

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

**Aplikace principů Lean Managementu ve zvoleném
podniku**

Jana Součková

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jana Součková

Veřejná správa a regionální rozvoj – c.v. Jičín

Název práce

Aplikace principů Lean Managementu ve zvoleném podniku

Název anglicky

Lean Management in practice

Cíle práce

Cílem práce je navrhnout doporučení při implementaci Lean Managementu, prošetření návaznosti eliminace plýtvání, kaizen, 5S a další druhy plýtvání.

V práci bude zhodnocen aktuální stav a implementace metod, popis procesu výroby, metody řízení zásob, stanovení nevhodného uspořádání výrobních prostor a návrh zlepšení pomoci nahrazení dopravníkových systémů.

Metodika

Teoretická část práce se bude opírat o relevantní literaturu a odborné články. V praktické části práce bude nejprve zhodnocen současný stav, budou identifikovány silné a slabé stránky. Na základě provedené analýzy budou představen návrhy na zlepšení, které se budou opírat o metody lean managementu. V závěru bude provedeno zhodnocení s ohledem na úsporu nákladů při zavedení nových procesů.

Doporučený rozsah práce

70-80

Klíčová slova

dopravníky, lean management, podnik, výroba

Doporučené zdroje informací

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

KEŘKOVSKÝ, Miloslava Ondřej VALSA. Moderní přístupy k Řízení Výroby. 3.

doplnění. Praha: C.H.Beck, 2012. 176s. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa

Publishing, 2006. 237s. ISBN 8086851389.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování Podnikových Procesů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 223s. ISBN 9788024739380.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Robert Hlavatý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 16. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 23. 01. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Aplikace principů Lean Managementu ve zvoleném podniku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.3.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Robertu Hlavatému Ph.D. za vedení této práce. Dále bych ráda poděkovala zvolené společnosti za poskytnutí dat k vypracování této práce a v poslední řadě děkuji rodině za podporu po celou dobu studia.

Aplikace principů Lean Managementu ve zvoleném podniku

Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o problematice v oblasti Lean Managementu ve výrobním prostředí. V rámci využití štíhlé výroby je navržena optimalizace výrobního toku.

Teoretická část, kterou diplomová práce začíná, se zabývá principy, které se vztahují k eliminaci plýtvání a jak je lze aplikovat v oblasti vybrané společnosti. Nadále je popsána teorie standardizovaných postupů, principů Kaizen, BOZP, TPM, 5S a jejich využití ve výrobním prostředí.

Praktická část je věnována popisu analyzované společnosti a podrobné charakteristice konkrétní výrobní operace. Pracoviště je znázorněno do výrobního layoutu a dle vyhodnoceného stávajícího stavu je zde navrženo zcela nové řešení uspořádání výrobních prostor za využití prvků štíhlé výroby. Na základě provedené analýzy jsou vypočteny hodnoty, podle kterých se vedení společnosti rozhodne, zda navrhovanou unikátní změnu implementovat.

V závěru práce jsou formulovány výsledky, které obsahují návrhy, jak využít optimalizace analyzované výrobní operace a nalezené značné finanční úspory. Tyto postupy jsou doporučeny společnosti pro jejich budoucí využití a následnou realizaci.

Klíčová slova: dopravníky, lean management, podnik, výroba

Application of Lean Management in practice

Abstract

This thesis deals with issues in the topic of Lean Management in the production. The optimization of production flow is proposed as part of the use of lean production.

The theoretical part, through which the thesis begins, deals with principles related to the elimination of waste and how they can be applied in the area of the selected company. The theory of standardized procedures, principles of safety, Kaizen, TPM, 5S and their use in the production environment is further described.

The practical part is devoted to the description of the analysed company and detailed characteristics of a particular production operation. The workplace is shown in the production layout and according to the evaluated current situation, a completely new solution of the arrangement of the production premises using the elements of lean production is proposed here. Based on the analysis carried out, the values are calculated according to which the company management decides whether to implement the proposed unique change.

At the end of the thesis are formulated the results, which contain suggestions on how to utilize the optimization of the analysed production operation and finding considerable financial savings. These steps are recommended to the company for their future use and implementation.

Keywords: conveyors, enterprise, lean management, production

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 11 |
| 2 Cíl práce a metodika | 12 |
| Cíl práce | 12 |
| Metodika | 12 |
| 3 Teoretická východiska | 15 |
| 3.1 Lean Management..... | 15 |
| Eliminace plýtvání..... | 16 |
| 3.2 Struktura uspořádání ve výrobě | 17 |
| 3.3 Kaizen | 18 |
| Princip 5S | 21 |
| 8 druhů plýtvání..... | 23 |
| 3.4 Systém TPM..... | 25 |
| 3.5 Sjednocené řízení výroby | 26 |
| One piece flow..... | 27 |
| Produkční takt..... | 27 |
| Plynulá doba výroby | 28 |
| Layout – prostorové uspořádání | 28 |
| 3.6 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci | 30 |
| 3.7 Metody pro řízení materiálového toku..... | 30 |
| Zásady zajištění zásob v JIT a JIS | 32 |
| 4 Vlastní práce | 34 |
| 4.1 Přestavení firmy | 34 |
| Historie firmy | 34 |
| Divize společnosti | 35 |
| Závod v Mladé Boleslavi..... | 35 |
| Lean management a její využití..... | 36 |
| Standardizace..... | 37 |
| 4.2 Kaizen, 5S a jejich implementace | 39 |
| Pravidla BOZP..... | 40 |
| 4.3 Eliminace plýtvání ve sledovaném podniku | 41 |
| Systém TPM v praxi | 44 |
| Proces výroby | 45 |
| 4.4 Výrobní pracoviště | 47 |
| Materiálové toky..... | 47 |
| Layout pracoviště | 50 |
| Zlepšení ergonomie | 56 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.5 | Měření výrobních časů | 58 |
| 4.6 | Výrobní časy po změně | 67 |
| 5 | Výsledky a diskuse | 70 |
| 6 | Závěr | 72 |
| 7 | Seznam použitých zdrojů | 73 |
| 8 | Seznam obrázků, tabulek a zkratk | 75 |
| | Seznam obrázků | 75 |
| | Seznam tabulek..... | 75 |
| | Seznam použitých zkratk..... | 75 |

1 Úvod

Žijeme ve světě plném moderních technologií a abychom mohli být úspěšní, měli bychom se snažit držet krok s konkurencí a k tomu můžeme využít různé zlepšovací techniky. K tomu přispívá filozofie Lean managementu neboli štíhlá výroba, která si zakládá na zdokonalování procesů.

Díky pravidelně se zlepšujícím inovacím je s Lean managementem spojována nezbytnost pro udržení pozice s konkurencí pomocí stálého zlepšování. Na tomto zlepšování se podílejí technologie, automatizace a robotizace, které jsou součástí většiny podniků.

Výrobní potřeby zákazníků, rozmanitost produktů a zrychlený čas mají velký dopad na odvětví výroby. Lean management neboli štíhlá výroba je technika pro snížení plýtvání uvnitř podniku, aniž by se vzdala účinnosti. Každý proces zabírá spoustu času, a právě čas by měl být využit co nejefektivněji. Jednou z příležitostí, jak zrychlit výrobní proces, je urychlení výrobních časů. Automatizace přináší výhody nejen k optimalizaci procesů, ale i ke zkvalitňování spokojenosti zaměstnanců.

Spokojenost managementu, zaměstnanců i zákazníka, zlepšení finančního hospodaření jsou kvalitními výsledky štíhlé výroby. Udržování stávajících podniků v automobilovém průmyslu působí na mnoho okolních aspektů. Průmysl ovlivňuje směr rozvoje regionů, fluktuaci obyvatelstva za prací i dopady na životní prostředí. A právě kvůli dopadům na okolí je důležité se soustředit co nejvíce na omezování plýtvání zdroji.

2 Cíl práce a metodika

Cíl práce

Hlavním cílem práce je analyzovat daný podnik a navrhnout zlepšení zkoumaných procesů. Dílčími cíli je vyhodnocení současného stavu a prověření návaznosti Lean managementu s optimalizací procesů v reálném prostředí. Zhodnocením aktuálního stavu je navrženo využití vhodnějších nástrojů a metod pro zlepšení tohoto problému včetně výpočtu nejvhodnějšího výrobního času.

Všechny tyto cíle jsou se navrženy za účelem zvýšení úspor a snížení plýtvání pomocí štíhlé výroby.

Metodika

Hlavním místem šetření je hledání nových systémů pro omezení plýtvání. Zkoumáním daných postupů lze zvýšit efektivitu procesu za pomoci snížení ergonomie ve výrobě.

Práce se skládá ze dvou částí. Teoretická část je zpracována na základě studií z odborné literatury, knižních publikací a článků věnujících se problematice Lean managementu, Kaizen a druhů plýtvání. Praktická část je zaměřena na definování procesů Lean managementu a identifikaci používaných metod v konkrétním prostředí, což napomáhá k pochopení pojmů spojených s teoretickou částí práce.

Teoretická část práce obsahuje literární rešerši zabývající se pojmem Lean managementu a metodologií štíhlé výroby. Zavádění efektivních metod a odstraňování ztrát je objasněno díky japonskému principu 5S. Díky konkretizování druhů plýtvání lze zamezit dalším ztrátám. Oba tyto pojmy jsou použity v souladu se skladbou uspořádání pracovišť, Kaizen a 5S. S vývojem Lean managementu je spojen princip Total Productive Maintenance, který zajišťuje nepřetržitou produkci strojů. V souvislosti s produkcí jsou objasněny výrobní pojmy – one piece flow neboli tok jednoho kusu, výrobní takt, plynulá doba výroby a layout, který slouží k vhodnému uspořádání prostorů.

Pro použitelnost v praxi je bezpodmínečně nutné sladit výrobní systémy do souladu s BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví při práci). Pro kompletnost těchto způsobů jsou vysvětleny spojitosti s objednáváním materiálu a plynulostí materiálových toků.

V praktické části je zhodnocen aktuální stav ve zkoumaném podniku. Použitá metoda v této části práce je cílené pozorování použitých technik pro zdokonalení a zrychlení výroby. Jako první je představena sledovaná společnost a použití metod Lean managementu v tomto podniku.

Aktuální situace je nejprve řádně nastudována z interních materiálů (interní směrnice, návody a pokyny) – počátečním bodem vypořádaných postupů je standardizace, která napomáhá k nahlédnutí do hloubky všech procesů. Zásada štíhlé výroby využívá různých metod a jednou z nich je metoda 5S, která slouží ke správnému uspořádání a držení pořádku na pracovišti. Poté jsou podrobně sledovány možnosti eliminace plýtvání, které jsou vysvětleny pomocí konkrétních situací.

