skluzky, ale pouze vyznačená oblast pro FIFO na zemi, kam se dováží vozíky z jedné strany z lakovny, a odváží se k montáži na straně druhé. Jsou zde vytvořeny očíslované pásy a operátoři postupně zaplňují příslušné řady. Celý mezisklad musí být dostatečně veliký pro manipulaci s vozíky, a to s prázdnými, plnými i případně nekompletními.

9.2.3 Interní logistika

Po celém závodu, každém oddělení i jednotlivém úseku jezdí vláček, tzv. milk run. Milk run jezdí pravidelně každých 30 minut a má své zastávky po celé hale. Těchto vláčeků je v závodu několik, každý obsluhuje své úseky a má na svém vagonu přesný layout pro dané reference.

Pokud je dle hodinové kadence montáže definováno, že pro daný díl má na vagonu například kapacitu 4 boxy, nesmí tuto kapacitu přesáhnout, ať už se jedná o prázdné či plné boxy k referenci. Znamená to tedy, že pokud na pracovišti není dostatek místa k vyložení prázdných boxů z milk runu, nevolní se na tomto vagonu místo pro plné kompletní boxy k odvozu z pracoviště.



Obr. 31. Milk run závodu v ČR (vlastní zpracování)

9.3 Dokumentační panel a standardy oddělení

Celý výrobní proces provází dokumentační panely s informacemi o standardních pracovních postupech, postupech kontroly kvality, s předpisy pro standardní i alternativní balení a s dalšími klíčovými údaji o procesu pro pověřené osoby. Tento dokumentační panel se vykytuje u každého pracoviště všech úseků a vždy nese dokumenty zrovna pro právě probíhající referenci.



Obr. 32. Dokumentační panel (vlastní zpracování)

Na úseku vstřiku je dokumentační panel u každého vstřikovacího stroje, kdy pod panelem jsou připraveny složky s dokumenty pro všechny reference, které vybraný stroj vstřikuje. Mistr směny musí na začátku procesu vstřiku daných dílů zviditelnit vybrané dokumenty na dokumentačním panelu.

Lakovna má taktéž své složky s dokumenty pro každou referenci a stejně tak i úsek montáže.

V dokumentačních panelech mají všechny tři úseky zveřejněné stejné dokumenty, a to zmíněný standardní pracovní postup s layoutem pracoviště, kontrola 5S, balící předpisy a postup kontroly kvality. Další prostor je zaplněný údaji dle specifik úseku převážně pro

mistry směny. Vstřík doplňuje informace o nastavení vstřikovacích strojů, lakovna o nasazení stojanů na rámy a úsek montáže o detailech montovaných komponent.

9.3.1 Standardní pracovní postup

Nejdůležitějším a nejkompexnějším dokumentem na každém pracovišti je *standardní pracovní postup*, což je dokument o A3 formátu a činí ho to tak největším z dokumentů. Obsahuje pět základních informací o procesu tak, aby i díky vizualizaci operátorovi na první pohled pomohl s úkolem na pracovišti.

Tento dokument zobrazuje:

- *pracovní postup*,
- jednotkové i frekvenční *časy* operací spolu se saturací operátora,
- *layout* pracoviště,
- *balení* dílu a
- *postup kontroly*.

Všechny údaje, které dokument nese, jsou pro pracoviště klíčové a dovedou operátora ke splnění jeho úkolu. Jelikož se jedná o zavedený standard, je nutné se tímto dokumentem řídit a jeho pokyny dodržovat. Formát tohoto dokumentu je pro všechny úseky na oddělení stejný a tvoří se pouze v českém jazyce, proto je důležitá vizualizace dokumentu i celého pracoviště, jelikož téměř polovina pracovníků na oddělení E nemluví česky. Obrázek níže (Obr. 33) zobrazuje dokument *standardní pracovní postup* přesně tak, jak se využívá v podniku, a kromě pokynů o výrobě vysvětluje užívané symboliky a přidává další specifické požadavky.

| STANDARDNÍ PRACOVNÍ POSTUP | | | | | | | | | | REFERENČNÍ TRASA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|----------|--|-----------------|--|------------------|--|------------------|--|---|-----------------|---|----------|---|-----------------|---|------------------|---|------------------|---|-----------------|---|----------|---|-----------------|---|------------------|---|------------------|---|-----------|---|----------|---|-----------------|---|------------------|---|------------------|---|------------|---|----------|---|-----------------|---|------------------|---|------------------|
| Zaměření | | | | | Výroba | | | | | Frekvence | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | OBLAST | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SYMBOLY</td> <td colspan="2">Město kú</td> <td colspan="2">Město k zabratu</td> <td colspan="2">Město k odložení</td> <td colspan="2">Město k odložení</td> </tr> <tr> <td>◊</td><td>PRŮBĚH KONTROLA</td> <td>⊙</td><td>Město kú</td> <td>✕</td><td>Město k zabratu</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> </tr> <tr> <td>●</td><td>MĚSTA V PROCESU</td> <td>⊙</td><td>Město kú</td> <td>✕</td><td>Město k zabratu</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> </tr> <tr> <td>⬆</td><td>STARTOVNÍ</td> <td>⊙</td><td>Město kú</td> <td>✕</td><td>Město k zabratu</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> </tr> <tr> <td>⚠</td><td>OPROUDNĚNÍ</td> <td>⊙</td><td>Město kú</td> <td>✕</td><td>Město k zabratu</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> <td>⊙</td><td>Město k odložení</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | SYMBOLY | | Město kú | | Město k zabratu | | Město k odložení | | Město k odložení | | ◊ | PRŮBĚH KONTROLA | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | ● | MĚSTA V PROCESU | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | ⬆ | STARTOVNÍ | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | ⚠ | OPROUDNĚNÍ | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení |
| SYMBOLY | | Město kú | | Město k zabratu | | Město k odložení | | Město k odložení | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ◊ | PRŮBĚH KONTROLA | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ● | MĚSTA V PROCESU | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⬆ | STARTOVNÍ | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⚠ | OPROUDNĚNÍ | ⊙ | Město kú | ✕ | Město k zabratu | ⊙ | Město k odložení | ⊙ | Město k odložení | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OP. ČÍ. | VÝROBNÍ ČINNOST | | | | ČASOVÉ POLOŽENÍ | | VALNVA | | KLÍČOVÉ BODY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | POČASÍ | ADRESA | ČÍSLO | Symbole | | Popise | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CELKOVÝ ČAS PRÁCE | | | | Sek/kus | | Sek/kus (nepřítaná hodnota) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SATUR | ZMĚNA POPISU | ČL | VYHOŘOVIL | SCHVALIL | | Čas procesu (sek/kus) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Čas cyklu stroje (sek/kus) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Saturace operátora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Layout procesu

3

BALÍČÍ INSTRUKCE

4

Kontrola kvality

5

Obr. 33. Standardní pracovní postup – šablona (interní zdroj)

Tento dokument se interně nazývá i SWC, tedy „standard work chart“, a jak bylo řečeno nese pět hlavních pokynů.

Číslo 1 na obrázku představuje oblast, kde je krok za krokem stručně popsána činnost, kterou operátor musí vykonat, a příležitostně ji doplňují fotky či jiné vizuální prvky. Tento popis postupu nemá sloužit jako náhrada dokumentu s přesnou pracovní instrukcí, která detailně popisuje a zobrazuje každý krok výrobní činnosti. Má být pouze stručným popisem, který operátora navede, jaký krok má uskutečnit. Akce jsou rozděleny na jednotkové a frekvenční pohyby, kdy nejprve jsou vždy uvedeny činnosti zahrnující pouze jeden díl, jako uchopení či kontrola dílu, a následující pohyby, které se provádí pro více dílů najednou a musí se poté frekvenčně přepočítat na jeden díl. Tyto frekvenční činnosti zahrnují například přípravu boxu k balení nebo tisk etiket pro zabalené kusy. Je důležité, aby operátor dodržoval pořadí výrobních činností přesně dle standardu.

S těmito činnostmi souvisí i vyznačená oblast číslo 2, což jsou časy jednotlivých pohybů vždy přepočítané na jeden díl. Jejich součet dá celkový čas práce, který je následně třeba porovnat s časem přítomných strojů, pokud nějaké jsou, abychom zjistili saturaci operátora. Ta je třeba znát pro případné upravení pracovního postupu tak, aby se neplýtvalo časem při

čekání na výkon stroje nebo pro rozdělení úkolů při přítomnosti více operátorů na jednom pracovišti.

Layout pracoviště poukazuje na konstrukce, přípravky a další prvky, které se nachází na pracovišti, a které operátor potřebuje pro výkon činnosti. Na nákresu je zaznačen i směr pohybu, jakým operátor pracuje, startovací bod a bod kontroly.

Číslo 4 je obrázek balení s počtem kusů, který má operátorovi připomenout, jaký typ boxu použít. Neslouží však jako kompletní náhrada balících instrukcí.

Konečným bodem na SWC je kontrola kvality, která popisuje hlavní předmět kontroly dílu.

10 ANALÝZA MONTÁŽNÍHO PRACOVIŠTĚ OP001

Na celém úseku montáže je až třikrát více montážních pracovišť, než je operátorů. Je to z důvodu procesního toku a počtu dílů referencí, proč bývají v jeden okamžik v provozu pouze některá z pracovišť. Ze všech 15 montážních stanic je pouze na jednom z nich standardní pracovní postup pro dva operátory, a to z důvodu velikosti tohoto pracoviště, počtu referencí a množství vykonávaných operací. Pro přehled v této diplomové práci je tomuto pracovišti přidělen fiktivní název OP001.



Obr. 34. Pracoviště OP001 (vlastní zpracování)

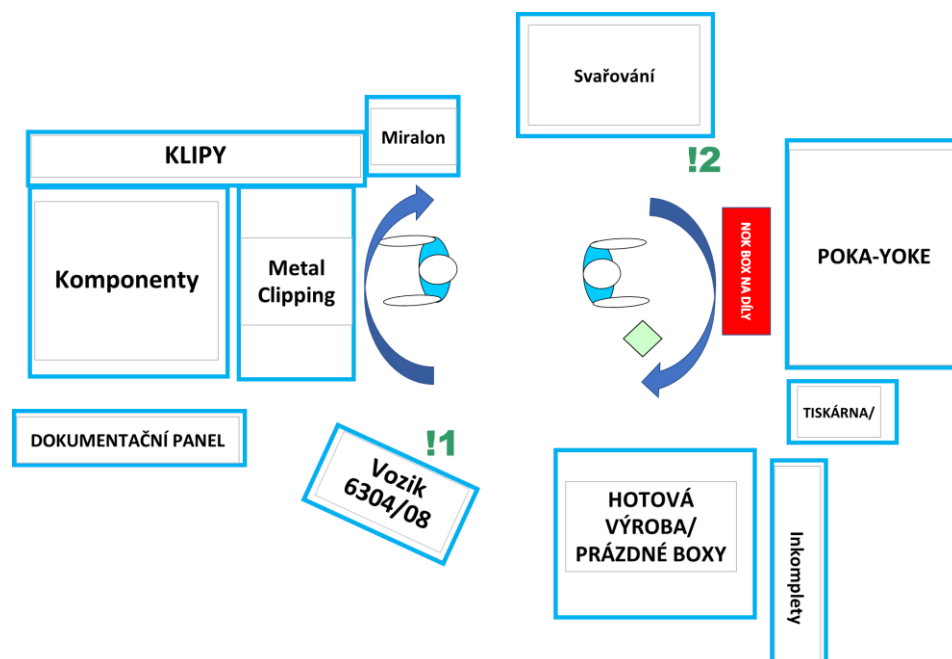
10.1 Montážní pracoviště OP001

Prostorově druhé největší montážní pracoviště úseku slouží k práci s podlouhlým dílem pro interiér automobilu.

Tento díl se vstřikuje i lakuje na sledovaném oddělení E a existuje pro něj několik referencí. Ty se liší, zda je díl pro pravou či levou stranu a následně v barvě. Pro tuto práci je vytvořen fiktivní název dílu 100. Rozlišení pravé a levé strany určují písmena A a B, barvu poté vysvětluje poslední dvojčíslí. Toto pracoviště pracuje tedy s dílem 100, který má 6 referencí:

- 100A10,
- 100A20,
- 100A30,
- 100B10,
- 100B20 a

- 100B30.



Obr. 35. Layout pracoviště OP001 (vlastní zpracování)

Pracoviště OP001 je jako jediné přizpůsobeno práci dvou operátorů při jednom výrobním procesu. Může za to velké množství operací a jejich časová náročnost.

Na obrázku výše (obr. 35) je zobrazen standardní layout pracoviště, které na úseku zabírá plochu 35 m². První startovací bod je vyznačen vykřičníkem u vozíku s díly z lakovny. Vozík obsahuje vždy pouze jednu referenci, tedy pouze jednu stranu ve specifické barvě.

Dále se na pracovišti nachází dvě velké konstrukce pro externí plastové komponenty, které dováží interní logistika, a tak tyto konstrukce musí být snadno přístupné pro operátora montáže i pro obsluhu vláčku. Každá z těchto konstrukcí je pro dva různé komponenty. Těmi jsou kratší a delší plastové díly stejné pro všechny barevné variace, ale jedna konstrukce je s díly pro pravou stranu a druhá pro levou.