Druhá polovina praktické části je věnována identifikaci stávajícího výrobního procesu a popisu ergonomie pracovníků. S nejvhodnějším výběrem ergonomie je spojena manipulace pracovníků s materiálem. Díky získaným znalostem jsou následně odhaleny postupy, které nejsou vyhovující. Zkoumání aktuálního uspořádání ve výrobě je dokončeno návrhem zlepšení uspořádání pracovních prostor. Jako návrh změn je doporučena implementace nové výrobní linky. Charakteristika výrobního procesu byla zkoumána z interních materiálů podniku a analyzování probíhalo díky přímému dotazování ve výrobě a pozorováním kompletních postupů.

Zkoumání použitých metod v podniku je podrobně zpracováno a je následným zdrojem pro zhodnocení stavu a návrhu vhodnějšího uspořádání. Pozorované uspořádání pracoviště je přeneseno do dvou layoutů. Oba typy layoutů jsou podrobně popsány. Porovnáváním stávajícího a navrhovaného layoutu došlo k zjištění rozdílných toků výroby. Díky optimalizaci výrobního procesu dojde k eliminování plýtvání na různých úrovních.

Po instalaci automatizované výrobní linky dochází k odstranění dopravníkových systémů, které způsobují nadbytečnou manipulaci.

Následně jsou navrženy tyto kroky:

- odstranění dopravníkových systémů,
- instalace automatizované výrobní linky,
- přestavba regálů pro zásoby materiálu,
- stanovení optimálních výrobních časů,
- porovnání současných a navrhovaných výrobních časů a operací.

Navazujícím krokem v diplomové práci je obeznámení s výrobním taktem, jeho výpočty a jsou zde též uvedeny ovlivňující faktory těchto výpočtů. Ve spojitosti s výrobním taktem je vysvětlena potřeba zohlednění pravidelně se opakujících činností pracovníků, které mohou fakticky ovlivnit celkový výrobní čas a standardizaci procesu. Posledním úkolem bylo změření výrobních časů jednotlivých operací, které jsou nadále vyhodnoceny a použity pro výpočet potřebnosti operátorů pro daný úsek.

Na závěr jsou předloženy možnosti pro zlepšení, které vycházejí z jejich předpokládaných přínosů. Ty jsou interpretovány na základě výsledků, kterých bylo dosaženo zkoumáním jednotlivých výrobních kroků a shrnutím všech prostředků ke zlepšení ergonomie, výrobních časů i financí.

3 Teoretická východiska

3.1 Lean Management

Tato kapitola je o Lean managementu neboli o štíhlé výrobě. Tento koncept „štíhlé výroby“ vytvořili v Japonsku v Toyota Production Systém.

Koncept štíhlé výroby „...spočívá ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při malé hloubce výroby (nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů).“ (Keřkovský, 2009)

„Jedná se o systematický přístup k identifikování a odstraňování plýtvání pomocí neustálého zlepšování, s dosaženou plynulostí výroby, která je tažena od zákazníka, kde navíc rozhodující je vysoká kvalita.“ (Petříková, 2007)

Všechny aktivity v podniku se posuzují dle jejich tvorby hodnot. Hodnoty můžeme rozdělit na ty, které je ochoten zaplatit zákazník a takové, které nevytváří hodnoty pro zákazníka a poukazují na skryté plýtvání. Možnosti rozhraní a jejich aktivního ovlivnění zahrnuje celý řetězec produkce a distribuce produktu. Proto se v Lean Managementu optimalizuje celá síť výrobku nikoliv pouze aktivity uvnitř podniku. (Keřkovský, 2009)

Výrobní systém Toyota vedl k pohnutí „štíhlé výroby“, která se zaměřila na odstranění plýtvání z výrobních toků. Většina použití se týkala velkoobjemových a poměrně standardizovaných produktů. V rámci této skladby se práce stává vysoce standardizovaným procesem a specifikuje, co by měl operátor přesně dělat. Výkonnostní výhody těchto štíhlých systémů jsou často pozoruhodné a výrazně zlepšují kvalitu, náklady a dodávky materiálu. Výsledkem použití jednodílných průtokových buněk by měla být naprosto vyvážená výrobní linka. (Lander a Liker, 2007)

Hlavní inspirace Toyoty byla i u Henryho Forda. Henry Ford byl průkopníkem v automobilovém průmyslu na přelomu 19. a 20. století: inovace zavádění prvních výrobních linek a nalezení způsobu, jak vyrábět velké množství, a nejen velké množství, ale i variabilitu výrobků za nízké náklady. Díky pásové výrobě a použití standardizované práce bylo možné

vyrábět kvalitní výrobky za krátkou dobu a se sníženými náklady, kterým šlo jen těžko ostatním podnikům konkurovat. (Veber, 2004)

Hospodárnost, kvalita, snížení ztrát a prospěch směrem ke spotřebitelům jsou natolik obecné, že princip štíhlé výroby je uplatnitelný v různých podnicích, a nejen pouze v podnicích výrobních. (Petříková, 2007)

Eliminace plýtvání

Metodologie štíhlé výroby se používá v místech, kde je pozorováno zvýšení výkonnosti procesů a pokles operačních nákladů. Výsledkem je snížení rozlohy výrobních prostor, šetření práce a zmenšení zásob. (Svozilová, 2011)

Nejdůležitější princip této filozofie je snížení a eliminace plýtvání mezi zákazníkem a dodavatelem. Definujeme všechno zbytečné, co zvyšuje náklady výrobků, aniž by zvyšovalo hodnotu výrobku.

Mezi plýtvání řadíme:

- krátkodobé skladování,
- počítání dílů,
- nošení součástek,
- zadávání do elektronické evidence,
- komplikovanou přepravu,
- pozorování chodu strojů,
- nadvýrobu a zbytečnou manipulaci,
- hromadění zásob,
- čekání na materiál,
- zmetkovitost a jejich odstraňování,
- poruchy,
- hledání nástrojů a nedostatek komponentů na montáž. (Košturiak, 2006)

Má-li být tato metoda skutečně účinná, musí být vryta do myšlení zaměstnanců tak, aby byla skutečnou součástí firemní kultury. Svozilová uvádí, že pokud chceme použít metodologii Lean, vycházíme z těchto předpokladů:

- *plýtvání se vyskytuje v mnoha podobách,*
- *v běžícím procesu je provedení změny kritické,*
- *procesy musí být udržovány v pohybu,*
- *změny v procesech musí mít systémový charakter.*

(Svozilová, 2011)

3.2 Struktura uspořádání ve výrobě

Ve výrobním procesu velmi záleží na struktuře uspořádání. Věcné hledisko struktury uspořádání se dělí na výrobní profil, který je určen součtem výrobních kapacit a výrobního programu. Ten je souhrnem výrobků, které podnik vyrábí a prodá na trhu.

Časové hledisko výrobního procesu zahrnuje aspekty, mezi které patří:

časové uspořádání výrobního procesu – spočívá v určení návaznosti operací ve stanoveném termínu,

průběžná doba výroby – je průběžná doba plánovaného času na uskutečnění konkrétního úseku výrobního procesu,

směnnosti - tj. v kolika pracovních směnách se vyrábí, cílem je vždy vyrábět v maximálním využití výrobních kapacit,

využití výrobních kapacit – ovlivňuje ekonomickou stránku výrobních procesů, snaha využít dostupných kapacit na sto procent,

prostoje pracovišť – jsou intervaly, ve kterých se výroba zpomalí či dokonce zcela zastaví z důvodu špatného plánování či řízení výroby,

rozpracované výrobky – nedokončená výroba, která je měřena peněžní hodnotou výrobních nákladů v procesu výroby.

Prostorové a organizační prvky řeší navzájem související aspekty:

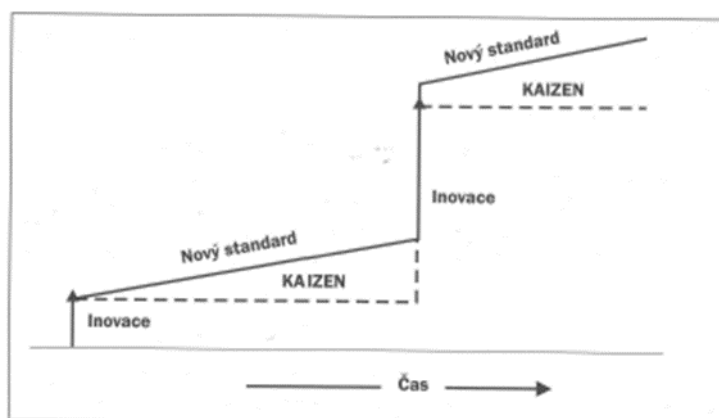
- *materiálové toky*, kde jsou rozhodující kritéria: rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy

- *uspořádání pracovišť*, které mohou být s pevnou pozicí výrobku, technologické uspořádání pracovišť, buňkové uspořádání a předmětné uspořádání. (Keřkovský, 2009)

3.3 Kaizen

Metoda Kaizen odpovídá na otázku, jak zavádět flexibilnější a úspornější výrobu v podniku. „*Kultura organizace je založená na třech základních principech – proces a výsledky, systematické myšlení, neodsuzování a neobviňování. Dále aktivní zapojení všech pracovníků do zlepšování.*“ (Bauer, 2012)

Obrázek 1 Inovace plus Kaizen



Zdroj: Bauer 2012

Dle Petříkové (2007) tuto metodu segmentujeme do pilířů zaměřené na management, skupinu a jednotlivce. První pilíř zaměřený na management se koncentruje na rozhodující témata jako zdroj hnací síly pro dosažení růstu morálky. Tuto informaci rozporuje Bauer (2015), který tvrdí, že inovace v oblasti Kaizenu ovlivní pouze desetina zaměstnanců. A to především v malých zlepšeních jako je bezpečnost práce, nepřetržitost výroby a denní činnosti.

Dle autorky Petříkové (2007) by se Kaizen měl stát běžnou součástí pracovní náplně zaměstnanců. Měl by se aktivně využívat systém pro podávání nápadů a návrhů pracovníků. Tyto návrhy by měly být nadále zhodnocovány, schvalovány a poté realizovány.