Obr. 37. Konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování)

Tyto konstrukce si operátoři sami vyměňují v závislosti na tom, jaká strana dílů se nachází v meziskladu FIFO na lakovně, a která půjde na montáž. Na layoutu je vyznačena pouze jedna konstrukce, která se nachází v daný moment na pracovišti, druhá je umístěna ve volném prostoru vedle pracoviště tak, aby ji logistický vláček mohl i tak doplnit.

Konstrukce je specifická ve spádu kolejnic vrchního patra pro jednodušší manipulaci s plnými boxy. Toto patro nese krátké komponenty po levé straně, dlouhé komponenty po pravé straně, a mezi těmito boxy je prázdný box na kartonové proložky, kam je operátoři vkládají během vybalování komponent. Spodní kolejnicí operátoři posílají prázdné boxy od komponent a klipů, které logistika může odvést.



Obr. 36. Konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování)

Stůl pro klipování pod konstrukcí slouží k montáži dílu s dalšími plastovými komponenty a s potřebnými klipy. Na tomto stole je lůžko, do kterého se díl vkládá, a opět se musí měnit v závislosti na montáži pravé či levé strany. Toto lůžko je lehké a jeho výměna zabere jen pár vteřin.

Boxy s klipy se nacházejí v malé konstrukci vedle klipovacího stolku, kam je taktéž dováží interní logistika. Pro rychlejší manipulaci si operátoři klipy vysypou přímo na montážní stolek, a tak k nim mají rychlý přístup.

Položka na layoutu s názvem „miralon“ představuje plastový kontejner, kam se ukládá miralon z balení externích komponent. Jakmile operátor využije komponenty, rozdělí miralon a separátory od boxů.

Stroj pro svařování, kde je zároveň i startovací bod pro druhého operátora, se taktéž musí měnit dle vlastností probíhající reference. Každý stroj má zabudované své lůžko, avšak snazší je vypojit celý stroj a zapojit nový, než vyměňovat a dávat do provozu pouze lůžko ve stroji dle levé či pravé strany.



Obr. 38. Svařovací stroj (vlastní zpracování)

V tomto momentě končí prostor prvního operátora a začíná oblast druhého, který svařený díl kontroluje v zařízení poka-yoke. To má za úkol zkontrolovat přítomnost všech klipů a tvar dílu, a pomocí světelného značení zobrazit výsledek kontroly.



Obr. 39. Zařízení Poka-yoke (vlastní zpracování)

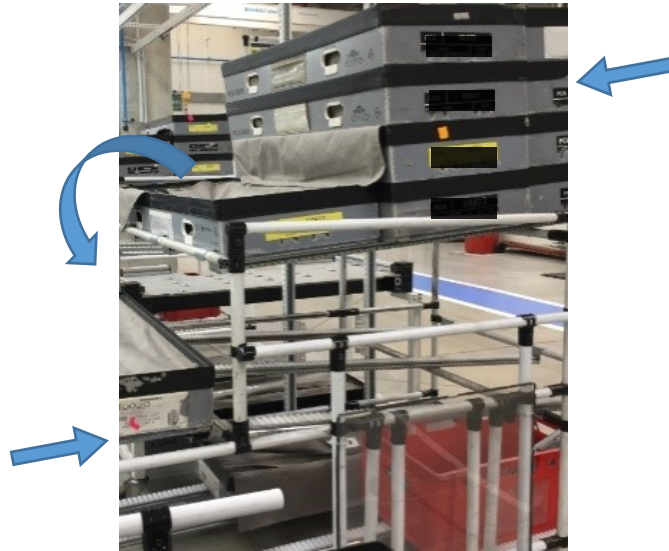
Musí se zde zvažovat reference 100A a 100B, tedy levá a pravá strana, kdy taktéž každá má svoje zařízení, a tak se to právě potřebné poka-yoke musí pokaždé přetočit a zapojit. Zařízení je na kolečkách pro snazší manipulaci.



Obr. 40. Zařízení Poka-yoke (vlastní zpracování)

Pokud jsou parametry a vlastnosti dílu v pořádku, díl operátor zkontroluje, zabalí do standardního balení, a to se umístí na skluzku pro hotovou výrobu.

Tato skluzka, tedy BOL, spojuje operátora s interní logistikou. Řidič vláčku do konstrukce přidává na sobě 4 prázdné boxy do horního patra a odebírá hotovou výrobu z patra spodního. Operátor montážního pracoviště musí postupně odebírat prázdné boxy, kdy ten nejvýše položený je ve výšce až 170 cm.



Obr. 41. BOL pracoviště OP001
(vlastní zpracování)

Součástí pracoviště musí být i dokumentační panel, na kterém se střídají dokumenty v závislosti na právě zpracovávaném dílu. Pro různé barvy jsou dokumenty stejné, ale liší se pro pravou a levou stranu dílu.

10.2 Analýza standardního pracovního postupu na OP001

SWC pro montážní pracoviště OP001 je vyvěšeno na dokumentačním panelu tohoto pracoviště, kdy se rozlišuje pro referenci 100A a 100B, tedy pravou a levou stranu, a to z toho důvodu, že každá strana potřebuje i specifické externí komponenty.

| STANDARTNÍ PRACOVNÍ POSTUP | | | | | ČÁST ČÍTRASA OBLAST | |
|--|---|----------------|-----------|----------|---|--|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p>Operace</p> <p>SYMBOLY: </p> <p>POŽADAVKY: </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>LAY-OUT 2 operátor</p> </div> </div> | | | | | | |
| OP. ČÍ. | VÝROBNÍ ČINNOST | ČASOVÉ POLOŽKY | | | KLÍČOVÉ BODY | |
| | | RUČNĚ | AUTO | CHÁZÍ | | |
| OPERATOR 1 | | | | | | |
| 10 | Vezměte natakovany díl 6308 a položte na přípravný stůl | 3 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 20 | Naklápějte 15 x M3563 | 20 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 30 | Vezměte díl a položte na lůžko BOP | | | 3 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 40 | Dejte BOP na díl, podle postupu na obrázku | 16 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 50 | Vezměte díl a dejte do lůžka lisu | | | 4.0 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR10 | Odstraňte etiketu z prázdného boxu | 0.4 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR20 | Prázdný box zasuněte na místo pro prázdné bory a z vozíku si podejte plný box | | | 0.4 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR30 | Nalozte plné krabice z FIFO na vozík a dovezte za předklipovací stanoviště | | | 0.9 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR40 | Vydějte z kartonových krabic proložky / miralony | 1.4 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR50 | Otevřete plnou kartonovou krabici | 0.10(4) | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR60 | Vyměňte prázdný kartonový obal + separátory + miralony | 1.2 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR70 | Otevřete novou kartonovou krabici BOP | 0.5 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR80 | Zaznamenejte sledovatelnost na štítku BOP | 0.5 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| OPERATOR 2 | | | | | | |
| 10 | Vezměte díl z předchozího cyklu stroje | 2.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 20 | Spusťte svařovací stroj s již umístěným dílem | 1.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 30 | Položte díl na lůžko před Poka Yoke | | | 2.0 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 40 | Naklápějte 1 x M3563 | 3.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 50 | Zkontrolujte vizuálně svařované body | 4.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 60 | Štítek sledovatelnosti dejte na zadní stranu dílu | 3.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 70 | Vezměte díl a dejte do lůžka poka yoke | 5.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 80 | Vezměte díl, otočte ho o 180° (inspekce polohy vozů) a zkontrolujte díl | 5.0 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| 90 | Zaberte díl | | | 3.0 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR10 | Vystiskněte štítek po naplnění krabice. Dávejte dvě krabice na sebe. Po naplnění dvou krabic na sobě dovezte ke skluzu a krabice svezte po skluzu | | | 1.3 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR20 | Uklidte prázdné krabice | | | 1.1(1.1) | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR30 | Zaznamenejte zmešky + hodinovou kontrolu | | | 1.2 | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR40 | Očistěte poka yoke i s lůžkem vzduchovou pistolí | 0.05 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| FR50 | Čištění lůžka a senzorů svařovacího stroje vzduchovou pistolí | 0.1 | | | Dle "Standardních pracovních instrukcí" | |
| Doba cyklu stroje | | | | 26 | | |
| Doba chlazení stroje | | | | 8 | | |
| Doba operáčního cyklu stroje | | | | 34 | | |
| CELKOVÝ ČAS | | 50 | | | A328M00102040 | |
| CELKOVÝ ČAS | | 51 | | | A328M0010 | |
| CELKOVÝ ČAS | | 33 | | | A328M00102046 | |
| CELKOVÝ ČAS | | 33 | | | A328M0008 | |
| DATUM | ZMĚNA POPISU | EL. | VYHODOVĚL | SCHVÁLIL | | |

Obr. 42. SWC pro 2 operátory na OP001 (interní zdroj)

Na obrázku výše (obr. 42) lze vidět dokument ještě starého formátu standardu, který byl ve firmě zavedený, bez obrázku balícího předpisu a s nerozepsanými klíčovými body. Jedná se o standardní pracovní postup pro dva operátory na pracovišti, kdy zelená barva značí operátora 1 a modrá operátora 2. Každý z operátorů má operace rozdělené na jednotlivé kroky po díl a poté na frekvenční kroky, které se rozpočítávají mezi počet dílů, ke kterým se daná operace vztahuje.

| OP. ČÍ. | VÝROBNÍ ČINNOST | ČASOVÉ POLOŽKY | | |
|---------|--|----------------|------|-------|
| | | RUČNÍ | AUTO | CHŮZE |
| | OPERATOR 1 | | | |
| 10 | Vezměte nalakovaný díl a položte na přípravný stůl | 3 | | |
| 20 | Naklipujte 15 x klipy XXX | 20 | | |
| 30 | Vezměte díl a položte na lůžko | | | 3 |
| 40 | Dejte BOP na díl, podle postupu na obrázku | 16 | | |
| 50 | Vezměte díl a dejte do lůžka lisu | | | 4,0 |
| FR10 | Odstraňte etiketu z prázdného boxu | 0,4 | | |
| FR20 | Prázdný box zasuňte na místo pro prázdné boxy a z vozíku si podejte plný box | | | 0,4 |
| FR30 | Naložte plné krabice z FIFO na vozík a dovezte za předklipovací stanoviště | | | 0,9 |
| FR40 | Vyndejte z kartonových krabic proložky / miralony | 1,4 | | |
| FR50 | Otevřete plnou kartonovou krabici | 0,1(0,4) | | |
| FR60 | Vyměňte prázdný kartonový obal + separátory + miralony | 1,2 | | |
| FR70 | Otevřete novou kartonovou krabici BOP | 0,5 | | |
| FR80 | Zaznamenejte sledovatelnost na štítku BOP | 0,5 | | |

Obr. 44. Pracovní postup 1. operátora (vlastní zpracování)

Proces montáže dílu začíná v momentě, kdy první operátor (operátor po levé straně layoutu) odebere nalakovaný díl z vozíku a vloží na klipovací stůl. Lůžko na tomto stole pouze drží a zapře díl, a operátor zde ručně klipuje 15 plastových klipů podél celého obvodu dílu. Tyto klipy má již přichystané v korytu podél celého dílu hned po ruce.



Obr. 43. Klipovací stůl (vlastní zpracování)

Díl poté položí do druhého lůžka a klipuje tři kovové klipy pomocí speciálního magnetického nářadí, které pomáhá klip uchopit a manipulovat s ním. I tyto klipy má operátor přichystané na stole. Nakonec první operátor připíná dva plastové komponenty, které jsou uloženy nad klipovacím stolcem v konstrukci.

Takto připravený díl vkládá první operátor do lůžka svařovacího stroje, pokud je tedy stroj otevřený, a vrací se zpět na své místo a proces opakuje. Tyto úlohy spolu s frekvenčními operacemi mu zaberou přes 50 sekund.

| OPERATOR 2 | | | | |
|------------|---|------|--|----------|
| 10 | VeźmĚte dĚl z pĚdchozĚho cyklu stroje | 2,0 | | |
| 20 | SpustĚte svařovací stroj s jĚž umístĚnĚm dalšĚm dĚlem | 1,0 | | |
| 30 | PoloŹte dĚl na lůŹko pĚd Poka Yoke | | | 2,0 |
| 40 | NaklipujĚte 1 x klip XXX | 3,0 | | |
| 50 | ZkontrolujĚte vizuálně svařované body | 4,0 | | |
| 60 | ŠtĚtek sledovatelnosti dejĚte na zadnĚ stranu dĚlu | 3,0 | | |
| 70 | VeźmĚte dĚl a dejĚte do lůŹka poka yoke | 5,0 | | |
| 80 | VeźmĚte dĚl, otoĉte ho o 180° (inspekce polohy vozu) a zkontrolujĚte dĚl | 5,0 | | |
| 90 | Zabalte dĚl | | | 3,0 |
| FR10 | VytisknĚte štĚtek po naplnĚnĚi krabice. DávejĚte dvĚ krabice na sebe. Po naplnĚnĚi dvou krabic na sobĚ dovezte ke skluzu a krabice svezte po skluzu | | | 1,3 |
| FR20 | UklidĚte prázdnĚ krabice | | | 1,1(1,1) |
| FR30 | ZaznamenejĚte zmetky + hodinovou kontrolu | | | 1,2 |
| FR40 | OĉistĚte poka yoke i s lůŹkem vzduchovou pistolĚ | 0,05 | | |
| FR50 | ĀistĚnĚ lůŹka a senzorů svářecĚho stroje vzduchovou pistolĚ | 0,1 | | |

Obr. 45. Pracovní postup 2. operátora (vlastní zpracování)

Práce druhého operátora začíná v momentĚ, kdy je svařovací stroj otevřený a dokonĉil tak svařování pĚdchozĚho dĚlu. Tento svařený dĚl drŹĚ robot stroje nad prázdnĚm lůŹkem, do kterĚho první operátor můŹe vloŹit novĚ dĚl. Druhý operátor vytáhne dĚl z pĚdchozĚho cyklu a zapne stroj k novĚmu svařování dĚlu v lůŹku.