Zlepšování si vyžaduje trvalou podporu managementu. Kaizen není založen pouze na malém zlepšování, ale podniky se podílí na radikálních změnách. Mezi tyto změny lze zařadit obměnu infrastruktury, změnu technologie, obměnu výrobního sortimentu či změnu marketingové strategie na trhu. (Bauer, 2012)

U zaměření Kaizenu na jednotlivce nebo skupiny je nutné, aby vedení správně rozumělo roli zaměstnanců a využívalo příležitosti k jejich rozvoji a podpoře. Uplatněním nástrojů této filozofie lze maximálně zvýšit kvalitu, zkrátit dodací lhůty, zefektivnit proces výroby a minimalizovat náklady podniku. Zlepšení není viditelné v krátkodobém měřítku, ale účinky se projevují v dlouhodobém intervalu. Jedná se o pomalé a postupné účinky zlepšení. (Imai, 2008)

Aplikace této metody v podniku znamená dlouhodobé, nedramatické změny s nižším rizikem a za malých investic. Kaizen zasahuje jak do klíčových procesů jako je výroba, technologie a logistika, tak i do podpůrných. Mezi podpůrné lze zařadit marketing, personalistiku, finance a další. (Petříková, 2007).

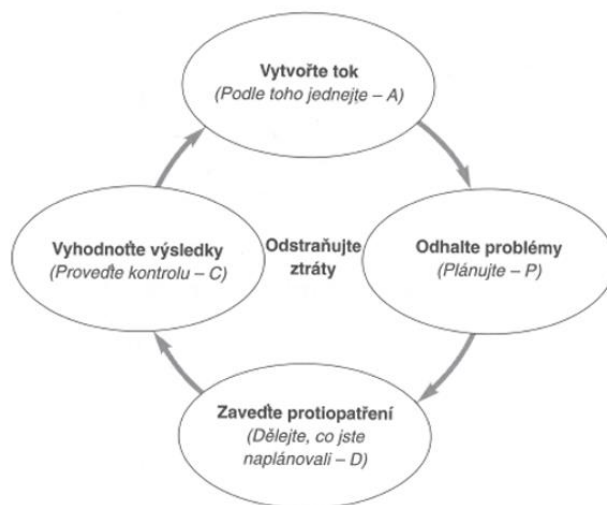
Kaizen se ve skupině zaměřuje na kolektivní činnosti k řešení problémů. To si vyžaduje trvalý přístup od všech zúčastněných a členové týmu se činně zapojují do cyklu PDCA. (Imai, 2008)

Cyklus PDCA je postup zlepšování ve čtyřech krocích:

- Plan – plánování, příprava představ,
- Do – provedení, uskutečnění a realizace,
- Check – kontrola, zda se dosáhlo záměru,
- Act – úprava nakonec, možné korekce.

(Veber, 2021)

Obrázek 2 Vytváření toku a cyklus PDCA



Zdroj: Liker 2007

Kaizen využívá rozmístění politiky v celé společnosti, a především ve vedoucím managementu. vedení podniku využívá podmínky pro rozmístění politiky:

- jasné pochopení role, kterou má každý manažer k dosažení zlepšení procesu,
- management musí pochopit řídicí body pro realizaci,
- kvalitní zavedení rutinního systému ve společnosti,
- držení cílů a směru podniku.

Celoroční cíle jsou stanoveny dle dlouhodobých a střednědobých cílů. Společné cíle jsou konzultovány v horizontálním i vertikálním managementu. Pro stanovení formulace budoucích a nových cílů se využívá vyhodnocení splněných cílů a výkonů z předešlých let. Před stanovením nových cílů jsou vyhodnoceny současné problémy, které lze vzít do úvahy pro stanovení cílů nových. (Imai, 2008)

Tvorba kultury Kaizen v podniku vyžaduje pevné přesvědčení, které má směřovat ke skupinovému chování v rámci organizace. Pochopení současného stavu počíná u jedinců snahou za dosažením lepších hodnot a výsledků nejen s vidinou finančního ohodnocení, ale projevuje se i zájem a udržitelnost výsledků. Vnitřní motivace a pokyny jsou stěžejním přesvědčením, která je základním kamenem Kaizenu. (Miller, 2017)

Princip 5S

Tento pojem pochází z Japonského slovníku, který vychází z pěti slov jako systémový chod v pěti krocích, díky kterým lze dosáhnout hledaných výsledků.

Obrázek 3 Program 5S



Zdroj: Liker 2007

Název 5S je odvozen ze začínajících písmen slov: Seiri, Seiton, Seiso, Siketsu, Shitsuke. V českém překladu tyto slova znamenají:

- Třídění (Sort)

Cílem prvního kroku je na daném pracovišti vytřídit a odstranit z pracoviště vše, co pro pracovní místo nemá význam a nepoužívá se. Neplatí zde pouhé urovnání věcí, ale důkladné roztřídění a identifikování předmětů, které se do nepotřebných věcí dostávají. Mezi ně řadíme: odložené dokumentace, poničené nebo zastaralé položky materiálu a nepotřebné pomůcky. Nevyužívané položky jsou při identifikování označeny červeně a následně jsou likvidovány anebo odvezeny do skladovacích prostor. (Svozilová, 2011 a Liker, 2007)

- Umístění (Straighten)

Každý díl či nástroj musí mít řádně vyhrazené místo. Pro správné zvolení umístění se postupuje ve třech krocích (náčrt, návrh, plán). Zpracování náčrtu všech položených věcí. Návrh budoucího umístění věcí a plán, který je tvořen vzhledem k jejich efektivitě, uložení,

potřebnosti, ergonomii a bezpečnosti. Označení úložných prostor a organizace pracoviště – dle povahy pracoviště jsou vyznačený ukládací prostory na policích nebo na podlaze.

- Úklid (Shine)

Třetím krokem metody 5S je řádný úklid pracoviště. Tento krok je důležitý pro potřeby bezpečnosti a hygieny na pracovišti. Na základě těchto potřeb je navržen plán pro udržování pořádku a uspořádání, který je zakotven v pracovních postupech. Stanovení pravidel pro kontrolu udržování pořádku a delegování odpovědnosti za kontrolu.

- Standardizace (Standardize)

Standardizací se rozumí zpracování uvedených předešlých tří bodů do sjednocených postupů, aby bylo možné je udržet. Nejlépe zvolené postupy jsou krátké, výstižné, postupy s obrázky (piktogramy), aby byla věc vždy vrácena na správné místo. Pokud není standardizace dobře provedena, je tendence se neustále vracet ke starým způsobům dělání věcí. Aktualizované postupy se mohou stát základními pracovními pravidly v zaměstnaneckých pracovních dohodách a řádech.

- Udržení (Sustain)

Posledním krokem metody 5S jsou pravidelné kontroly a audity, které mají udržet disciplinovaný přístup. Udržení stabilizovaného pracoviště je trvalým procesem neustálého zlepšování. Tento krok lze považovat za klíčový. Dle zkušenosti Likera (2007) jsou nejlépe udržované programy 5S ty, které jsou pravidelně podrobovány auditům a to manažery.

Metoda 5S byla vyvinuta zejména pro průmyslovou výrobu, ale nakonec našla využití i v ostatních odvětvích včetně státního sektoru. Je používána všude, kde panuje nedostatečná organizace a nepořádek. Svozilová (2011) doplňuje, že se další principy S postupně přidávají. Mezi další S patří fyzická bezpečnost pracovníků, zabezpečení a uspokojení v podniku. Pravidla by měla tvořit příznivé a motivující pracovní prostředí a díky nim zamezovat zneužití lidského kapitálu a využití inteligence.

Zaměstnanecké připomínky by měly být brány v potaz. Pro fungující využití je potřebné, aby se zaměstnanci aktivně podíleli na vývoji a tvorbě těchto pravidel. Pravidla

této metody musí fungovat napříč podnikem, tj. i na pozicích v administrativě a ve vedení společnosti. (Bauer, 2012)

8 druhů plýtvání

Štíhlé řízení umožňuje získávat produkty, které se přizpůsobí reálné poptávce s použitím minimálního množství zdrojů, čímž se minimalizují náklady. Za tímto účelem by měli být odstraněny všechny nadbytečné činnosti, které nepřinášejí hodnoty.

Přeprava (Transport)

Přepravu lze definovat jako dodávku z určitého místa do skladu. Přeprava finálních produktů může být generována špatným výrobním procesem nebo rozložením výrobního procesu. Výsledkem tohoto plýtvání je výrobek, který je převážně zbytečně velkou vzdáleností. Tyto nadbytečné náklady by měli podniky minimalizovat.

Skladování (Inventory)

Nadbytečné skladování lze nazvat jako skladování přebytečných zásob. Dostatek zásob chrání před událostmi jako je nedostatek materiálu. Navýšení zásob vede k vyšším nákladům a vázaným investicím v uloženém materiálu. Snížením zásob může firma snížit kapitál. (Xavior, 2014)

Pohyb (Motion)

Jeden pracovník pokrývá několik pracovních míst v systému výroby, a proto lze realizovat různé formy organizace práce. Práce jednoho pracovníka může sahát do sousedních nebo protilehlých stanic, ale i do kombinujících forem. Doprovázející tok výrobků mezi stanicemi lze označovat jako jednodílný průtokový systém.

Počet pracovníků se může lišit v závislosti na stavu objednávek, což je výhoda pro podnik. S nízkou pracovní zátěží se pohybuje jeden pracovník přiřazený do dané situace v krátké řadě nebo v případě nízkého vytížení montážního systému lze převzít i úkoly logistiky jako zajištění materiálu ze skladovacích prostor. To vyžaduje, aby každý pracovník měl potřebné zkušenosti a kvalifikaci. (Moussavi, Mahdjoub a Grunder, 2016)

Zpoždění a čekací doba (Waiting)

Běžné čekací doby mohou být způsobeny zpožděním zpracování, prostoji ve výrobě nebo prostoji v systému. Zpoždění může vzniknout pozdním dojezdem materiálu nebo zpožděním přesunu vyráběného kusu mezi operacemi. Cílem zadavatele by mělo být přidělení vhodného času tak, aby zajistil plynulý a rovnoměrný průběh výroby.

Nadprodukce (Over production)

Díly jsou vyráběny nad rámec objednávky nebo požadavku od zákazníka. Nadbytečné výrobky mohou poté být prodávány za snížené ceny. Nadprodukce znamená, že je vyráběno více kusů, než je vyžadováno dalším procesem.

Nadprodukce polotovarů (Over processing)

Rozpracovanost výrobků může přidávat náklady k dokončení výrobků. Kterákoli aktivita ve výrobním procesu by měla být podrobně posouzena. Všechny tyto činnosti plýtvání by měly být zkoumány jako nadbytečné. Z tohoto důvodu je vhodné hledět na tyto procesy jako možné nedostatky. Zefektivnění nebo odstranění zpracovatelských kroků, které nejsou prospěšné, můžou zrychlit operace a snížit náklady.