Obr. 46. Manipulace ve svařovacím stroji
(vlastní zdroj)

Po zapnutí stroje pracuje se svařeným dílem z minulého cyklu, kdy ho nejprve kontroluje z pohledové strany a poté ho vkládá do poka-yoke. Zde proběhne kontrola přítomnosti a správné pozice klipů, avšak během tohoto procesu je třeba díl v zařízení přidržet.

Operátor poté díl vkládá do lůžka před poka-yoke, aby naklipoval 1 plastový klip, který musí být doplněný až po procesu kontroly v zařízení.

Nakonec operátor provádí kontrolu sváření i pohledové strany dílu.

Takto hotový díl označí zeleným štítkem na zadní stranu a zabalí do boxu dle balících instrukcí. Prázdný box k balení si vždy přichystá z horního patra na pomocný stolek u skluzky, a jakmile má takto sbalené tři boxy na sobě, pošle je ze stolku do spádové skluzky, odkud je operátor milk runu může odebrat.

Práce druhého operátora trvá 33 sekund včetně frekvencí. Frekvenční operace tvoří přesun nalakovaných dílů z meziskladu FIFO k pracovišti, příprava boxů s komponenty, příprava klipů do koryta, tisk etikety na finální box a další i čistící kroky nezbytné na pracovišti.

10.2.1 Snímkování a měření pracovního postupu

Měření pracovního postupu a snímkování procesu proběhlo za pomoci stopky a fotoaparátu, kdy byly jednotlivé časy přiřazovány k operacím ve standardu a porovnány se skutečným postupem. Celková doba cyklu vychází z měření 20 zpracovávaných kusů, při ranní i odpolední směně, a to během dvou týdnů při vystřídání čtyř zaškolených operátorů na pracovišti.

V souhrnu vyjdou tyto časy na kompletní proces 1 dílu:

Tab. 2. Doba cyklu pro 2 operátory
(vlastní zpracování)

| Předmět sledování času | s/díl |
|------------------------------|-------|
| Operátor 1 | 55 s |
| Operátor 2 | 33 s |
| Doba operačního cyklu stroje | 34 s |
| Celková doba cyklu | 57 s |

Doba cyklu jednoho dílu na tomto pracovišti je tedy 57 s. Tento čas udává hodinovou kadenci 63ks/hod, tedy kolik dílů jsme schopni vyrobit za 1 hodinu. Současně lze z tabulky výše vyčíst, že operátoři jsou naprosto časově nevyvážení, a druhý operátor tak stráví 22 sekund čekáním.

Tab. 3. Výkon pracoviště se 2 operátory
(vlastní zpracování)

| Provoz pracoviště 57 s/kus | kvantita |
|-------------------------------|-------------|
| Hodinová kadence | 63 ks/hod |
| Počet kusů ve finálním balení | 7 ks/ box |
| Počet hotových boxů | 9 boxů/hod |
| Hodiny práce pro 1000 ks/ den | 16 hod /den |

Pokud zákazník požaduje 900 ks/den, na pracovišti se s bezpečnostní zásobou a se zmetky počítá s potřebnými 1000 ks/den, které jsme při hodinové kadenci schopni vyrobit za 16 hodin práce denně. Tento čas lze plně využít, jelikož operátoři se na přestávkách mohou střídat, a pracoviště tak může být neustále v provozu.

11 VYHODNOCENÍ ANALÝZY PRACOVISTĚ OP001

Z pozorování pracovního postupu na pracovišti a z výsledné tabulky (tab.) je jasné, že saturace operátorů je naprosto nevyvážená. Druhý operátor musí čekat 22 sekund, než jeho spolupracovník dokončí svůj proces, aby mohl pokračovat. Během této doby druhý operátor pouze stojí a dochází tak k plýtvání času, nedostatečnému využití schopností operátorů a vysokým nákladům pro podnik. Zatímco je operátor 1 na 100 % saturovaný, čas operátora 2 je využitý pouze na 60 %.

Při průměrné superhrubé mzdě 33 317 Kč za těchto 22 sekund čekání firma za jednoho operátora za měsíc zaplatí 12 725 Kč v případě, že uvažujeme 20 pracovních dní, směnu trvající 8 hodin a 500ks za směnu.

Tab. 4. Mzdové náklady (vlastní zpracování)

| Předmět sledování | Kč |
|----------------------------------|-----------|
| Superhrubá měsíční mzda/operátor | 33 317 Kč |
| Mzda za čekání 22 sekund/kus | 1,27 Kč |
| Mzda za čekání pro 500 ks/směna | 636,26 Kč |
| Mzda za čekání na měsíc/operátor | 12 725 Kč |

Na tomto montážním pracovišti si pro nevyváženou saturaci operátoři sami zavedli nepsané pravidlo pro jobrotation. Tedy se zde po určitém času na pozici operátora 1 střídají operátoři z celého úseku montáže nebo alespoň ti dva, co jsou právě na pracovišti, mezi sebou. Nicméně i když se operátoři střídají, a je to tak pro ně ve výkonu práce více spravedlivé, vždy se na tomto pracovišti ztrácí čas i peníze.

Kromě nevyvážené saturace operátorů, která je pro výkon na pracovišti klíčová, je možné vidět komplikace i v neustálém přehozu konstrukcí s komponenty a zařízení poka-yoke. To vždy dle reference, která na montáži bude právě probíhat.

Také co se týče velikosti BOL, kde je dle hodinové kadence potřeba místo pro 9 finálních, a tedy i prázdných boxů na hodinu, je možné upravit tuto skluzku na tento potřebný počet. Skluzka je momentálně zbytečně dlouhá a bere tak místo na úseku montáže, které je možno využít pro nově přicházející projekty. V rámci racionalizace pracoviště se tedy musí zvážit i zjednodušení těchto prvků.

Sledované montážní pracoviště OP001 je velmi vytížené nejen v rámci počtu operací, ale i vysokými objednávkami od zákazníka. Tyto objednávky se mohou měnit každý týden, a

díky dvěma operátorům na pracovišti a vysokému množství zaškolených operátorů na úseku, je možné na tyto změny v objednávkách rychle reagovat.

12 PROJEKT RACIONALIZACE MONTÁŽNÍHO PRACOVIŠTĚ

OP001

Vybrané montážní pracoviště je velmi komplexní záležitost, jelikož při zvažování možností, jak toto pracoviště upravit pro efektivnější využití prostředků a zvýšení flexibility, se objevují další možné kroky k jeho racionalizaci. Z důvodu počtu změn v rámci redesignu pracoviště a jeho procesu se vytvořil celý projekt pro racionalizaci tohoto pracoviště, kde primárním cílem je efektivnější využití dostupných prostředků, tedy saturování operátorů na pracovišti nad 90 % dostupného času.

12.1 Návrh kroků k racionalizaci montážního pracoviště OP001

Po provedení analýzy současného stavu sledovaného pracoviště, a jejím vyhodnocení, je klíčové se nejprve zaměřit na operátory na této stanici.

- Pracovní postup je možné upravit tak, aby všechny jeho operace zvládl i jen jeden operátor, ovšem musí se zvážit zvýšení času cyklu jednoho dílu a tím i změna hodinové kadence. Pokud se sníží hodinová kadence, nastává otázka, zda bude proces montáže schopný splnit požadované množství hotových dílů.
- Pro snížení času pracovního postupu a při přítomnosti pouze jednoho operátora na pracovišti je možné upravit layout. Tedy přemístit konstrukce blíže k sobě a přizpůsobit je novému procesu, a tak eliminovat zbytečné volné či nevyužité prostory pro rychlejší pohyb operátora na pracovišti.
- Úprava skluzky BOL by kromě přidání času pomohla také snížit ergonomické zatížení operátora. Ten při přemístění prázdného boxu z horního patra skluzky musí pracovat s pažemi vzhůru ve výši až 170 cm, kde je box uložený nejvýše. Z této výšky musí box přemístit na přípravný stůl k balení.
- Samotný proces montáže má také prvky, které pomohou proces urychlit i zjednodušit, a to za pomoci úpravy přístupu k jednotlivým externím komponentům.

Tyto návrhy tvoří primární postup k racionalizaci pracoviště OP001, nicméně projekt zůstává otevřen přibývajícím krokům, které se během či po implementaci návrhů mohou naskytnout pro efektivnější chod na pracovišti. Redesign procesu na pracovišti bude mít vliv i na další oddělení, především na interní logistiku. Při zavádění změn bude na počátku

projektu neznámá hodinová kadence a musí se tak zavést komunikace mezi montážním pracovištěm a milk runem. Částí projektu je tedy i zavedení kanban karet pro BOL.

V souhrnu byly navrženy tedy tyto konkrétní kroky k racionalizaci montážního pracoviště OP001 za pomoci redesignu procesu:

- přechod na 1 operátora na pracovišti a vytvoření nového pracovního postupu,
- úprava layoutu pracoviště,
- změna balícího předpisu externích komponent a
- úprava spádové skluzky BOL.

Na zadání samotného projektu odkazuje příloha PII.

12.1.1 Přejchod na jednoho operátora na pracovišti OP001

Primární a nejracionalnější změnou na sledovaném montážním pracovišti je změna počtu operátorů, kteří zde vykonávají proces montáže dílu. Po analýze současného stavu tohoto pracoviště byla zjištěna rozdílná saturace těchto dvou operátorů, kdy jeden z nich při každém dílu stráví 22 sekund čekáním. Jedná se tak o plýtvání času, kapacity úseku a schopností operátora.

Z tohoto důvodu je vyvážení vytížení operátorů na pracovišti hlavním úkolem, a je možné uvažovat dvě možnosti tohoto kroku ke zlepšení:

- První možností je ponechat dva operátory, ale nastavit pracovní postup tak, aby každý operátor byl časově i výkonem stejně saturovaný. Tímto krokem by se celková doba montáže jednoho dílu zkrátila, jelikož by se eliminovala doba čekání druhého operátora ve prospěch přidávání hodnoty dílu.
- Druhá možnost úpravy je zavést na pracovišti pracovní postup pouze pro jednoho operátora. Vykonával by všechny operace sám, čímž se doba montáže jednoho dílu prodlouží, avšak je možné využít v této době druhého operátora na jiném pracovišti.

Rozhodnutí o zavedení jedné z těchto možností je stanoveno dle denní dávky, která se musí vyrobit. Jelikož se jedná o 1000 kusů dílů za den, které se při dvou operátorech vyrábí 12 hodin, začne se vytvářet pracovní postup pro jednoho operátora.

| op. č. | VÝROBNÍ ČINNOST | ČASOVÉ POLOŽKY | | |
|--------|--|----------------|------|-------|
| | | RUČNÍ | AUTO | CHŮZE |
| 10 | Vezměte nalakovaný díl a položte na přípravný stůl | 3 | | |
| 20 | Naklipujte 15 x klip XXX | 19 | | |
| 30 | Vezměte díl a položte na lůžko BOP | | | 2 |
| 40 | Dejte BOP na díl, podle postupu na obrázku | 16,0 | | |
| 50 | Vezměte díl a dejte do lůžka lisu | | | 3 |
| 60 | Vezměte díl z předchozího cyklu stroje | 2,0 | | |
| 70 | Spustte svařovací stroj s již umístěným dalším dílem | 0,5 | | |
| 80 | Položte díl na lůžko před Poka Yoke | | | 2,0 |
| 90 | Naklipujte 1 x klip xXX | 2,0 | | |
| 100 | Zkontrolujte vizuálně svařované body | 3,0 | | |
| 110 | Štítek sledovatelnosti dejte na zadní stranu dílu | 2,0 | | |
| 120 | Vezměte předchozí díl z poka yoke, otočte ho o 180° (inspekce polohy vozu) a zkontrolujte díl | 4,0 | | |
| 130 | Zabalte díl | | | 2 |
| 140 | Vezměte díl z lůžka a vložte do poka yoke | 2,0 | | |
| | | | | |
| FR10 | Odstraňte etiketu z prázdného boxu | 0,4 | | |
| FR20 | Naložte plný vozík z FIFO a dovezte za předklipovací stanoviště | | | 0,4 |
| FR30 | Otevřete plnou kartonovou krabici s klipy | 0,5 | | |
| FR40 | Vyměňte prázdný kartonový obal + separátory + miralony | 3,1 | | |
| FR50 | Otevřete novou kartonovou krabici BOP | 0,5 | | |
| FR60 | Zaznamenejte sledovatelnost na štítku BOP | 0,7 | | |
| FR70 | Čištění lůžka a senzorů svařovacího stroje vzduchovou pistolí | 0,1 | | |
| FR80 | Vytiskněte štítek po naplnění krabice. Jakmile je krabice kompletní, sešlápněte páku na wipu pro výměnu kompletní krabice za prázdnou. | 2,5 | | |
| FR90 | Zaznamenejte zmetky + hodinovou kontrolu | | | 1,1 |
| FR100 | Očistěte poka yoke i s lůžkem vzduchovou pistolí | 0,2 | | |
| FR110 | Prázdný box BOP zasuňte na místo pro prázdné boxy a z vozíku si podejte plný box | 1,3 | | |

Obr. 47. Pracovní postup pro 1 operátora (vlastní zpracování)

Standardní pracovní postup pro jednoho operátora se liší od bodu, kdy operátor vkládá již naklipovaný díl s komponenty do svařovacího zařízení. V tomto momentě, odebere svařený díl z předchozího cyklu a stroj zapne s novým dílem uvnitř. Během procesu svařování pokračuje v pracovním postupu, kdy díl podrobí kontrole poka-yoke, přidělá poslední klip,

provede vizuální kontrolu a díl zabalí. A opět se vrací k prvnímu kroku procesu, kdy odebírá nalakovaný díl ze stojanu a začíná montáž.

Největší výzvou v tomto návrhu k racionalizaci pracoviště je bezpochyby domluva s operátory. V minulosti, tedy několik měsíců zpět v roce 2019, toto pracoviště pracovalo dokonce se třemi operátory. Při mém nástupu do podniku už existoval proces pro dva operátory, a my je nyní chtěli přesvědčit o faktu, že je to stále hodně a chceme, aby tam pracoval pouze jeden.

Tento operátor bude velmi vytížený, bude mít velkou plochu k obsluze, hodně operací a také se bude při procesu na jeden díl otáčet o celých 360°. Zároveň však, oproti předešlému postupu se dvěma operátory, kdy operátor 1 celou dobu zatěžoval ruce a zápěstí během klipování, bude nyní prostor pro zastavení. Operátor, který bude vykonávat všechny operace, si bude moci „odpočinout“ při stání u kontroly poka-yoke, kdy pouze přidrží díl během jeho kontroly. Také během vizuální kontroly nijak nezatěžuje ruce, jelikož pouze otáčí díl, který váží pár set gramů, a není zde třeba nikam chodit, tedy operátor pouze stojí na ergonomické podložce.

Ve výsledku je zatížení operátora šetrnější než při původním procesu, kdy tyto výhody měl pouze operátor 2. Nyní bude mít jeden operátor pestré operace, během kterých může střídát zatížení rukou, očí i pozornosti. První návrhy nového procesu přináší tato orientační data:

Tab. 5. Předpokládaná doba cyklu pro 1 operátora (vlastní zpracování)

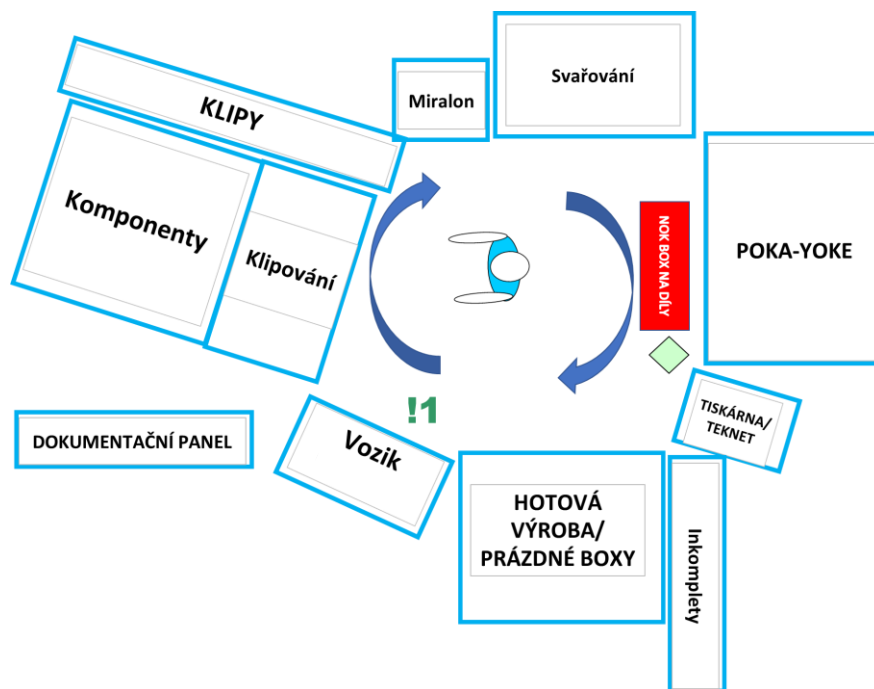
| Předmět sledování času | s/díl |
|------------------------------|-------|
| Operátor 1 | 78 s |
| Doba operačního cyklu stroje | 34 s |
| Celková doba cyklu | 78 s |

Tabulka výše (tab. 5) zobrazuje první orientační přehled časů, které vychází prozatím pouze ze standardních časů v pracovním postupu. Pro tento přechod na jednoho operátora se musí upravit pracoviště, které je nyní dost prostorné pro dva operátory, ale zbytečně velké, pokud uvnitř bude pouze jeden. Zároveň se upraví jednotlivé části procesu tak, aby byly pro operátora jednodušší a rychlejší na manipulaci. Těmito dalšími kroky se celková doba cyklu sníží a zvýší se tak hodinová kadence.

12.1.2 Úprava layoutu pracoviště OP001

Pracoviště má od sebe jednotlivá zařízení a prvky vzdálené úměrně k přizpůsobení práce dvou operátorů. Na zemi se nachází dvě ergonomické podložky, pro každého operátora jedna.

Při přechodu na jednoho operátora se pokusíme celý prostor zmenšit, zařízení dát těsně k sobě tak, aby operátor ušetřil během pracovního postupu kroky a nadbytečný pohyb.



Obr. 48. Nový layout OP001 (vlastní zpracování)

Koridor je možné umístit na pozici, kde je během procesu umístěný vozík s lakovanými díly, jelikož během procesu operátor pracoviště standardně neopouští. Jakmile proces dokončí, prázdný vozík odváží zpět na mezisklad FIFO. V jakýchkoliv jiných případech se dá vozík s lakovanými díly snadno převést a je možné vyjít.

Dalším možným ušetřením prostoru je natočení konstrukce pro komponenty, díky kterému se opět zkrátí vzdálenost mezi vozíkem s nalakovanými díly a svařovacím zařízením.

Důležitým bodem v rámci úpravy layoutu je jeho vizualizace. Je třeba řádně označit pozice všech zařízení, jelikož se s každým z nich manipuluje při změně strany zpracovávaného dílu. Budou použita podlahová značení, jako podlahové protiskluzové pásy a rohy.

12.1.3 Změna balícího předpisu externích komponent

Při snímkování pracovního postupu bylo zjištěno zdržení při manipulaci s boxy s externími komponenty. Ty jsou umístěny v konstrukcích, kdy krátké díly jsou na levé straně konstrukce, dlouhé díly vpravo, uprostřed se nachází box na proložky z balení komponent, a vedle konstrukce je koš na miralony z tohoto balení.

Zjednodušený balící předpis znázorňuje obrázek níže (obr. 49) Tento balící předpis není standardním v podniku, ale je používán s dodavateli dílů.

Originální balení

Obr.1



Postup:

- 1) Na dno krabice umístí proložku.
- 2) Na proložku polož miralon.
- 3) Vlož 6 dílů pohledovou stranou směrem k miralonu viz. obrázek 1a
- 4) Vlož 6 dílů do mezer, opět pohledovou částí dolů k miralonu viz. obrázek 1b
- 5) Každé patro, tedy 12 dílů, přikryj proložkou.
- 6) Opakuj krok 2-5, celkem vytvoř 8 pater (96 dílů)
- 7) Krabici zalep a označ etiketou.

Obr. 49. Balící předpisy krátkých komponent (vlastní zpracování)

Celkem balení těchto krátkých komponent obsahuje 96 dílů, 9 proložek a 8 miralonů, kdy díly jsou poskládány na přeskáčku tak, aby se nikdy nedotýkaly.

Materiál těchto plastových komponent dovoluje zvážit vytvoření nového balícího předpisu, který před zavedením bude muset být otestován, a to jak pro riziko poničení dílů, tak i pro rozdílnou manipulaci s tímto balením.

Box bude ponechán stejný, ale navrhne se takový předpis, který eliminuje počet proložek v balení, protože ty pro svůj rozměr zabírají nejvíce času při manipulaci.

Zároveň se otestuje nová kapacita pro počet dílů, protože čím více dílů bude v boxu, tím bude nižší frekvenční čas na výměnu za nové balení komponent.

Nový balící předpis testuje uložení dvanácti dílů vedle sebe, kdy se však musí střídat uložení pohledové strany a strany s klipy, aby o sebe případně třely méně viditelné hrany. Takto naskládané díly by odděloval pouze jeden miralon od dalšího patra (obr. 50)

Obr.1

**Postup:**

- 1) Do krabice vložit proložku a miralon.
- 2) Umístěte střídavě 12 dílů do jednoho patra, střídáte pohledovou stranu a stranu s klípy směrem vzhůru, díly nad sebou zaoblenou částí jednou dolů, jednou nahoru
- 4) Přikryjte díly miralonem.
- 5) Opakuj 9x krok č. 2-4 (10 pater - 120 dílů)
- 6) Zakončit proložkou
- 7) Krabici zalep a označ etiketou.



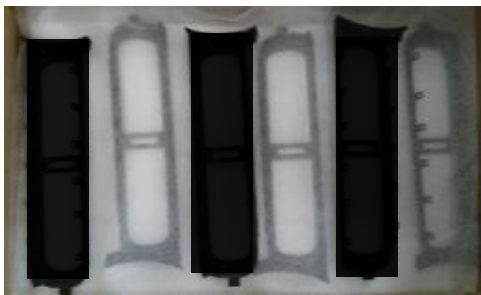
Obr. 50. Nový balící předpis krátkých komponent (vlastní zdroj)

Nově navržené balení obsahuje 120 dílů, 2 kartonové proložky a 10 miralonů. Změna balení přinese jednodušší manipulaci, jelikož se s miralonem lépe pracuje a operátoři ho mohou snáze vyndat z balení. Také firma ušetří náklady, přesně 283Kč na 1000 dílů, které je třeba denně vyrobit (tab. 6)

Tab. 6. Cena balení krátkých komponent (vlastní zpracování)

| Krátké komponenty | Kč |
|------------------------------------|--------------|
| Cena původního balení pro 96 dílů | 68,41 |
| Cena původního balení na 1000 dílů | 712,6 |
| Cena nového balení pro 120 dílů | 51,44 |
| Cena nového balení na 1000 dílů | 428,7 |
| Rozdíl | 283,9 |

Změna balícího předpisu bude otestována i na dlouhých komponentech, kdy návrh nového balení je více rizikovější vzhledem k množství dílů v patře, nicméně stále by díly neměly být nijak poničené.



Obr. 51. Původní balení dlouhých komponent (vlastní zpracování)

Původní balení je podobné jako u krátkých komponent, opět se díly na přeskáčku prokládají miralonem, nedotýkají se a jsou vždy otočeny pohledovou stranou k miralonu. Celkem je v balení 42 dílů, 8 proložek a 7 miralonů (obr. 51)



Obr. 52. Nové balení dlouhých komponent (vlastní zpracování)

Návrh nového balení opět eliminuje přítomnost kartonových proložek a umístí do jednoho boxu více dílů. Díly budou přikládány klipy k sobě, kdy by se neměly vzhledem k bodům dotyku nijak poničit. Nové balení obsahuje 60 dílů, 2 proložky a 6 miralonů (obr. 52)

Tab. 7. Cena balení dlouhých komponent (vlastní zpracování)

| Dlouhé komponenty | Kč |
|------------------------------------|--------------|
| Cena původního balení pro 42 dílů | 64,4 |
| Cena původního balení na 1000 dílů | 1534 |
| Cena nového balení pro 60 dílů | 46,6 |
| Cena nového balení na 1000 dílů | 776 |
| Rozdíl | 757,3 |

Při novém balení dlouhých komponent firma ušetří 757 Kč na 1000 dílů.

12.1.4 Úprava spádové skluzky BOL

Konečným návrhem k racionalizaci montážního pracoviště je úprava skluzky pro finální balení BOL.

Modifikace této skluzky, která nese prázdné i kompletní boxy, má přinést celkové urychlení času operací pracovního postupu, zlepšit ergonomii pro operátora, a také racionálně upravit velikost skluzky dle potřebné kapacity.

K úpravě velikosti skluzky je třeba znát novou hodinou kadenci, abychom mohli stanovit, kolik boxů je třeba do skluzky umístit. Proto její modifikace proběhne v průběhu implementace předešlých návrhů, kdy bude zároveň vytvořen nový standardní pracovní postup.

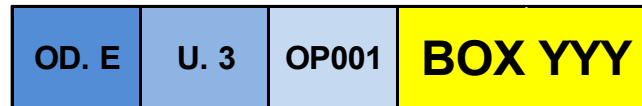
Nicméně kromě změny velikosti má dojít ke klíčové modifikaci, která umožní výměnu kompletního boxu za prázdný pouze pomocí sešlápnutí pedálu. Ten bude zatížený závažím, a operátor už nebude muset stahovat rukama prázdné bedny a posílat plné, pouze sešlápne pedál, který otevře spodní skluzku pro hotový box a zároveň i horní skluzku pro prázdný, který sám sjede na pozici k balení.