Chyby a závady (Defects)

Závady a chyby přidávají další čas a finance na přepracování a kontrolu. Zbytečné přepracování či výměna musí být zachycena. Chyba je jakákoliv mýlka v procesu, která způsobuje pro výrobek nadbytečnou hodnotu nebo vyžaduje dodatečné přepracování a odstranění chyb. Závady a chyby jsou pro firmy nevhodné. Vady vznikají z procesů, které jsou špatně kontrolovány. Pokud nejsou zachyceny, mohou se dostat k zákazníkovi, což může mít další negativní dopad na pověst firmy. (Xavior, 2014)

Nevyužitý potenciál (People)

Dle Svozilové (2011) je nevyužitý potenciál uveden jako intelekt, který vyžaduje určitou kvalifikaci k provádění daných operací.

3.4 Systém TPM

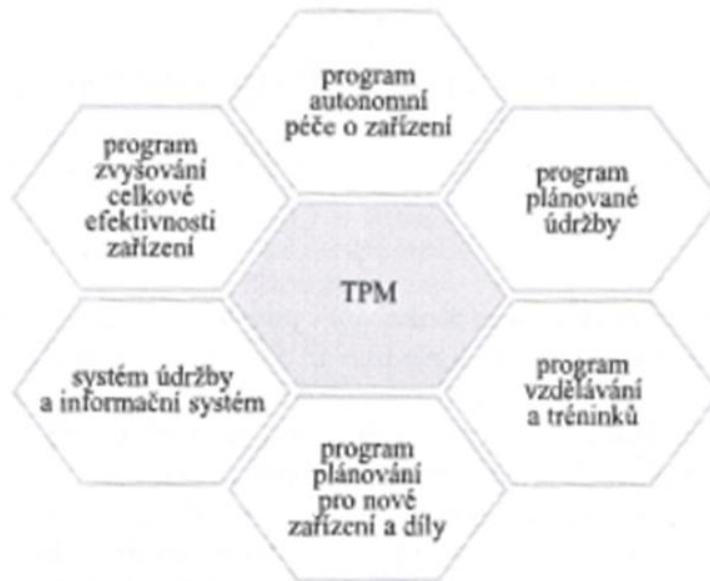
Pojem Total Productive Maintenance je subsystémem štíhlé výroby. Zaměřuje se na eliminaci různých prostojů, zvýšení výkonosti zařízení a redukci servisních nákladů. Na minimalizování prostojů zařízení se orientují všichni pracovníci TPM. Základem je pořádek na pracovišti, čištění strojů a kontrola stavu zařízení (mazání třecích ploch, oprava uvolněných šroubů, kabelů aj.). Hlavním cílem TPM je minimalizace přerušování produktivity výrobních strojů. (Košturiak, 2006)

U dobře udržovaných zařízení je nižší pravděpodobnost poruch anebo poruch kvality. To je díky TPM a jeho posílení stability výrobního toku. TPM přispívá ke zmírnění poruch a odchylek od procesu, díky tomu dochází k dodržování dodacích harmonogramů, snížení nákladů a zvýšení efektivity. Celková účinnost zařízení je dána součinem posloupnosti výkonů a indexů kvality, což je společný ukazatel používání principu TPM.

Podpořením aktivního zapojení a komunikace mezi zaměstnanci svědčí o zamezení zastavení výroby a úprav během produkce. TPM nacházíme mimo jiné i v jiných odvětvích, jako je letecký průmysl, textilní průmysl, potravinářský průmysl, průmysl služeb a především v automobilovém průmyslu. Použitelnost v různých podnicích a kontextech zvyšuje význam TPM jako přístupu k neustálému zlepšování. (Tortorela, Fogliatto, Cauchick-Miguel, Kurnia a Jurburg; 2021)

TPM se vyvíjel paralelně s metodou Lean již od svých počátečních koncepcí a oba systémy směřují ke společnému cíli. Oba dosáhly výsledků díky přínosu užitečných řešení. TPM jedná smysluplně k navrhování dodavatelských řetězců, aby byly co nejvíce efektivní. Kombinace těchto postupů dohromady zlepšuje organizační efektivitu a provozní efektivitu. TPM vede k zajištění nepřetržitého zlepšování výkonnosti z hlediska nákladů, kvality a dodávek. (McCarthy a Rich, 2007)

Obrázek 4 Základní prvky TPM



Zdroj: Košturiak, 2006

Management produktivity výrobních zařízení používá pět základních pravidel:

- *použití optimálních podmínek pro práci se zařízením (čištění, mazání, utahování šroubů, těsnění a kryty apod.),*
- *dodržování předepsaných provozních podmínek,*
- *včasné diagnostikování a obnova poškozených prvků,*
- *odstraňování konstrukčních nedostatků v zařízení,*
- *zdokonalování schopnosti pracovníků v oblasti obsluhy, diagnostiky a údržby zařízení.* (Košturiak, 2006)

Autonomní údržba operátorů = operátor rozumí svému zařízení, provádí čištění a pravidelnou údržbu, a stará se o něj.

3.5 Sjedené řízení výroby

Sjednocení řízení výroby je souhrn pravidel jejichž záměrem je stanovení optimálních postupů výrobního procesu, které zajišťují ideální vývoj výroby s cílem využití práce a času všech pracovníků a zařízení všech procesů. Nejpříznivější průběh výrobního procesu se definuje pomocí časového průběhu, kde jsou: rytmus, takt, průběžná doba výroby a věcný způsob. Ve věcném způsobu jsou zahrnuty výrobní dávky, rozpracovaná výroba a jakostní třídy. Posledním pravidlem je plán a uspořádání výrobní linky neboli Layout.

One piece flow

Jednodílný produkční systém je koncipován přemísťováním jednoho výrobku mezi více operacemi najednou.

Tento princip zachovává výrobní rozpracovanost na minimum, pomáhá lepší kvalitě, podporuje rovnováhu práce a mnoho dalšího vnitřního uspořádání. V systému výroby jsou tradičně využity stroje a maximální objemy výroby. V tomto produkčním systému jsou zařízení uspořádána podle lineární sekvence stroje v pracovní buňce bez zpětného pohybu materiálu. Mimo to se během celého produkčního vztahu pohybuje vždy jen jeden výrobek mezi jednotlivými operacemi v rámci pracovních buněk. Jedná se o mnohonásobný prvek, který ovlivňuje řešení provozních aspektů a výrobních systémů. (Li a Rong, 2008)

Tok jednoho kusu je typ výroby, kdy jeden kus prochází jednotlivými operacemi bez přerušování. Díky této metodě zlepšujeme kvalitu výrobků a snižujeme náklady. Opakem One piece flow je výrobní dávka. Velikost výrobní dávky je zadávána do výroby v časovém intervalu anebo najednou. Od série se výrobní dávka odlišuje, protože série představuje skupinu výrobků, které jsou tvořeny výrobními dávkami.

Produkční takt

Je standartním pravidlem řízení výroby, které je uplatňováno v proudové výrobě a na linkách. Výrobní takt je časový úsek mezi zpracováním dvou následujících operací a stanovíme ho jako:

$$\text{takt} = \frac{\text{časová využitelnost zařízení}}{\text{počet výrobků, které mají být vyrobeny za daný interval}}$$

(Tomek; 2014)

Svozilová (2011) základní takt definuje jako:

$$\text{základní takt} = \frac{\text{počet jednotek ke zpracování}}{\text{čistá dostupná doba zpracování}}$$

Plynulá doba výroby

Je výrobní cyklus od zahájení první operace až po předání hotového výrobku a expedici. Výrobní cyklus jedné operace pro jeden kus výrobku lze vypočítat:

$$\text{celková doba výrobního cyklu} = \frac{\text{čas kusový (operační)}}{\text{počet součástí současně zpracovaných na pracovišti}}$$

Tento výpočet můžeme brát v potaz, jestliže není současně na jednom pracovišti více odpracovávaných výrobků.

Výrobní cyklus se dá u plynulé výroby rozdělit na časy:

technologické časy = ruční práce, strojní, automatické a strojně-ruční práce, aj.,

nettechnologické časy = příprava a seřízení pracoviště, přeprava, technologická příprava, nakládání, skladování, kontrola kvality

časy přerušením vyvolané = organizací práce, technickým stavem zařízení, nedostatky materiálu, subjektivní příčinou pracovníka. (Tomek, 2014)

Přerušením vzniká časová prodleva a dochází k časovému trvání, které není efektivně vloženo do procesu. Časová prodleva ovlivňuje produktivitu procesu. (Svozilová, 2011)

Layout – prostorové uspořádání

Layout zobrazuje prostorové uspořádání ve výrobě. Znázorňuje uspořádání pracovních míst a dopravní cesty materiálových toků. Obojí je v kombinaci s výrobním procesem. Layoutem přinášíme do výroby úsporu místa a na volných místech můžeme umístit další výrobní programy. Návrh layoutu se musí řídit stylem výroby a výrobním programem. Pomocí eliminace skladovacích prostor a nadbytečného pohybu dochází ke zjednodušení řízení a přehlednějším pohybům materiálu.