12.1.5 Zavedení KANBAN karet mezi pracovištěm a interní logistikou

Během aplikace všech změn, a i několik prvních hodin v každé směně poté, bude velmi rozdílná kadence na tomto upraveném pracovišti. Operátoři se nejprve budou zaškolovat v procesu, dále si musí zvyknout na nový pracovní postup, a tak se může hodinová kadence několikrát za den měnit. A s tím i počet boxů, které bude třeba odvážet a dovážet.

Operátoři vláčku musí vědět, kolik boxů mají vozit, aby mohli na vagonu vytvořit kapacitu pro toto montážní pracoviště. Může dojít k řadě problémům, kdy se nejprve nebude dodržovat hodinová kadence a operátoři pracoviště nebudou mít hotové finální boxy k odvezení, a tedy tak nebudou mít uvolněné místo pro boxy prázdné.

Reakcí na možné komplikace mezi pracovištěm OP001 a logistickým vláčkem je zavedení systému kanban. Jelikož není jasné, kolik přesně se daný půlhodinový cyklus vyrobí beden a kolik prázdných jich tak vláček bude moci vyložit, bude se postupovat dle odebírání kanbanových kartiček.



Obr. 53. Kanban karta v podniku (vlastní zpracování)

Jedna tato kartička představuje 1 finální box, který byl odebrán, a tedy 1 prázdný box, který je třeba v dalším cyklu dovést. Operátor vláčku tedy na pracovišti odebere například tři finální boxy spolu se třemi kartičkami a dojede do skladu, kde vykládá finální boxy. Dle počtu kartiček připraví boxy prázdné. Nemělo by tak dojít k zaplnění kapacity pro finální boxy, ani k úplnému vyprázdnění skluzky pro prázdné boxy.

12.2 Logický rámec projektu

Pro projekt racionalizace montážního pracoviště OP001 byl vytvořen logický rámec (příloha P III), který k jednotlivým návrhům přidává aktivity projektu, výstupy a možnosti ověření jednotlivých aktivit, a následně jejich rizika a předpoklady. Doba trvání celého projektu je odvozena od provádění analýz a snímkování práce, prezentování a následného testování jednotlivých návrhů, procesu implementace a sledování následků, a nakonec sledování nového procesu a zavádění případných úprav.

Za největší rizika projektu je považovaná laxnost a neochota operátorů akceptovat a následovat změny, jelikož při přechodu na pracovišti na jednoho operátora se jedná o radikální krok, který operátorům musí být rozumně prezentován. Pokud neuvěří v přínosy této změny, jejich negativní přístup může ovlivnit vztahy i výkony na celém oddělení. Je tedy třeba, aby všechny strany byly maximálně informované o důvodech vzniku projektu, jeho krocích a přínosech. Komunikace musí fungovat mezi mistry úseku směny, mezi jimi a operátory a procesními inženýry.

Projekt je považován za časově náročný především kvůli přítomnosti prioritních povinností, které členové projektového týmu mají a které udržují plynulý chod podniku. Také pro možné časové vytížení těchto osob, jelikož vždy musí být při zavádění kroků někdo z inženýrů přítomný.

12.3 Riziková analýza

Spolu s logickým rámcem je vytvořena i riziková analýza RIPRAN, jejíž body navedou projektový tým k přístupu implementace jednotlivých kroků návrhů. Mohou se připravit na nejkritičtější situace, věnovat jim zvýšenou pozornost a snažit se maximálně připravit, aby se je dalo vyřešit. Největší rizika jsou ta, která přímo ovlivní chod procesu a mohlo by dojít ke zdržení a narušení celého chodu i mezi úseky.

Příloha P IV nese nepříjemné situace, které by projekt mohly ohrozit, avšak vedení se na ně může připravit, a tak jim nějak předejít.

Nedostatečná komunikace mezi účastníky procesu může být spojena s jejich negativním přístupem na změnu. Pro přesvědčení vedení oddělení i operátorů o výhodách této změny je třeba poukázat na vytvořené kalkulace o časovém zdržení, finančních nákladech a možném zamezení plýtvání. Je třeba operátory upozornit na ergonomická zlepšení, která v rámci tohoto projektu proběhnou, a navrhnout pravidelné střídání na tomto pracovišti. Je třeba operátorům ukázat trpělivost, jelikož část z nich jsou cizinci a při komentářích jejich kroků může hrát roli i jazyková bariéra. Konečná hodinová kadence bude dána až po otestování pracoviště po implementaci změn, tedy na operátory nebude vyvíjen takový nátlak. Pokud účastníci budou mít otevřený přístup, a budou se plně soustředit na pracovní postup, i vzájemná komunikace mezi nimi, kanceláří i logistikou, bude poté plynulejší, a především informace budou věcné.

Pro zamezení problémů s logistikou slouží preventivně jeden ze samotných návrhů, a to zavedení kanban systému, díky kterému bude tok finálních balení korigován.

Problém může nastat při navýšení objednávek, kdy by pracoviště muselo být vytížené 24 hodin denně, s tímto scénářem však dle plánovaných objednávek prozatím nepočítáme.

Tento projekt vznikl v době, kdy země nebyli postihnuté COVID-19. Riziko výrazné změny poptávky tak bylo, v té době, minimální. Automobilový průmysl byl však vlivem opatření výrazně zasažen, a s tímto problémem podnik nepočítal.

13 PROCES IMPLEMENTACE NÁVRHŮ RACIONALIZACE MONTÁŽNÍHO PRACOVISTĚ

Návrhy byly tvořeny několik týdnů tak, abychom je mohli všechny postupně realizovat bez chyb a nečekaných komplikací, měli připravené preventivní kroky a také dostatečné informace pro operátory.

Chod pracoviště se podobně jako zbytek prvků oddělení E diskutoval na každodenním meetingu.

13.1 Standardní pracovní postup a layout

Byl vytvořený nový standardní pracovní postup spolu s novým nákresem layoutu a očekávanými časy. Layout montážního pracoviště byl přizpůsoben novému standardu v momentě, kdy nebyla zaplánovaná výroba. Posun všech konstrukcí včetně elektronických připojení zabral údržbě polovinu jedné směny, a mohlo se tak brzo proškolit operátory na nový postup.

| STANDARTNÍ PRACOVNÍ POSTUP | | | | | ČÁST ČL/TRASA | OBLAST |
|---|--|----------------|------------|---------|-----------------|---|
| <p>Operace</p> <p>SYMBOLY: KRYJÍCÍ KONTOURKA, MĚTA V PRÁZDNĚ, SVAROVÁNÍ, MĚTA A SVAROVÁNÍ, MĚTA S SVAROVÁNÍ, POŽADAVKY PPV, POŽADAVKY NA JAKOST, VÝROBNÍ ÚPRAVA, SVAROVÁNÍ (1), SVAROVÁNÍ (2)</p> <p>CHODO: </p> | | | | | | |
| OP.ČI. | VÝROBNÍ ČINNOST | ČASOVÉ POLOŽKY | | | KLÍČOVÉ BODY | <p>LAY OUT 1 operator</p> <p>BALÍCÍ PŘEDPIS</p> <p>PANEL KVALITY</p> |
| | | RUČNÍ | AUTO | CHŪZE | | |
| 10 | Vezměte nalakovaný díl 6308 a položte na přípravný stůl | 3 | | | | |
| 20 | Naklípnete 15 x M3563 | 19 | | | | |
| 30 | Vezměte díl a položte na lůžko BOP | | | 2 | | |
| 40 | Dejte BOP na díl, podle postupu na obrázku | 16,0 | | | | |
| 50 | Vezměte díl a dejte do lůžka lisu | | | 3 | | |
| 60 | Vezměte díl z předchozího cyklu stroje | 2,0 | | | | |
| 70 | Spusťte svařovací stroj s již umístěným dalším dílem | 0,5 | | | | |
| 80 | Položte díl na lůžko před Poka Yoke | | | 2,0 | | |
| 90 | Naklípnete 1 x M3563 | 2,0 | | | | |
| 100 | Zkontrolujte vizuálně svařované body | 3,0 | | | | |
| 110 | Štítek sledovatelnosti dejte na zadní stranu dílu | 2,0 | | | | |
| 120 | Vezměte předchozí díl z poka yoke, otočte ho o 180° (inspekce polohy vozu) a zkontrolujte díl | 4,0 | | | | |
| 130 | Zabalte díl | | | 2 | | |
| 140 | Vezměte díl z lůžka a vložte do poka yoke | 2,0 | | | | |
| OPAKUJTE OPERACE 10- 140 | | | | | | |
| FR10 | Odstraňte etiketu z prázdného boxu | 0,4 | | | | |
| FR20 | Naložte plný vozík z FIFO a doveďte za předklipovací stanoviště | | | 0,4 | | |
| FR30 | Otevřete pinou kartonovou krabici s klipy | 0,5 | | | | |
| FR40 | Vyměřte prázdný kartonový obal + separátory + miralony | 3,1 | | | | |
| FR50 | Otevřete novou kartonovou krabici BOP | 0,5 | | | | |
| FR80 | Zaznamenejte sledovatelnost na štítku BOP | 0,7 | | | | |
| FR70 | Čištění lůžka a senzorů svářecího stroje vzduchovou pistolí | 0,1 | | | | |
| FR80 | Výskněte štítek po naplnění krabice. Jakmile je krabice kompletní, sešlápněte páku na wipu pro výměnu kompletní krabice za prázdnou. | 2,5 | | | | |
| FR90 | Zaznamenejte zmetky + hodinovou kontrolu | | | 1,1 | | |
| FR100 | Očistěte poka yoke i s lůžkem vzduchovou pistolí | 0,2 | | | | |
| FR110 | Prázdný box BOP zasuňte na místo pro prázdné boxy a z vozíku si podějte plný box | 1,3 | | | | |
| | Doba cyklu stroje | | | 26 | | |
| | Doba číštění stroje | | | 6 | | |
| | Doba operačního cyklu stroje | | | 34 | | |
| CELKOVÝ ČAS | | | | 73 | | |
| DATUM | ZMĚNA POPISU | ČL | VYHOODOVIL | SCHWÄBL | AJ20080010/2040 | |

Obr. 54. SWC pro 1 operátora na OP001 (vlastní zpracování)

13.2 Operátoři a jejich výkon

Pro informování pracovníků o přechodu na jednoho operátora na pracovišti byl sjednaný rychlý meeting, jelikož se bylo třeba vypořádat s velkou kritikou a odporem. Operátoři si stěžovali na velký počet operací a jejich vytížení, a my chtěli, abychom to řešili společně. Byly jim ukázány veškeré výhody této změny a seznámili jsme je se všemi kroky, které s projektem souvisí. Jako každá práce, i zde to bude o zvyku a hodinová kadence se bude postupně zvyšovat. Operátoři byli proškolení a my po chvíli mohli provést snímkování procesu a stanovit novou hodinou kadenci.

Tab. 8. Doba cyklu pro 1 operátora
(vlastní zpracování)

| Předmět sledování času | s/díl |
|------------------------------|-------|
| Operátor 1 | 73 |
| Doba operačního cyklu stroje | 34 |
| Celková doba cyklu | 73 |

Tab. 9. Výkon pracoviště s 1 operátorem
(vlastní zpracování)

| Provoz pracoviště 57 s/kus | kvantita |
|-------------------------------|---------------|
| Hodinová kadence | 49 ks/hod |
| Počet kusů ve finálním balení | 7 ks/ box |
| Počet hotových beden | 7 beden/hod |
| Hodiny práce pro 1000 ks/ den | 20,5 hod /den |

Při naměření času operací jsme došli k hodinové kadenci 49 kusů, kdy je potřeba, aby pracoviště fungovalo téměř 21 hodin denně. Hodinová kadence při dvou operátorech byla 63 kusů, nicméně úroveň plýtvání byla tak vysoká, že tento krok k novému saturování operátorů byl nezbytný. Tři hodiny denně jsou rezervní při poruše nějakého ze zařízení či jakékoliv jiné komplikaci.

13.3 Nová skluzka BOL

Díky nové hodinové kadenci mohla být dokončena skluzka BOL, kdy je třeba kapacita pro sedm prázdných boxů. Tedy na horní skluzce, a vzhledem k vytvořenému pedálu, vznikne kapacita na šest finálních boxů. Ten sedmý je na pozici balení. Obrázek níže (obr. 55) zobrazuje novou skluzku, kdy jsou boxy naskládány po jednom, a to právě kvůli manipulaci s pedálem.



Obr. 55. Nová skluzka BOL (vlastní zpracování)

Operátor pouze sešlápne pedál, a tím zobrazený box sjede spodní skluzkou a přichystá se box prázdný. Při zavádění této skluzky došlo ihned k jedné úpravě navíc, a to vyztužení trubek pod závažím, jelikož tyto tvrdé trubky narážely do těch spodních a brzo by došlo k poškození. Byl použit typ molitanu, kterým se trubky obalily. Tato celá nová skluzka s rozměry 3 metry x 1 metr stála podnik pouze 1900Kč, protože většina materiálu byla použita z předchozí skluzky. Firma si tyto konstrukce staví sama, kdy tuto práci zajišťuje pouze jeden pracovník.

13.4 Nová balení externích komponent

Poněkud delším procesem bylo zavádění nového balení pro externí komponenty, kdy jsme toto balení nějakou dobu testovali a kontrolovali díly po simulované manipulaci s balením. Následně jsme také zkoumali, jak se díly chovají přímo na konstrukci na pracovišti, kdy je box strmě nakloněný, aby byly díly snadno přístupné. Bylo riziko, že miralon bude klouzat a strhne díly ven, což se v žádném z testů nestalo. Nový balící předpis byl zaslán dodavateli

dílů, nicméně na pracovišti se tyto nově zabalené díly objevily až v půli února, jelikož se prozatím brali boxy ze skladu.

13.5 Kanban karty

Zavedení kanban karet bylo užitečné především první týdny po zavedení všech změn na pracovišti, kdy si operátoři zvykali na nový proces a hodinová kadence se často měnila.

14 VYHODNOCENÍ PROJEKTU A NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ

Celý projekt racionalizace montážního pracoviště obnášel několik změn, které ušetřily podniku peníze, čas, i úroveň plýtvání na úseku montáže. Projekt jako takový se dokončil v únoru, nicméně práce procesního inženýra v podniku obnáší neustálá zlepšení, tedy se pracoviště neustále sleduje a zpracováváme připomínky operátorů. Hlavním cílem bylo saturování operátorů na pracovišti nad 90 %, kdy po přechodu na jednoho operátora jsme tohoto cíle dosáhli.

14.1 Finanční vyhodnocení

Všechny kroky návrhu k zefektivnění práce na pracovišti zároveň ušetřily podniku náklady, a to především díky možnosti využít druhého operátora na jiném pracovišti.

Veškeré náklady na změny obsahuje tabulka níže, kdy 600 Kč stála úprava pracoviště, tedy materiál na posun a úpravu kabeláže k zařízením a práce operátora údržby, a poté 1900 Kč bylo investováno do úpravy skluzky na finální boxy. K těmto nákladům je třeba zvažovat i čas, který projektu věnovali členové projektového týmu, tedy především hodiny pro dva procesní inženýry a odborníka kvality.

Tab. 10. Náklady projektu (vlastní zpracování)

| Náklady projektu | Kč |
|------------------------|----------|
| Úprava layoutu | 600 Kč |
| Modifikace skluzky BOL | 1 900 Kč |

Úprava balení externích komponent dokáže měsíčně, počítejme na 20 000 kusů, ušetřit celkem 20 800 Kč. Zároveň při přechodu na jednoho operátora podnik měsíčně ušetří 45 810 Kč.

Tab. 11. Porovnání mzdových nákladů na pracovišti OP001 (vlastní zpracování)

| PŘED PROJEKTEM | | PO PROJEKTU | |
|---|------------|--|------------|
| Prvek pracoviště | Jednotka | Prvek pracoviště | Jednotka |
| Hodinová kadence | 63 ks/hod | Hodinová kadence | 49 ks/hod |
| Počet hodin na pracovišti/den | 16 hod/den | Počet hodin na pracovišti/den | 21 hod/den |
| SHM 2 operátoři pro denní dávku 1 000 ks/16 hod | 6 663 Kč | SHM 1 operátor pro denní dávku 1 000 ks/21 hod | 4 372 Kč |
| Úspora denně | | 2 291 Kč | |
| Úspora měsíčně (20 000 ks) | | 45 810 Kč | |

Při součtu úspory za balení a za operátory dostáváme měsíčně částku 66 610 Kč.

Druhý operátor, který pracoval na pracovišti, nebyl propuštěn, ale jeho pozice je využita pro jiné montážní pracoviště.

V souhrnu firma do úpravy pracoviště investovala necelých 3 000 Kč, a ušetří přes 60 000 Kč měsíčně.

14.2 Následná opatření

Pracoviště je od ledna v provozu, dodržuje se hodinová kadence, kterou někteří operátoři dokážou i navýšit, operátoři se pravidelně pro vytížení střídají a nevznikají žádné komplikace.

14.2.1 Potřeba více prostoru

Postupně však podniku přichází nové projekty a musí se na celém úseku montáže zajistit více prostoru. Vzhledem k tomu, že se na tomto pracovišti musí střídat většina zařízení dle vyráběné strany, potřebuje tato montáž nejvíce prostoru mimo samotné pracoviště z celého úseku. Po provedení snímkování procesu, které se po implementaci změn provádělo častěji, vznikl návrh na úpravu konstrukcí na externí komponenty.



Obr. 56. Původní konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování)

Tyto konstrukce jsou velké, těžké, a operátoři si je dle verze 100A či 100B musí celé převážet. Vzhledem ke kadenci na pracovišti a frekvenci měnění boxů s komponenty bude jedna celá konstrukce odebrána, a pouze se přidá patro do té stávající.

Tedy všechny externí komponenty budou v jedné konstrukci, kdy ta strana dílu, která se vyrábí častěji, bude v horním patře, aby operátorovi byla lépe přístupná při přemístění na strmovou stranu hned k montáži. Boxy pro méně častou referenci budou umístěny ve druhém

patře, které bude přístupné pouze pokud operátor konstrukci obejde. Spodní skluzka zůstává pro prázdné boxy.



Obr. 57. Nová konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování)

Operátor nový box s krátkými komponenty otevírá jednou za téměř tři hodiny, s dlouhými po hodině a půl, proto obcházení konstrukce pro přípravu méně časté reference proces nijak výrazně neovlivní. Pozice na konstrukci jsou rozvrženy tak, že logistika dováží pouze do krajních pozic po jednom boxu každého druhu komponenty, prostřední pozice jsou určeny pro již rozdělaná balení, která nejsou dokončená.



Obr. 58. Nová konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování)

Operátoři primárně odebírají tato již rozdělaná balení, jakmile je dokončí tak odeberou nový box, čímž uvolní pozici pro logistiku, která musí dovést box nový. Tento krok eliminace jedné konstrukce ušetří spoustu místa, a také přinese operátorům jednodušší manipulaci, jelikož nebudou muset konstrukci převážet. Modifikace konstrukce proběhla během jednoho odpoledne a operátoři i logistika úspěšně spolupracují.

14.2.2 Výrazné změny poptávky

Nicméně během února se začaly nečekaně zvyšovat a kolísat dávky na následující týdny. Důvodem je rozšíření pandemie COVID-19, kdy si podniky v automotive začaly dělat zásoby, stejně tak jako i sledovaný podnik. Začalo se zmiňovat možné omezení provozu a firmy chtěli být připravené. Denní dávka se začala pohybovat mezi 1 000 –1 500 kusů za den. Toto nepravidelné množství se samozřejmě odráží na práci operátorů, kdy některé dávky není možné při práci jednoho operátora stihnout. Je třeba, aby pracoviště bylo více flexibilní.

Následkem zvyšující se dávky je třeba montáž vytvořit flexibilní pro práci jednoho i dvou operátorů.

Na začátku projektu byly zvažovány dvě možnosti, jak maximálně saturovat operátory, kdy pro dávku 1 000 kusů bylo rozhodnuto o zavedení jednoho operátora na pracovišti. Druhá možnost byla upravit pracovní postup tak, aby dva operátoři byly vyváženě saturovaní bez plýtvání času. Pro týdenní dávky téměř 1 500 kusů je nezbytné nyní přijmout druhý návrh a nově rozdělit operace mezi dva operátory. Zároveň jim přizpůsobit pracovní plochu, avšak při nižších dávkách až do 1 100 kusů zde bude operátor sám, proto layout musí být nastavený tak, aby vyhovoval oběma případům a nemuselo se s ním manipulovat.

Zavedením dvou standardů, pro jednoho i dva operátory, pracoviště získá maximální pružnost a bude schopné rychle reagovat na změny v týdenních dávkách. Operátoři budou zaškolení na všechny postupy a operace, a pouze se bude informovat plánovač výroby, kterému se oznámí, s jakou hodinovou kadencí se daná výroba bude vyrábět.

Pro rozdělení operací na pracovišti v přítomnosti dvou operátorů je třeba zvážit možnosti druhého pracovníka. Ten má stolek s poka- yoke zařízením, na kterém má i lůžko pro naklápování původně pouze jednoho plastového klipu. Svařovací zařízení mezi operátory pracuje s kovovými klipy, tedy ty musí zajistit první operátor.

Na základě analýzy operací a jejich časů, bude nový standardní pracovní postup upraven v bodě klipování celkem 16 plastových klipů. Nejprve jich 8 bude dávat po horní straně první operátor včetně nasazení externích komponent a kovových klipů, a zbylých osm plastových komponent po dolní straně doklipuje druhý operátor.

| op. čl. | VÝROBNÍ ČINNOST | ČASOVÉ POLOŽKY | |
|-------------------|--|----------------|------|
| | | RUČNÍ | AUTO |
| OPERATOR 1 | | | |
| 10 | Vezměte nalakovaný díl 100 a položte na přípravný stůl | 3 | |
| 20 | Naklipujte žluté klipy - 8 x klip XXX na horní stranu dílu | 10 | |
| 30 | Vezměte díl a položte na pracovní lůžko | 2 | |
| 40 | Naklipujte 3 kovové klipy a nasadte plastové komponenty | 13 | |
| 50 | Vezměte díl a dejte do lůžka lisu | 3 | |
| FR10 | Naložte plné krabice z FIFO na vozík a dovezte za předklipovací stanoviště | 0,9 | |
| FR20 | Otevřete novou kartonovou krabici s komponenty | 0,5 | |
| FR30 | Vyndejte z kartonových krabic proložky / miralony | 1 | |
| FR40 | Vyměňte prázdný kartonový obal + separátory + miralony | 0,4 | |
| FR50 | Čištění lůžka a senzorů svářecího stroje vzduchovou pistolí | 0,1 | |
| FR60 | Odstraňte etiketu z prázdného vozíku | 0,4 | |
| FR70 | Zaznamenejte sledovatelnost štítku BOP | 0,5 | |

| | | | |
|-------------------|--|-----|--|
| OPERATOR 2 | | | |
| 10 | Vezměte díl z předchozího cyklu stroje | 2 | |
| 20 | Spustte svařovací stroj s již umístěným dalším dílem | 0,5 | |
| 30 | Položte díl na lůžko před Poka Yoke | 2 | |
| 40 | Naklipujte žluté klipy - 8 x klip XXX na spodní stranu dílu | 10 | |
| 50 | Zkontrolujte vizuálně svařované body | 4 | |
| 60 | Štítek sledovatelnosti dejte na zadní stranu dílu | 2 | |
| 70 | Vložte díl do lůžka Poka Yoke | 5 | |
| 70 | Vezměte předchozí díl z poka yoke, otočte ho o 180° na pohledovou stranu (inspekce polohy vozů) a zkontrolujte díl | 3 | |
| 70 | Zabalte díl | 2 | |
| FR10 | Vytiskněte štítek po naplnění krabice. Jakmile je krabice kompletní, sešlápněte páku na wipu pro výměnu kompletní krabice za prázdnou. | 2 | |
| FR20 | Zaznamenejte zmetky + hodinovou kontrolu | 1,2 | |
| FR30 | Očistěte poka yoke i s lůžkem vzduchovou pistolí | 0,1 | |
| FR40 | Vyměňte prázdný box za plný | 0,9 | |

Obr. 59. Pracovní postup pro 2 operátory (vlastní zpracování)