„Štíhlý layout má tyto hlavní parametry:

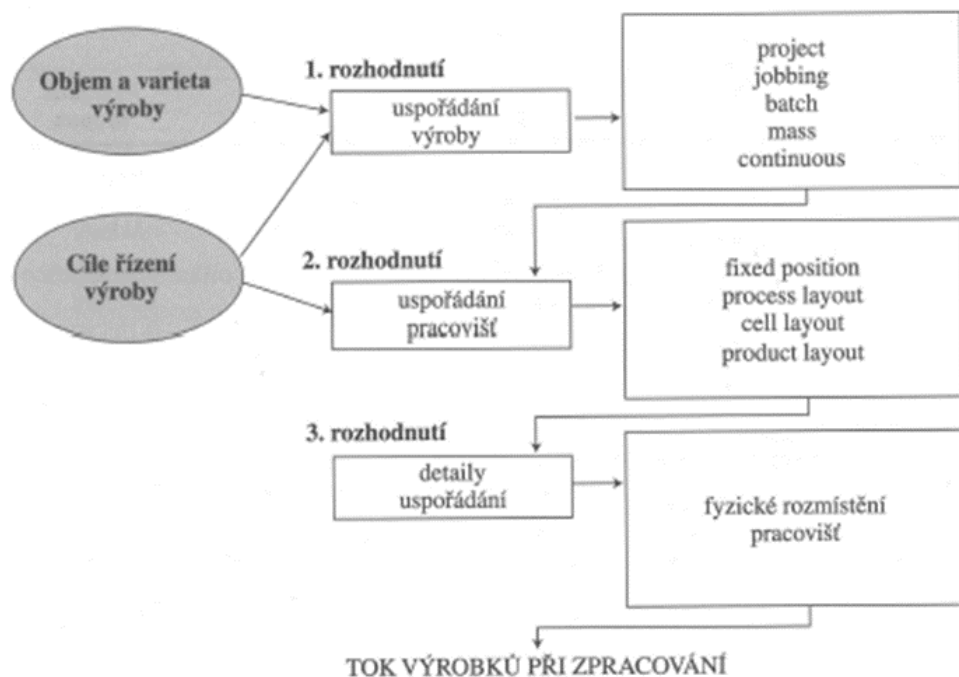
- *přímý materiálový tok směrem k lince a expedici,*
- *minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi,*

- *minimální plochy na zásobníky a mezisklady,*
- *dodavatelé co nejbliže k zákazníkům,*
- *přímocharé a krátké trasy,*
- *minimální průběžné časy,*
- *nízké náklady na instalaci.*“ (Košturiak, 2006)

Cílem štíhlého layoutu jsou parametry, mezi které lze zařadit přímý materiálový tok směrem k montáži a směrem k expedici, minimalizované přepravní toky, minimální zásobníky a mezisklady, odstranění nadbytečné manipulace, nízké náklady na instalace, výrobní množství s ohledem na variabilitu produktů a výrobní časy. (Košturiak, 2006)

Uspořádání výroby a uspořádání pracovišť by měla být vzájemně propojena:

Obrázek 5 Souvislosti rozhodování o uspořádání výroby a pracovišť



Zdroj: Keřkovský 2009

3.6 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Obecně lze nazvat bezpečnost a ochranu zdraví jako: „stav pracovních podmínek, které vylučují působení nebezpečných a škodlivých faktorů pracovního procesu na zaměstnance.“ (Galvas, 2015)

BOZP plní dvě základní funkce: preventivní a produkční. Preventivní funkce předchází situacím, při kterých by se mělo zamezovat vystavení rizikům zaměstnanců, která by mohla mít dopad na jejich zdraví. Produkční funkce má vliv na množství dané výroby. BOZP je součástí všech pracovních činností a ovlivňuje charakter práce. (Galvas, 2015)

V podnicích by mělo docházet v rámci politiky BOZP k vymezení nástrojů, díky kterým jsou stanovena pravidla použití BOZP. Řízení podniku musí přijímat obecnou politiku BOZP, kterou se řídí všichni zaměstnanci bez výjimek. Nutností tedy je určit základní nařízení, která se týkají celého podniku.

Dle Armstronga (2015) jsou vyzdvíženy čtyři základní body:

- bezpečnost a zdraví zaměstnanců a veřejnosti,
- bezpečnost má přednost před prospěchem firmy,
- všichni zaměstnanci budou maximálně usilovat o realizaci pravidel BOZP, včetně managementu a vedení,
- respektování zákonného rámce BOZP.

Systém dozoru nad BOZP je organizován přímou kontrolou zaměstnavatelem, kterou provádí vedoucí zaměstnanci či odborní pracovníci. Ti jsou odpovědní za plnění povinností vyplývajících z pracovních smluv, nikoliv za bezpečnost práce. (Galvas, 2015)

3.7 Metody pro řízení materiálového toku

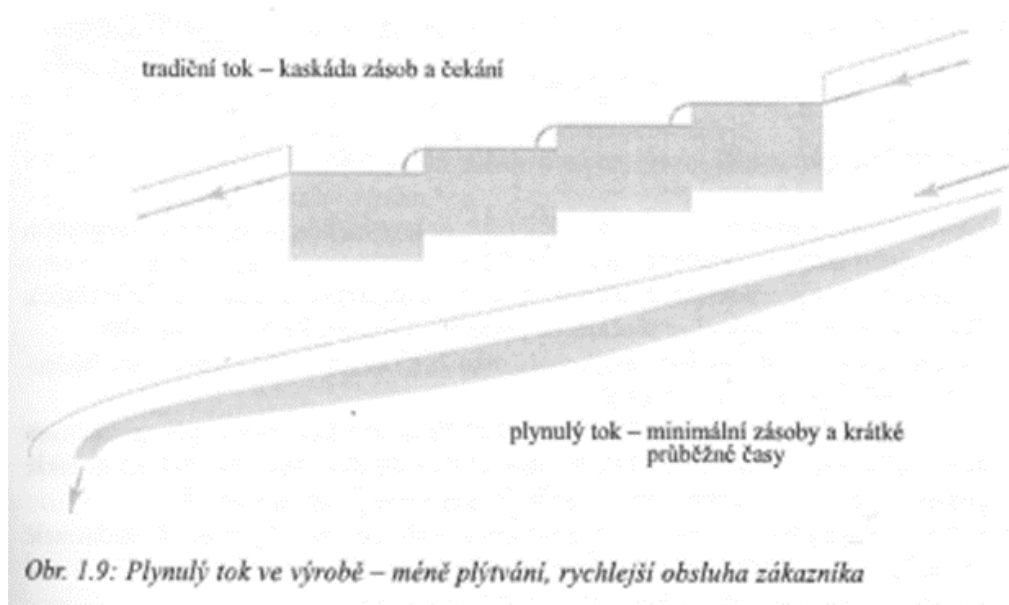
Materiálový systém provádí pohyblivost a skladovací postupy tzv. materiálové toky. Pro tvorbu přínosů pomocí využití místa a času uvedl (Lambert, 2000) pět pravidel logistiky: „Správné položky potřebné pro spotřebu nebo výrobu se dostanou na správné místo, ve správnou dobu, ve správném stavu a za správné náklady“.

Správné řízení materiálových toků napomáhá k udržení plynulého zásobování výroby.

„Synchronizace procesů a vyvážené toky ve výrobě jsou obvykle vrcholem snažení při zeštíhlování ve výrobě. Vyrábí se jen to, co chce zákazník, v požadovaném množství, čase a kvalitě.“ Košturiak (2006)

Předpoklady plynulého toku: vyváženost kapacit, stabilita kvality, fungující okolí výroby a výroba v dávkách.

Obrázek 6 Plynulý tok ve výrobě



Zdroj: Košturiak 2006

U organizačního uspořádání výrobního procesu je nutné počítat s materiálovými toky. Kritéria pro uspořádání materiálových toků jsou rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. (Keřkovský, 2009)

V logistice se také setkáváme s několika druhy plýtvání. Nejčastěji se plýtvá v zásobách, kdy může být materiál ve skladě příliš brzy a stává se tak nadbytečným, zbytečnou manipulací materiálu, jejich přesuny a přeprava, čekání na materiál, špatná komunikace mezi dodavateli a odběrateli, nevyužití dopravních kapacit, chyby v objednávání a další. (Košturiak, 2006)

Zásady zajištění zásob v JIT a JIS

Principy Just in Time a Just in Sequence bývají využívány ve firmách, které jsou zaměřeny pouze na jeden typ produktu.

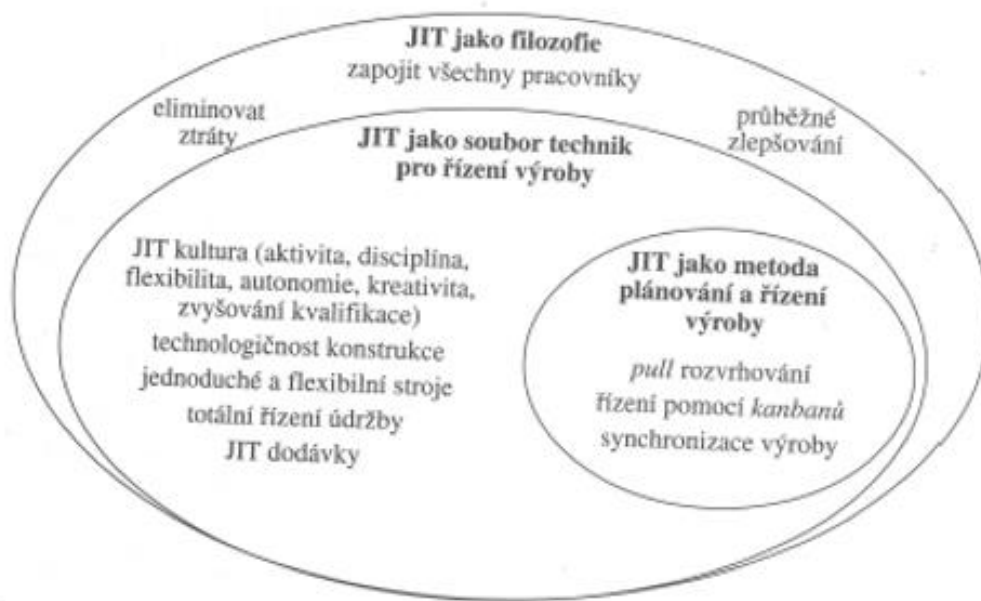
V zásadě jsou používány u systémů velkoobjemových sérií. Vedení a tažení celých systémů je v podstatě poptávka zákazníka. Zákazník odesláním objednávky uvede do pohybu každý stupeň chodu výrobního procesu. U jiných principů je zahájení procesu dle dostupnosti materiálu, ale právě u těchto metod je předností rychlost zahájení procesu, tj. v okamžiku doručení objednávky (principy se dají považovat za systémy tlačené vstupem).

Princip JIT je vybudovaný samoregulační systém řízení výroby. Základním kamenem je funkce objednávek, proto je objednávané množství na sklad jen velmi malé. (Keřkovský, 2009)

Úsilí o plynulý tok materiálu se týká od prvotních dodavatelů až ke konečným zákazníkům, tudíž celého logistického řetězce. Přepočítávání požadavků zákazníka definuje, které výrobky a v jakém množství musejí být vyrobeny a dodány zákazníkovi. Sladěním finálních a montážních procesů se zákazníkem propojuje procesy a eliminuje zásoby v celém logistickém systému. (Košturiak, 2006)

Obecně se dá říct, že metody Just in Time a Just in Sequence jsou v podnicích výhodou v mnoha sférách. Prostým cílem lze nazvat jednoduchost a viditelnost. Schopnost vidět co se děje je důležitou charakteristikou těchto principů. Samotné podílení se na produktivě a motivace zaměstnanců by mělo být výhodou ke zlepšení kvality produktů. Mezi výhody využití těchto metod patří snížení stavu zásob a meziproductů.

Obrázek 7 Aplikační stupně JIT



Zdroj: Keřkovský 2009

Tak jako každá metoda nepřináší pouze výhody, tak ale přináší i omezení a nevýhody. Těmi mohou být změny ve výrobních plánech u dodavatelů, samotné výrobní plánování nebo neochota zaměstnanců ke změnám. (Štůsek, 2007)

4 Vlastní práce

4.1 Přestavení firmy

Společnost Magna Automotive s.r.o. (dále jen Magna) je dynamicky se rozvíjející firma, která pracuje na nových projektech zejména pro společnost Škoda Auto a.s. (dále jen ŠA). Sídlo společnosti se nachází nedaleko Mladé Boleslavi. Regionální rozvoj v daném kraji se soustředí na trh práce a konkurenceschopnost, která je v dané oblasti průmyslu vysoká. Společnost se podílí na výrobě nejnovějších automobilů na trhu. Magna využívá moderní technologie a procesy, aby dokázala zásobovat co největší potencionální část sedaček pro vozy vyráběné v ŠA.

Magna je moderní společnost, která se neustále inovuje a rozvíjí se v oblastech jako je administrativní, logistika, výroba a technologie. Používá různé principy Lean managementu, mezi které patří 5S, Kaizen, 8 druhů plýtvání a Total Productive Maintenance.

Historie firmy

Magna je společnost, kterou založil rakouský migrant Frank Stronach v Torontu v kanadské provincii Ontario. Frank Stronach se v roce 1954 odstěhoval do Montrealu, kde pracoval jako pomocník v kuchyni. Díky této pracovní zkušenosti nastavil budoucí podnikovou kulturu pro své zaměstnance.

Podnikat začal v roce 1957 v nástrojařské dílně, z ní poté vyrostla dnešní společnost Magna. O dva roky později společnost dostala první automobilovou zakázku, a to výrobu kovových clon pro firmu General Motors. Dnes je firma složená z 340 výrobních závodů, 98 vývojářských center ve 28 zemích světa Severní a Jižní Ameriky, Evropy a Asie. Jednou z klíčových priorit společnosti je dosažení stabilní a prvotřídní kvality zboží vyráběného po celém světě.

Společnost Magna se řadí mezi lídry v oblasti výroby a dodávek v automobilovém průmyslu. Společnost zaměstnává celkem téměř 180 000 zaměstnanců. Magna má svou vlastní vnitropodnikovou ústavu, tzv. Chartu Magny. Charta Magny rozděluje zisk mezi akcionáře a zaměstnance, ale také zajišťuje zaměstnancům férové jednání, pracovní

podmínky a využívá principu tzv. otevřených dveří. V tuto chvíli má Magna 58 zákazníků OEM (Original Equipment Manufacturer). Mezi kterými jsou společnosti jako: Škoda Auto, Volkswagen Group, Tesla Motors, Ford, General Motors, BMW atd.

Divize společnosti

Společnost Magna se dělí celkem do sedmi divizí podle typu výroby, a to na:

- exteriéry,
- karoserie a podvozky,
- pohonné jednotky,
- autosedačky,
- mechatronika, zrcadla, světla,
- elektronika,
- kompletace a vývoj vozů.

Společnost má v České republice 5 závodů spadajících pod divizi výroby sedaček. V závodech v Chabařovicích a Teplicích se autosedačky lisují, svařují a lakují a jde převážně o sedačky pro užitkové vozy. V Lipovce u Kvasin se montují sedačky pro společnost ŠA. Předposlední závod se nachází ve Spořicích, kde probíhá montáž sedaček pro společnost BMW.

Závod v Mladé Boleslavi

Zahájení výroby zde bylo v červenci roku 2012. V závodě se montují autosedačky pro společnost Škoda Auto. Prvním projektem byla výroba autosedaček pro model Škoda Rapid, který se vyráběl do roku 2019. Poté se začaly montovat autosedačky pro model Škoda Scala, které jsou totožné jako pro model Kamiq. Na přelomu roku 2020 se výroba rozšířila do dvou montážních hal. Pro projekt Scala a Kamiq se vybudovala zcela nová hala H6 a v předchozích prostorech haly H2 se vyvinula montážní linka pro projekt elektro-vozu SK316e – Škoda Enyaq. Výrobní hala H6 se poté rozrostla o další projekt Škoda Fabia nové generace a vlastní výrobu hlavových opěrek.

Firma využívá pronajatých prostorů v jednom areálu o rozloze 3 000 m² (hala H2) a 8 000 m² (hala H6) a aktuálně má 324 kmenových zaměstnanců. Vzhledem k náběhu nových projektů je počet zaměstnanců stále vzrůstající. (Součková, 2021)

Lean management a její využití

Inovace je více než jen správně odpovídat na otázky, jak vyrábět chytřeji, ekologičtěji či bezpečněji. Pilíře inovací poskytují zdroje, které zajišťují vylepšení produktů, materiálů, postupů, trendů, obchodních praktik a předpisů. Nalezení způsobu, jak vyrábět velké množství s různou variabilitou je předností Lean managementu a hlavním lídrem ve sledovaném podniku je oddělení technologie. Pro zavádění štíhlé výroby jsou nápomocny ostatní oddělení a mezi ně se řadí výroba, logistika, kvalita a údržba. Nejedná se pouze o práci jednoho člověka, ale jedná se o komplexní řešení týmů a všechna tato odvětví jsou na sobě navzájem závislá.

Mezi hlavní úkoly oddělení technologie patří zpracování layoutů, standardizace procesů, vybalancování jednotlivých pracovních pozic, ergonomie, BOZP a kvalita výrobků. Oddělení technologie také spravuje standardizaci práce, 5S a štíhlou výrobu. Technologie dále spravuje veškeré aktualizace a programování strojů. Aktualizace a programování se provádí dle předem stanovené periody. K programování se používá specifický software. Po softwarové modifikaci je vždy nutné danou instalaci otestovat. Pro vyzkoušení správnosti softwaru je nepostradatelné použití výrobního programu, aby se mohly dané změny vyzkoušet na testovaných vzorcích.

Mezi nejpracnější aktivitu technologie je detailní analyzování každé výrobní operace. Na základě těchto dat se provádí vybalancování procesů a vyrovnání všech pracovních operací na stejnou úroveň. Technologie pravidelně spravuje montážní i nemontážní časy, které jsou analyzovány pro hlavní obsah praktické části.

Výrobní čas je vysvětlen jako běžná doba trvání dané výrobní operace. Nevýrobní čas je regulérně se opakující operace pracovníků, o kterých bude zmíněno v dalších kapitolách. Všechny tyto postupy kooperují s dodržováním bezpečnosti práce a dodržováním dokumentů standardizace práce.

Standardizace

Standardizace je plošný nástroj, kterým se řídí všichni zaměstnanci. Standardizace práce je řádně zdokumentována. Je to aktuálně nejlepší používaná metoda, která usnadňuje výrobu a zajišťuje, že je celý proces prováděn správně. Standardizace je výchozím bodem pro nepřetržité zlepšování. Nastihuje spolehlivé a efektivní metody, které vylučují zbytečnost provedení ve všech úrovních.

Ve výrobě existují jasně vymezené postupy, které jsou uvedeny v návodkách pro konkrétní činnost na určitém výrobním úseku. Pracovní návodky jsou umístěny na všech pracovištích a pomáhají pracovníkům s montáží příslušného výrobku. Detailně popisují postup pro každého pracovníka a skládají se z pracovních kroků, určení času pro každý krok, uspořádání pracoviště a množství práce. Návodky jsou v elektronické i papírové podobě. Elektronická forma je umístěna nad každým pracovištěm na monitorech. Tyto návodky jsou systémově propojeny se soustavou kontroly, aby docházelo ke správnému provedení montáže. Papírová podoba návodků je využívána pouze v nouzovém řešení v případě výpadku síťového připojení. Dodržování výše uvedených předpisů souvisí s interními pravidly: práce musí být vykonávána v požadovaném čase, kvalitě a množství.

Mezi práce, které přináší nejlepší hodnoty a zároveň jsou pro pracovníky nejbezpečnější, se řadí:

- činnosti, které jdou provádět bez zbytečných pohybů,
- práce, kterou lze provádět přirozeně bez potřeby velkého přemýšlení,
- činnosti, kde se používají jednoduché pohyby v cyklech (pohyb bez kličkování),
- práce na přidané hodnotě, kde obě ruce pracují souběžně,
- činnost, která je periodická (jedná se o pravidelně vykonávanou práci mimo rutinní kroky, např. doplňování zásobníku materiálu atd.).

Omezujícím faktorem může být variabilita výrobků, kdy se práce na daném pracovišti odchyluje. Rozdíl časových cyklů je ovlivněn podle doplňkové výbavy, která působí na dobu zpracování. Jedná se o diferenciaci verzí sedaček, které mohou být manuální i elektrické. Dalším vlivným faktorem je různé provedení potahů. Druh materiálu potahu působí na finální dobu zažehlování. Látkové potahy jsou méně mačkové a snáze žehlitelné.

Oproti tomu kožené potahy jsou náchylnější na pomačkání, a proto trvá delší dobu jejich uhlazení. Ovlivňujícím faktorem výrobního času je i výběr hlavové opěry. Hlavové opěry mohou být integrovány přímo v sedačce anebo pouze nasazené z vrchu sedačky. Integrovaná hlavová opěra v sedačce se používá pro sportovní varianty a nejčastěji bývá v kombinaci s koženým potahem, čímž se stává časově nejnáročnější. Do vhodného výpočtu výrobního taktu musí být zahrnuty všechny omezující faktory.

Patrnost standardizace procesu je i popis pracovních úkonů pro pracovníky v kancelářských pozicích. Popisy pracovních úkolů pro zaměstnance v administrativě jsou stanoveny dle kvalifikace oddělení. Všechna oddělení mají stanovené postupy, jak správně pracovat, a tyto postupy jsou zakotveny v popisu jednotlivých pracovních pozic. Vzhledem k individualitě pracovních úkolů nejsou nikdy vymezeny přesně dané kroky postupů, ale pouze hlavní body pracovní náplně. Popis pracovních úkolů a rozdělení zodpovědností stanoví manažeři určitých oddělení.

V interní dokumentaci jsou také standardizovány všechny směrnice, instrukce a formuláře.

Mezi ně jsou zařazeny:

- politika a cíle závodu,
- požadavky zákazníka,
- organigramy společnosti,
- procesní diagramy,
- pracovní instrukce,
- směrnice,
- certifikáty společnosti,
- formuláře,
- plány a programy,
- archivační a skartační seznam,
- rizika a příležitosti.