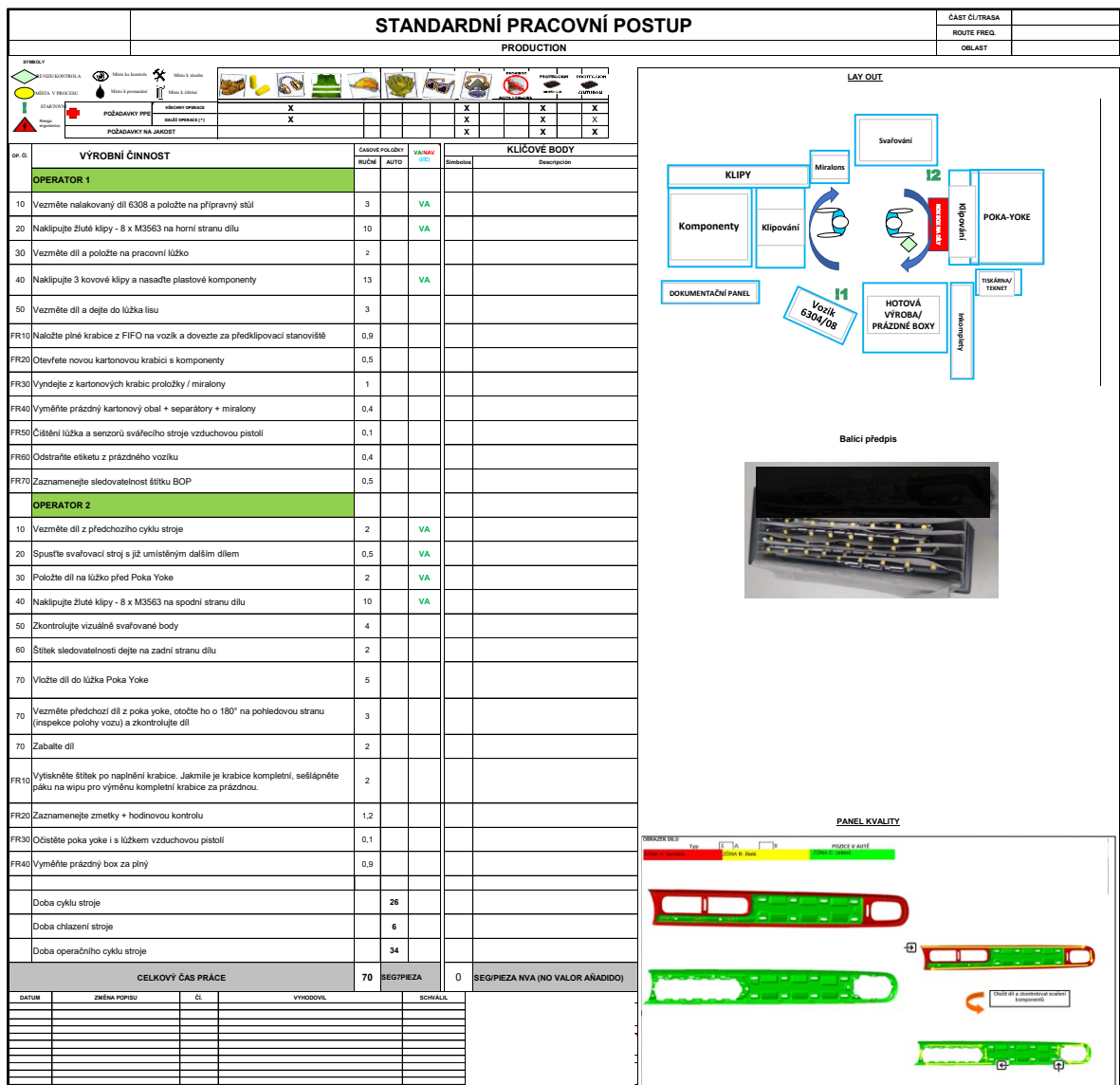
Druhý operátor po vyjmutí dílu ze svařovacího zařízení nasadí nejprve sedm klipů, umístí díl do zařízení poka-yoke pro kontrolu vlastností, následně doklipuje poslední klip, stejně jako v původních postupech, a dokončí další operace.

Tímto rozdělením operací nedojde k žádné modifikaci pracoviště, jelikož druhý operátor již u lůžka má malé koryto na klipy, kdy dříve umístil pouze jeden. Saturace operátorů je tak perfektně vyvážená, jelikož oba operátoři vykonávají své operace 35 sekund. Tímto přesným rozdělením operací, kdy první a druhý operátor na sebe navazují, trvá cyklus jednoho dílu 35 vteřin.

Tab. 12. Doba cyklu a výkon pracoviště pro 2 operátory (vlastní zpracování)

| Předmět sledování | Jednotky |
|--------------------------|------------------|
| Cyklus na 1 díl | 35 s/ks |
| Hodinová kadence | 102 ks/hod |
| Hodiny pro 1500 kusů/den | 14,6 hod/1500 ks |

Standardní pracovní postup pro dva operátory, zobrazený níže na obr. 60, uvádí čas všech operací dohromady 70 vteřin. Ale vzhledem k tomu, že operátoři vykonávají operace současně, konečný čas cyklu je 35 vteřin.



Obr. 60. SWC pro 2 operátory (vlastní zpracování)

Oproti původnímu procesu, kdy na pracovišti byly také dva operátoři, avšak pracoviště bylo větší, nebylo upravené pro co nejrychlejší a nejsnazší manipulaci a proces nebyl mezi operátory vyvážený, se touto úpravou hodinová kadence zvýšila o 39 kusů za hodinu.

Tabulka níže (tab. 13) zobrazuje současný stav pracoviště, tedy přítomnost jednoho či dvou operátorů v závislosti na velikosti dávky. Tabulka také navíc porovnává tyto dva nové případy. Z konečného porovnání nových úprav pracoviště vyšlo dokonce finančně levněji využití dvou operátorů na pracovišti. Musíme však uvažovat, že pokud bychom trvale nasadili na pracoviště dva operátory, musíme jich o to méně v tuto dobu nasadit na ostatní pracoviště. Proto pracoviště zůstává flexibilní, a ponechávají se obě varianty, tedy 1 i 2 operátory.

Tab. 13. Porovnání verzí na OP001 (vlastní zpracování)

| 1 operátor | | 2 operátoři | |
|--|------------|---|------------|
| Prvek pracoviště | Jednotka | Prvek pracoviště | Jednotka |
| Hodinová kadence | 49 ks/hod | Hodinová kadence | 102 ks/hod |
| Počet hodin na pracovišti/den | 21 hod/den | Počet hodin na pracovišti/den | 15 hod/den |
| SHM 1 operátor pro denní dávku 1 000 ks/21 hod | 4 372 Kč | SHM 2 operátoři pro denní dávku 1 500 ks/15 hod | 6 247 Kč |
| Porovnání na 1000 ks | | | |
| SHM 1 operátor dávka 1000 ks/ 21 hod | 4 372 Kč | SHM 2 operátoři dávka 1000 ks/ 9,8 hod | 4 082 |

Od března 2020 jsou zavedeny prozatím všechny změny, hodinová kadence je ustálená pro každý z pracovních postupů, logistika zavází dle kanban systému a operátoři spolupracují a plní své úkoly.

Na pracovišti bylo provedeno konečné snímkování procesu, a v současné době se zde provádí pozorování stejné jako po celém oddělení E.

ZÁVĚR

Na jediném montážním pracovišti, kde pracují dva operátoři, bylo třeba provést snímkování práce pro aktuální informace o této montáži. Po provedení analýzy a snímkování byla nalezena naprosto nevyvážená saturace dvou operátorů, kteří na pracovišti působí, a tak vznikl projekt pro racionalizaci tohoto pracoviště.

Klíčovým krokem k úpravě byl přechod na pouze jednoho operátora. Ten vykonává veškeré operace na pracovišti nyní sám. S tímto přechodem však byla možnost dalších úprav, které zahrnovali zeštíhlení layoutu a konstrukcí, zavedení systému kanban i nový balící předpis pro externí komponenty. Tyto kroky dokázali nejen ušetřit čas pracovnímu postupu operátorů, ale také finanční a prostorové náklady podniku.

Po úspěšném ukončení projektu, který měl za cíl saturovat operátora na pracovišti nad 90 % dostupného času, probíhala kontrola pracoviště, které vykazovalo požadované výkony. Nicméně se změnou velikosti objednávek finálního produktu, vlivem celosvětové pandemie, musela nastat další úprava pracoviště. Při navýšení objednávek byly zavedené nové standardy i pro práci dvou operátorů na pracovišti, kdy však jejich operace byly časově vyvážené a dokázala se oproti původní verzi zvýšit hodinová kadence pracoviště. Pracoviště je nyní flexibilní a dokáže rychle reagovat na změny velikosti objednávek.

Tento úkol analýzy a snímkování montážního pracoviště mi byl zadán především pro seznámení s celým procesem v tomto výrobním závodě. Měl mě uvést do materiálového toku i toku hodnot, postupně jsem pročítala standardní dokumenty a komunikovala s operátory i mistry z oddělení i logistiky. Měl mě připravit i na budoucí spolupráci s podnikem.

Vznik projektu po mnou vykonané analýze mi hned poskytl příležitost k vlastní tvorbě dokumentů, a především ke zkušenosti řídit a zavádět změny. Zde byla největší výzvou komunikace s operátory. Změna v počtu pracovníků na pracovišti byla radikální a já, jako stážista s měsíční zkušeností v oboru je měla přesvědčit, že proces, který z počátku vzniku pracoviště vykonávali tři operátoři, zvládne jeden.

Nicméně s plnou podporou vedení oddělení i jeho procesních inženýrů byli operátoři obeznámeni s projektem a pouze na jedné ze tří směn došlo k počátečním neshodám, následkem nedůvěry mistra úseku montáže. Často jsem s operátory komunikovala, snažila se jim vyjít vstříc v případě věcných připomínek, ukázala jsem jim porozumění a zároveň je seznámila se všemi možnými problémy i benefity těchto změn. Jejich výkon byl brzy na

požadované hodinové kadenci a nyní je proces ustálený se zavedenými standardy pro jednoho i dva operátory.

Byla jsem zasvěcena do procesu, podnikové kultury i náplně práce průmyslového inženýra v tomto podniku, kde i nadále pokračuje má spolupráce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BADIRU, Adedeji Bodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. Second edition. Boca Raton [Florida]: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2014]. ISBN 9781466515048.

DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, vii, 212 s. ISBN 8070434163

DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2016].

HAMMER, Michael a Lisa W. HERSHMAN. *Rychleji, levněji, lépe: devět faktorů účinné transformace podnikových procesů*. Praha: Management Press, 2013. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-253-6.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.

KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

KŘIVÁNEK, Mirko. *Dynamické vedení a řízení projektů: systémovým myšlením k úspěšným projektům*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0408-6

KUBÍČKOVÁ, Lea a Karel RAIS. *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*. Praha: Grada, 2012. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4564-0.

MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. ISBN 8090223591.

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-051-6.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby: učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.

TOMÁNEK, Jaroslav. *Sborník managementu změn a reengineeringu: [sborník článků, přednášek a studií]*. Praha: Computer Press, 2001. Business books (Computer Press). ISBN 80-7226-428-1.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

YOO, Min-Jung a Rémy GLARDON. *Manufacturing operations management*. New Jersey: World Scientific, 2018, 259 s. ISBN 9781786345332

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

Automotive industry decoration plastic part design. [online]. Copyright © 2017, 2020 [cit. 07.05.2020]. Dostupné z: <https://www.seristudio.com/en/index.php>

Efektivní a štíhlá logistika | API Akademie. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. Copyright © 2005 [cit. 05.05.2020]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25765n-efektivni-a-stihla-logistika>

EMILIANI, Bob. Lean Thinking vs. Kaizen Thinking. In *Bob Emiliani* [online]. [cit. 05.05.2020]. Dostupné z: <https://bobemiliani.com/lean-thinking-vs-kaizen-thinking/>

KONOPÍKOVÁ, Nikola. *Projekt a jeho plán* [online]. Plzeň, 2017 [cit. 09.04.2020]. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Svoboda. Dostupné z:

https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/28095/1/BP_Konopikova_Nikola_K14B0159P.pdf

LACKO, Branislav, APLIKACE METODY RIPRAN V SOFTWAREM INŽENÝRSTVÍ [online]. [cit. 09.04. 2020]. Dostupné z:

http://progstory.technicalmuseum.cz/data/programovani_a_tvorba_sw_19752004/2001/097.pdf

LEAN production je cíl, KAIZEN je cesta | HR News. *Zprávy a novinky z HR | HR News* [online]. [cit. 12.03.2020] Dostupné z: <https://www.hrnews.cz/lidske-zdroje/rizeni-id-2698710/lean-production-je-cil-kaizen-je-cesta-id-1514583>

Logický rámec projektu – boží nástroj projektáka i EU projektů| Karel Borovička. *Marketingový, SEO & PPC konzultant s výsledky – Karel Theodor Borovička* [online]. [cit. 02.03.2020]. Dostupné z: <https://www.karelborovicka.cz/2014/03/logicky-ramec-bozi-nastroj-projektaka/>

Milk Run Transportation | Milk Run Operation Services india. *Integrated Logistics And Transport Services Company in India* [online]. Dostupné z: <https://www.watsooexpress.com/milk-run.html>

POKA YOKE – A method to create a Safe Design - PDCA Home (en). [online]. Copyright © 2020 [cit. 07.05.2020]. Dostupné z: <https://pdcahome.com/english/124/poka-yoke-a-method-to-create-a-safe-design/>

PROCESS IMPROVEMENT USING LEAN METHODOLOGIES [online]. Lisboa.

Copyright © [cit. 16.04.2020]. Dostupné z:

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/844820067123446/Artigo%20-%20Lourenco%20Brito%2068098%20.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|--------|---------------------------------|
| BOL | Border of Line |
| FIFO | First In First Out |
| OEE | Overall Equipment Effectiveness |
| PI | Průmyslové inženýrství |
| RIPRAN | Risk Project Analysis |
| SWC | Standard Working Chart |
| WIP | Work in Process |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1. Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2014, s. 63) | 14 |
| Obr. 2. Rozsah a velikost změn (Tománek, 2001, s. 84) | 17 |
| Obr. 3. Metody k akceptaci změn v podniku (Kubičková a Rais, 2012, s. 156) | 18 |
| Obr. 4. Nový přístup redukce nákladů (Dennis, 2015, s. 20) | 20 |
| Obr. 5. Koncept štíhlého podniku (vlastní zpracování) | 24 |
| Obr. 6. Neustálé zlepšování procesů (Košturiak, 2010, s. 48)..... | 27 |
| Obr. 7. Just In Time (Gardon a Yoo, 2018, s. 213) | 28 |
| Obr. 8. Systém tahu (Gardon a Yoo, 2018, s. 215)..... | 29 |
| Obr. 9. Příklad Poka-Yoke (PDCA Home, © 2020)..... | 35 |
| Obr. 10. Milk run (Watsoo Express, © 2018)..... | 36 |
| Obr. 11. Postup čtení logického rámce (KONOPÍKOVÁ, Nikola, 2017, s. 8) | 38 |
| Obr. 12. Příklad vyráběných komponent (Seristudio, Copyright © 2017, 2020)..... | 41 |
| Obr. 13. Organizace závodu v ČR (vlastní zpracování) | 42 |
| Obr. 14. Organizační struktura oddělení E (vlastní zpracování) | 43 |
| Obr. 15. Rozlišení dílů a referencí v podniku (vlastní zpracování) | 45 |
| Obr. 16. Layout oddělení E (interní zdroj) | 46 |
| Obr. 17. Tok materiálu a dílů (vlastní zpracování na základě interního zdroje) | 47 |
| Obr. 18. Prvky vstřikovacího úseku (vlastní zpracování)..... | 48 |
| Obr. 19. Layout pracoviště u vstřikovacího stroje (vlastní zpracování)..... | 49 |
| Obr. 20. Lakovna (vlastní zpracování) | 50 |
| Obr. 21. Rám lakovny (vlastní zpracování)..... | 51 |
| Obr. 22. Lakovna (interní zdroj) | 52 |
| Obr. 23. Ergonomická pomůcka – sjednocená výška skluzky a vozíku (vlastní zpracování) | 53 |
| Obr. 24. Textilní kapsář (vlastní zpracování) | 53 |
| Obr. 25. Konstrukce na inkomplety (vlastní zpracování)..... | 55 |
| Obr. 26. Mezisklad WIP (vlastní zpracování) | 56 |
| Obr. 27. Mezisklad WIP (vlastní zpracování) | 57 |
| Obr. 29. Ergonomická pomůcka – sjednocená výška skluzky a vozíku (vlastní zpracování) | 58 |
| Obr. 28. Značení řad v meziskladu WIP (vlastní zpracování)..... | 58 |
| Obr. 30. Mezisklad FIFO (vlastní zpracování)..... | 59 |
| Obr. 31. Milk run závodu v ČR (vlastní zpracování) | 60 |
| Obr. 32. Dokumentační panel (vlastní zpracování) | 61 |

| | |
|---|----|
| Obr. 33. Standardní pracovní postup – šablona (interní zdroj)..... | 63 |
| Obr. 34. Pracoviště OP001 (vlastní zpracování)..... | 65 |
| Obr. 35. Layout pracoviště OP001 (vlastní zpracování) | 66 |
| Obr. 37. Konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování) | 67 |
| Obr. 36. Konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování) | 67 |
| Obr. 38. Svařovací stroj (vlastní zpracování) | 68 |
| Obr. 39. Zařízení Poka-yoke (vlastní zpracování) | 69 |
| Obr. 40. Zařízení Poka-yoke (vlastní zpracování) | 69 |
| Obr. 41. BOL pracoviště OP001 (vlastní zpracování)..... | 70 |
| Obr. 42. SWC pro 2 operátory na OP001 (interní zdroj)..... | 71 |
| Obr. 44. Klipovací stůl (vlastní zpracování)..... | 72 |
| Obr. 43. Pracovní postup 1. operátora (vlastní zpracování) | 72 |
| Obr. 45. Pracovní postup 2. operátora (vlastní zpracování) | 73 |
| Obr. 46. Manipulace ve svařovacím stroji (vlastní zdroj) | 74 |
| Obr. 47. Pracovní postup pro 1 operátora (vlastní zpracování) | 80 |
| Obr. 48. Nový layout OP001 (vlastní zpracování) | 82 |
| Obr. 49. Balící předpisy krátkých komponent (vlastní zpracování) | 83 |
| Obr. 50. Nový balící předpis krátkých komponent (vlastní zdroj) | 84 |
| Obr. 51. Původní balení dlouhých komponent (vlastní zpracování) | 85 |
| Obr. 52. Nové balení dlouhých komponent (vlastní zpracování) | 85 |
| Obr. 53. Kanban karta v podniku (vlastní zpracování)..... | 87 |
| Obr. 54. SWC pro 1 operátora na OP001 (vlastní zpracování) | 89 |
| Obr. 55. Nová skluzka BOL (vlastní zpracování) | 91 |
| Obr. 56. Původní konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování)..... | 94 |
| Obr. 57. Nová konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování) | 95 |
| Obr. 58. Nová konstrukce na externí komponenty (vlastní zpracování) | 95 |
| Obr. 59. Pracovní postup pro 2 operátory (vlastní zpracování)..... | 97 |
| Obr. 60. SWC pro 2 operátory (vlastní zpracování) | 99 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|-----|
| Tab. 1. Vybrané parametry a ukazatelé štihlé výroby (vlastní zpracování) | 26 |
| Tab. 2. Doba cyklu pro 2 operátory (vlastní zpracování) | 75 |
| Tab. 3. Výkon pracoviště se 2 operátory (vlastní zpracování) | 75 |
| Tab. 4. Mzdové náklady (vlastní zpracování)..... | 76 |
| Tab. 5. Předpokládaná doba cyklu pro 1 operátora (vlastní zpracování) | 81 |
| Tab. 6. Cena balení krátkých komponent (vlastní zpracování) | 84 |
| Tab. 7. Cena balení dlouhých komponent (vlastní zpracování) | 85 |
| Tab. 8. Doba cyklu pro 1 operátora (vlastní zpracování) | 90 |
| Tab. 9. Výkon pracoviště s 1 operátorem (vlastní zpracování) | 90 |
| Tab. 10. Náklady projektu (vlastní zpracování) | 93 |
| Tab. 11. Porovnání mzdových nákladů na pracovišti OP001 (vlastní zpracování)..... | 93 |
| Tab. 12. Doba cyklu a výkon pracoviště pro 2 operátory (vlastní zpracování)..... | 98 |
| Tab. 13. Porovnání verzí na OP001 (vlastní zpracování)..... | 100 |

SEZNAM PŘÍLOH

P I: ILU MATICE

P II: ZADÁNÍ PROJEKTU

P III: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

P IV: RIPRAN ANALÝZA

PŘÍLOHA P II: ZADÁNÍ PROJEKTU

| | |
|-------------------------------------|---|
| Projektový cíl | Projekt racionalizace montážního pracoviště ve vybraném podniku |
| Projektový tým | Autor diplomové práce Vedoucí diplomové práce Výrobní ředitel oddělení Vedoucí výroby Procesní inženýři |
| Hlavní cíl projektu | Saturování operátorů na montážním pracovišti nad 90% dostupného času |
| Hlavní cíl projektu z pohledu SMART | Specifický – Úprava montážního pracoviště vedoucí k využití času operátora nad 90% Měřitelný – Snímkování pracovního dne a sledování saturací operátorů Akceptovatelný – Naplnění cíle při spolupráci projektového týmu a operátorů pracoviště Reálný – projekt zadán výrobním ředitelem oddělení Termínovaný – podzim 2019 - jaro 2020 |
| Díličí cíle projektu | Snímkování pracovního dne na montážním pracovišti Analýza snímkování práce a standardního pracovního postupu Přechod na jednoho operátora na pracovišti Úprava layoutu pracoviště Nový návrh na balení komponent od externího dodavatele Úprava spádového dopravníku Zavedení systému kanban pro interní logistiku |
| Přínosy projektu | Využití druhého operátora na jiném pracovišti Snížení nákladů na balení komponent Ergonomické zlepšení pro operátora Zlepšení komunikace mezi montážním pracovištěm a interní logistikou |
| Zadavatel projektu | Vedení společnosti |

PŘÍLOHA P III: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

| | Hierarchie cílů | Objektivně měřitelné ukazatele | Prostředky ověření | Rizika a předpoklady |
|--|--|--|--|--|
| Obecný cíl | Racionalizace montážního pracoviště | Vyvážená saturace operátorů na pracovišti | Dodržení standardního pracovního postupu | Pasivní přístup |
| Cíl | 1. Zefektivnění organizace práce na montážním pracovišti | Saturace operátorů na vybraném pracovišti nad 90% dostupného času | Ukazatel vytížení operátora | Laxní přístup |
| Výstupy | 1.1. Analýza současného stavu 1.2. Návrh zavedení jednoho operátora na pracovišti 1.3. Přizpůsobení layoutu montážního pracoviště jednomu operátorovi 1.4. Návrh nového balení komponent od externího dodavatele 1.5. Úprava spádové skluzky 1.6. Jednodušší komunikace mezi montážním pracovištěm a interní logistikou 1.7. Implementace všech návrhů projektu | 1.1. Výsledky analýzy současného stavu dle snímkování pracovního dne 1.2. Standard pracovního postupu pro jednoho operátora 1.3. Nový layout 1.4. Zavedení nového balícího předpisu komponent 1.5. Urychlení času pohybu boxů na skluzce 1.6. Dodávání potřebného množství finálního balení interní logistikou 1.7. Hodinová kadence | 1.1. Prezentace výsledků analýzy 1.2. Dodržení hodinové kadence dle nového standardního postupu 1.3. Vizualizace nového layoutu 1.4. Zavedení balících předpisů do systému 1.5. Snímkování procesu 1.6. Zaplnění kapacity na žádaný počet balení ve skluzce 1.7. Gemba walk a snímkování procesu | Nedostatečná komunikace mezi operátory, míra procesními in |
| | Aktivity projektu | Potřebné zdroje | Časový rámec zavádění aktivit | |
| Klíčové aktivity | 1.1.1. Snímkování pracovního dne na montážním pracovišti 1.1.2. Analýza standardního pracovního postupu 1.1.3. Analýza předcházejících i nadcházejících procesů 1.1.4. Analýza úseku montáže 1.1.5. Zpracování návrhů na zlepšení současného stavu 1.2.1. Přechod na jednoho operátora na pracovišti 1.2.2. Vytvoření nového standardního pracovního postupu 1.2.3. Zavedení nové hodinové kadence 1.3.1. Zmenšení pracoviště pro práci jednoho operátora 1.4.1. Zavedení nového balícího předpisu externích komponent 1.5.1. Úprava spádové skluzky 1.6.1. Zavedení systému kanban mezi montážním pracovištěm a interní logistikou 1.7.1. Postupná aplikace navržených kroků k racionalizaci pracoviště | Projektový tým Spolupráce mezi operátory, mistry úseky i směny a Týdenní plán výroby Standardní hodinová kadence Informace o cyklu a kapacitě milk runu Dokumentace – standardní pracovní postup, pracovní instrukce, layout, balící předpisy, panel kvality MS Excel Technické prostředky -Fotoaparát, stopky, pc | 1.1. týden 44.-46. 1.2. týden 47.-49. 1.3. týden 47.-49. 1.4. týden 47.-50. 1.5. týden 48.-49. 1.6. týden 48.-49. 1.7. týden 1.-4. | Zaměstnanci n standardy Časový rámec nebude dodrž Nedostatečné nepravdivé in současném st pracoviště Výrazné zvýše poptávky po h kusech Nesplnění cílů |
| Předběžné podmínky: Podpora ze strany vedení při zpracování projektu racionalizace montážního pracoviště | | | | |

PŘÍLOHA P IV: RIPRAN ANALÝZA

| č. | Hrozba | P-st. hrozby | Scénář | P-st. scénáře | Výsledná p-st | Výsledná p-st | Dopad | Hodnota rizika | Opatření |
|----|---|--------------|---|---------------|---------------|---------------|-------|----------------|--|
| 1. | Pasivní přístup vedení | 15% | Lhostejnost vůči operátorům a úseku | 5% | 3% | MP | SD | MHR | Předem seznámit vedení s přínosy projektu |
| | | | Zchození projektu či neschválení návrhů | 80% | 11% | MP | VD | SHR | |
| 2. | Laxní přístup operátorů | 60% | Ignorování kroků zlepšení procesu | 40% | 10% | MP | VD | MHR | Vysvětlit operátorům přínosy projektu na jejich zdraví a upozornit na ergonomii |
| | | | Argumentace proti změnám | 90% | 50% | VP | SD | SHR | |
| | | | Neuvědomění si přínosů projektu | 80% | 20% | SP | SD | SHR | |
| 3. | Nedostatečná komunikace mezi zaměstnanci, odděleními, úseky | 35% | Nepřesný počet boxů od interní logistiky | 70% | 30% | SP | VD | VHR | Pravidelné předávání informací operátorovi A na úseku a informací při předávání komunikace s procesními pravidelných setkáních |
| | | | Přetížení operátorů na pracovišti | 20% | 12% | MP | VD | SHR | |
| | | | Odstávky | 25% | 15% | MP | VD | SHR | |
| 4. | Zaměstnanci nedodržují standardy | 15% | Nedodržení hodinové kadence | 90% | 40% | SP | VD | VHR | Zavést písemné potvrzení s novým standardem, nového standardu |
| | | | Vytváření zmetků | 60% | 30% | MP | VD | SHR | |
| 5. | Nedostatečné či nepravdivé informace o aktuálním stavu pracoviště | 20% | Nesoulad mezi kadencí pracoviště a interní logistikou | 70% | 30% | SP | SD | SHR | Ověřit obdržené informace a sledovat proces, s časem přímo od zdroje |
| | | | Nedostatečná časová dostupnost pracoviště | 80% | 25% | SP | VD | VHR | |
| 6. | Výrazné zvýšení týdenní poptávky | 10% | Zvýšená zmetkovitost | 10% | 9% | MP | VD | MHR | Pravidelná setkání s pláncem |
| | | | Nečekaná poptávka od odběratele | 7% | 7% | MP | VD | MHR | |