4.2 Kaizen, 5S a jejich implementace

Kultura organizace je založená na souboru systematického myšlení a na aktivním zapojování pracovníků do zlepšování. Sledovaný podnik vychází ze shodných názorů, které byly uvedeny v teoretické části této práce. Tvorba kultury Kaizen je směřována v podniku ke skupinovému rozhodování a chuti se neustále zlepšovat. Zavedení nových inovací je potřebné rozhodovat za spolupráce více oddělení, protože rozhodnutí je závislé na firemní kultuře a shodě s firemním myšlením. Součástí principu Kaizen je užívání principu 5S.

Každá firma pohlíží na princip 5S jinak. Pro některé podniky je dostačující nastavení principu 5S formou vzorových fotografií, které slouží jako podklad pro dodržování. Jiné podniky uspokojuje vizuální dojem daného pracoviště. Princip 5S se využívá v administrativních i výrobních prostorech.

V praxi tato zásada není pouze o udržování pořádku, ale pomáhá organizovat pracovní prostory pro zlepšení bezpečnosti a kvality práce a zlepšení využití času. Zavedením principu 5S jsou zkvalitňovány pracovní podmínky, zdraví a bezpečnost. Soulad 5S se standardizací zvyšuje produktivitu a kvalitu, eliminuje odpad a podporuje používání standardizace.

Pravidla 5S mohou být znázorněna přímo u pracoviště, aby je pracovníci dodržovali s co nejmenší námahou a v podvědomí si ji zautomatizovali. Po implementaci 5S pracoviště vizuálně působí jako zorganizované. Nejčastěji používaným nástrojem pro dodržení principu 5S je použití značek na podlaze, které jasně ohraničují pracoviště. Prvním krokem pro zavedení je zhodnocení aktuálního stavu a určení nedostatků, které jsou připraveny k odstranění. Druhým krokem je následné uspořádání pracoviště a uklizení. První dva kroky jsou nejnáročnější S, které trvají nejdéle. Třetí S pracuje s již zorganizovaným pracovištěm, které je nutné pouze dočistit od zbylých nečistot. Na očištěné pracoviště se mohou urovnat potřebné nástroje a označit úložné prostory pro používané nářadí. Předposledním krokem je standardizace, kterou se uskuteční umístění nástěnek na pracoviště nebo na místo k tomu určené. Nástěnky obsahují podmínky pro dodržování, tabule pak má kapsy, do kterých se mohou vkládat reporty z posledního kroku udržování a kontroly.

Pro každé odchýlení od zásad musí být zajištěna nápravná akce. Tou se zjistí příčina problému a následně se odstraní nedostatky. Prvotní příčina nedostatku by neměla nikdy být spojována s lidskou osobností, ale s nastavením správnosti procesů.

Kromě úklidových postupů a uložení nástrojů na správné místo princip 5S znázorňuje místa, kde se pracovníci mohou volně pohybovat a kde ne.

Obrázek 8 Ukázka značení cest za pomoci 5S



Zdroj: interní materiály

Pravidla BOZP

Neoddělitelným pravidlem pozorovaného procesu je dodržování zásad bezpečnosti při práci. Základním pravidlem je nošení bezpečnostní ESD obuvi (ESD anglická zkratka Electrostatic Discharge, elektrostatický výboj), která zajišťuje uzemnění pracovníka. Tento typ obuvi se používá z důvodu manipulace se součástkami, které jsou náchylné pro statickou elektřinu (např. řídicí jednotka, airbag).

V pozorovaném prostředí je podmíněno i nošení ochranných brýlí ve všech prostorech výroby. Ve skladovacích místech se musí nosit reflexní vesta a bezpečnostní přilba.

Z procesu standardizace jsou pravidelně spravovány směrnice oddělením EHS (anglická zkratka Environment, Health & Safety, Životní prostředí, zdraví a bezpečnost) a mezi ně se řadí dokumentace:

- instrukce ke strojům a chemickým látkám,
- odpadové hospodářství,
- registr rizik BOZP,
- bezpečnostní listy,
- registr zařízení obsahující chladivo,
- evidence energií,
- seznam strojů,
- kontrola regálů.

4.3 Eliminace plýtvání ve sledovaném podniku

Druhy plýtvání v této kapitole jsou sestaveny z příkladů ze sledovaného podniku. Vypozorované prvky plýtvání se shodují s autorem Košturiakem.

Neustálou eliminací plýtvání se zabývají všechna oddělení. Každé oddělení vnímá plýtvání jiným pohledem.

Logistika se soustředí na plýtvání v **přepravě a skladování**. Cílem snižování plýtvání je minimální četnost přeprav, avšak potřebně nutná a maximálně využitá kapacita kamionů. Ve skladech dochází ke snižování skladovaných zásob. Snižováním skladovaných zásob dochází ke snížení kapitálu v uskladněných zásobách. Navýšením skladovaných zásob naopak znamená zvýšení nákladů v uskladněných zásobách. Maximální uskladněná zásoba je limitována skladovacími prostory. V případě přebytku příchozího materiálu nastávají nadbytečné manipulace a je vázán příliš vysoký kapitál v zásobách.

Pohyb je nejvíce pozorován v oddělení výroby, logistiky a skladování. Množství pracovníků je modifikováno na základě výhledů od zákazníka a výrobního programu. Poté jsou pozice pracovníků propočítány a následně obsazeny příslušným počtem operátorů. Dalším sledovaným pohybem je nadměrný pohyb ve výrobě, který bude analyzován v dalších kapitolách.

Zpoždění a čekací doba nejčastěji bývají způsobeny prodlevou dodávky, či nedodáním objednaného množství od dodavatele. V interním měřítku může být čekání vyvoláno nedostatečným zavážením materiálu pro výrobní linky, což způsobuje zdržení výroby. Mezi čekání jsou zařazeny i prodlevy nových a zaučujících se pracovníků ve výrobě.

Vzhledem k tomu, že sledovaný podnik vyrábí na základě přesně stanovených odvolávek zákazníka, dochází k plýtvání **nadprodukce** pouze ojediněle. Nadprodukce se v praxi děje formou předpřipravení materiálu, který není ve skutečnosti objednan zákazníkem – například smontování plastových částí, které nejsou ve skutečnosti potřebné v následujícím pořadí sekvence. Tento typ plýtvání byl v teoretické části vysvětlen jako **nadprodukce polotovarů**.

Chyby a závady jsou zastřešovány oddělením kvality. Chyby mohou nastat ze strany dodavatele, například: nedolité plasty, špatně ušité potahy, pomačkané pěny. Ve výrobě dochází k zachycení těchto vad a díly jsou umístěny do kontejnerů na NOK materiál, který je určen na reklamaci dodavateli nebo k likvidaci. Dalším druhem plýtvání jsou chyby ze strany operátorů, kde dochází k lidské chybě: spálení potahu, poškrábaní pohledové části dílu špatnou manipulací anebo nalepení špatného typu výhřevu. Všechny tyto závady se nesmí doručit k zákazníkovi a musí být zachyceny před expedováním. Kontrola se provádí lidským faktorem při výstupní kontrole. Vyloučení chyb zachycuje soustavně systémová kontrola, díky které je každý díl skenován a hlídán při montáži.

Ve výrobě se lze setkávat i s nadprůměrně šikovnými operátory, kteří mohou být přesunuti na jiné pozice, kde by mohli být užitečnější. Rozpoznání předností operátora a využití jeho potenciálu je potřebné zužitkovat. Pokud by se tak nestalo, dochází k **nevyužití potenciálu**.

Plýtvání se netýká pouze manuálních pozic, ale i administrativy. Níže jsou uvedeny nejčastější typy osmi druhů plýtvání v administraci:

Transport:

- přesun dokumentace – emaily, elektronicky nebo fyzicky,

- příliš nadbytečný schvalovací proces,
- přesměrování hovorů,
- emailový ping-pong.

Pohyb:

- vyhledávání informací na sdílených místech, discích,
- „nahánění“ osob zodpovědných za schválení a rozhodnutí,
- „nahánění“ kolegů kvůli informacím,
- přepisování dat ze systému do systému,
- manuální kontrola dat.

Čekání:

- čekání pracovníků na schůzkách,
- čekání na IT podporu,
- pomalé připojení,
- čekání na schválení či rozhodnutí,
- čekání na konferenčních hovorech.

Nadprodukce:

- tvorba nadbytečných výstupů, než je třeba,
- tvorba nadbytečných reportů,
- sběr zbytečných dat.

Nadbytečné zpracování:

- dělání více práce, než je potřeba,
- nadbytek zúčastněných osob,
- zbytečné porady,
- zadávání stejných dat na více místech,
- příliš mnoho lidí v kopii emailu (spamování).

Zásoby:

- mnoho otevřených projektů a úkolů,
- multitasking,

- nadbytečný tisk, kopírování,
- nadbytečná dokumentace,
- nadbytečná archivace.

Chyby:

- chybně zadaná data,
- legální problémy,
- zákaznické reklamace,
- nezodpovězené emaily,
- chyby v software.

Nevyužitý potenciál:

- zaměstnanci nejsou motivováni se zlepšovat,
- nevyužití členové týmů,
- nevyužívání dostupných informací.

System TPM v praxi

V teoretické části byl tento koncept vysvětlen a ve sledovaném podniku je tento princip používán k výkonosti strojů. V podniku je předcházeno opoždění výroby nejvyšší provozuschopnosti zařízení.

Úlohou zlepšení efektivity instalací a výběr používaných strojů je za pomoci aktivní účasti pracovníků společně ve spolupráci údržby, technologie a výrobního managementu.

Hlavním lídrem pro řízení TPM je oddělení údržby. Toto oddělení plánuje pravidelné opravy, seřízení a kontroly strojů a zařízení. Údržba dohlíží na dostatek náhradních dílů ve skladu. Dále vede evidenci poruchovosti strojů a zařízení, analyzuje a navrhuje možná opatření. Cílem TPM je udržování zařízení v neustále provozu schopném stavu, a ne pouze zařízení opravovat, když jsou poškozená.

Práce údržby je hlavně pravidelnou, preventivní a prediktivní činností. Stroje se udržují ve funkčním stavu díky periodickému mazání a napínání řetězů, které předchází úplnému poškození stojů.

Využíváním TPM v podniku jsou reálně získávány:

- zařízení, která jsou snadněji udržovatelná,
- nižší počty závad kvality,
- nižší náklady na náhradní díly,
- nízké prostoje zařízení,
- více zapojení zaměstnanci.

Podpůrnou složkou údržby je oddělení výroby. Operátoři výroby před zahájením každé směny kontrolují a uvolňují svá pracoviště jednoduchou vizuální kontrolou. V případě nálezu drobného poškozeného zařízení je informováno ihned oddělení údržby, které sjedná co nejrychleji nápravu. Díky tomu se předchází velkým výpadkům strojů v průběhu jednotlivých směn výroby.

Proces výroby

Výroba sedaček probíhá v závodě dle odvolaného pořadí zákazníka. Sedačky pro jeden vůz jsou objednávány pod názvem car set. Car set obsahuje sedačku řidiče, sedačku spolujezdce, zadní (100 %) sedák a dvě zadní opěry (40 % + 60 %). Vyrobení v podniku a transport sedaček k zákazníkovi pro car set by mělo být uskutečněno maximálně za 111 minut. Počet operátorů na lince a objem výroby se odvíjí dle aktuálního výrobního plánu. Rámcově celý proces montáže jedné sedačky trvá 30 minut. Výrobní linka je rozdělena na montáž předních a zadních sedaček. V maximální vytíženosti je kapacita výrobní linky kolem 1300 car setů za den (přední + zadní sedačky). Efektivita procesu je bezprostředně závislá na prostojích ve výrobě. Ty se vztahují na funkčnost strojů, přestávky ve výrobě, nekvalitu výrobků, ale také chybějící materiál. Ani v dokonalém procesu tyto prostoje nelze nikdy trvale odstranit.

Výroba sedaček probíhá ve dvou výrobních linkách. Výrobní linka je rozdělena na přední a zadní řady sedadel, které jsou odděleny na montáž opěr a sedadel. Proces výroby probíhá pomocí principu **One piece flow** (tok jednoho kusu). Tento princip znamená, že

operátor nemá možnost pracovat na více kusech výrobků najednou. Díky tomu je produkce rychlejší a rovněž se předchází lidskému pochybení.

Během pracovní směny jsou v reálném čase přijímány objednávky zákazníka. Ty se pro výrobu přenesou na tzv. BOMy (bill of materiál). BOMy nesou detailní informace a přesné specifikace o vozu a sedačkách pro něj určených. Specifikací se rozumí seznam komponentů a jejich provedení. Ve zjednodušeném popisu je základní kostrou sedaček rám, na který je nadále navlečena pěnová část a jako vrchní vrstva potah. Sedačky dále obsahují charakteristické bezpečnostní prvky jako je například airbag, zámek pásu, isofix a hlavová opěra. Volitelné manuální nebo elektrické provedení sedaček je vybaveno různými ovládacími plastovými komponenty.

První krok výroby je zahájen po obdržení BOMu, kdy pracovník úvodní operaci zahájí naskenováním BOMu do systému výroby. Systém automaticky hlídá postup pracovníka tak, aby nedocházelo k vynechání nebo záměně montážní operace. Montáž na jednotlivých pracovištích je určena dle pracovních postupů. Systém automaticky hlídá po naskenování BOMu jaký krok má pracovník na sedačce uskutečnit. Pro zpětnou dohledatelnost kontroly je systém propojený s osobním číslem operátora. Pracovník po provedení operace potvrdí správnost v řídicím systému načtením kódu pro ukončení operace. Takto rozpracovaná sedačka přejíždí na montážní paletě nebo se manuálně posouvá na další pracoviště až do kompletního smontování.

Konečným záchytným bodem sedačky před expedicí je výstupní kontrola hotového výrobku. Výstupní kontrola probíhá elektromechanicky a vizuálně operátorem. V případě NOK výsledku je sedačka poslána na repasní pracoviště, kde vždy dojde k nápravě chybného komponentu.

Na konci montážní linky jsou přední a zadní sedačky integrovány k sobě na expediční paletu. Po závěrečné kontrole s OK výsledkem je kompletní set sedaček odeslán na expediční linku, kde je paleta zařazena do sekvenčního pořadí zákazníka. Expedování a řazení palet je zcela automatizovaný a systémově programovaný proces. Sedačky jsou na expediční paletě transportovány kamionovou dopravou v pravidelném intervalu a dopraveny k zákazníkovi přímo na montážní linku. (Součková, 2021)

4.4 Výrobní pracoviště

Pro zjištění současného stavu bylo využito vlastních zkušeností, pozorování a nahlížení do informací z podnikové dokumentace. Vlastním pozorováním bylo shledáno několik míst ke snížení nadbytečných úkonů v procesu výroby.

Vzhledem k tomu, že firma dodává zákazníkovi principem JIS (anglická zkratka Just in Sequence), je nezbytně nutné každou implementaci nového pracoviště dopředu řádně promyslet. Zavádění inovací a instalace nových zařízení v montážní lince vyžaduje zastavení výroby. Proto se tyto aktivity uskutečňují v době, kdy výroba nevyrábí. Ideálním obdobím je celozávodní odstávka anebo prodloužené nevyrobní víkendy. Celý průběh implementace změny je strategicky řízen. Všechny fáze postupu jsou předem analyzovány, plánovány, organizovány a před finální verzí rozhodnutí kontrolovány.

Postup výběru z nejvhodnějších navrhovaných variant je řízen manažery výroby, technologie a kvality. Dosažení žádoucího stavu procesu je výsledkem výběru ze všech navrhovaných variant.

Průběh instalace zpravidla prochází několika po sobě jdoucími operacemi:

- nahrazení systémů,
- namontování nových přípravků a příslušenství,
- nainstalování a naprogramování systému,
- úprava materiálových toků,
- zkouška výrobního procesu – po provedení všech bodů výše se provádí testování výrobního procesu. Zkouška před skutečnou výrobou může odhalit skryté vady instalace.

Materiálové toky

Výrobní proces je nastaven dle posloupnosti a návaznosti komponentů tak, aby byl co nejvíce efektivní. Na tomto principu jsou rozděleny i skladovací prostory, aby nedocházelo k neefektivním přesunům materiálu. Potřebné komponenty mají své skladovací pozice výrobní linky. Pro snadnější dohledatelnost jsou skladovací pozice řádně označeny číslem uskladněného materiálu. Všechny komponenty průběžně doplňují manipulanti logistiky, kteří je dopravují na paletových vozících.

U všech skupin komponentů bylo předem vypočítáno, jaká bude spotřeba vstupujícího materiálu. Veškeré materiálové toky jsou kalkulovány při samotném návrhu optimálního návržení layoutu dle dlouhodobých výhledů zástavbovosti zákazníka v maximální kapacitě. V případě změny procenta EBR (Einbaurate; německá zkratka zástavbovosti) v době projektu jsou následně navrhovány změny uskladnění materiálu anebo kompletní uzpůsobování výrobního postupu.

Materiál ve velkém balení se naskladňuje podél výrobního pásu. Velké komponenty se umísťují přímo podél linky na kolejnice a drobné komponenty jsou uskladněny v boxech v regálech.

Většina regálů je osazena kolečkovým systémem, aby bylo možné zaskladnit k výrobní lince více kusů balných jednotek. Kolečkový systém v regálech automaticky posouvá materiál směrem k lince. Při řešení vhodného uspořádání nelze zapomenout ani na manipulaci s prázdnými obaly od materiálu. Kolejnice na prázdné obaly jsou protisměrného spádu než pro vstupující materiál. Pro plynulý chod výroby jsou vyprázdněné obaly od materiálu vraceny do regálu, z kterého je manipulanti logistiky pravidelně odváží. U velkých boxů je vždy počítáno s rezervním místem pro jejich odvoz.

Pro vývoj standardizované práce výrobní linky se pracuje s kompletním procesem včetně pořadí prací, zapojení manuálních i strojních časů. Během přípravy tvorby layoutu je používána pomocná a předběžná tzv. cardboard simulace, pomocí které se znázorňují pracoviště za využití krabic, aby byla jasná představa budoucího umístění.

Obrázek 9 Ukázka cardboard simulace



Zdroj: <https://www.jig.space/case-studies/3d-prototyping-in-advanced-manufacturing-with-medtronic>

Uchování všech dílů na správných pozicích umožňuje snadnější sestavení hotových výrobků. Jestliže by byl sklad neorganizovaný, docházelo by k dlouhému hledání příslušného materiálu a nadbytečnosti pohybu pro materiál, čímž by docházelo ke ztrátě efektivity.

Obrázek 10 Ukázka zkoušky uspořádání materiálu



Zdroj: <https://www.cardboardengineering.de>

Layout pracoviště

Prostorové uspořádání působí na veškeré prvky výrobního systému. Správné uspořádání je propojeno s principem 5S, kterým bylo již vysvětleno, že každý nástroj musí mít své místo.

Parametry layoutů jsou podmíněné možnostmi prostorů a jejich uspořádání mají vliv na:

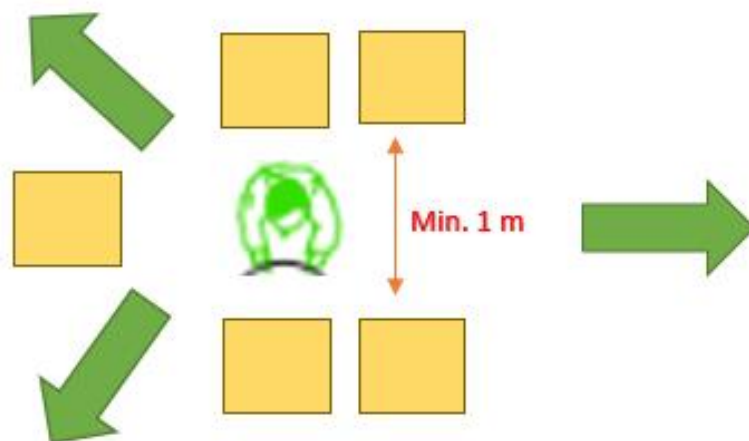
- celkovou plochu,
- výrobní plochu,
- volnou a nevyužitou plochu,
- délku dopravních cest,
- rozměry manipulačních uliček,
- stroje,
- skladovací prostory.

Správné uspořádání všech těchto prvků ovlivňuje ergonomii celého provozu.

Pracoviště:

- nesmí být v žádném prostoru užší než 1 m,
- prázdná podlahová plocha je minimálně 2 m².

Obrázek 11 Minimální velikost pracoviště



Zdroj: vlastní zpracování

Cesty a uličky:

- cesty jsou minimálně 1,1 m,
- pro vozíky je určující šířka vozíku nebo nákladu + 400 mm.

Montážní průchod:

- minimální šířka provozních a montážních průchodů a vzdálenost od stavby budovy musí být min. 600 mm.

Obrázek 12 Zobrazení únikových cest



Zdroj: vlastní zpracování

Únikové cesty jsou podmíněny počtem pracovníků a použitým vybavením podle možnosti úniku z prostoru. V obou směrech jsou nejužší šířky průchodové uličky v šířce 60 cm.

Ve zpracovaných layoutech je pracovní plocha vymezena žlutou čarou, která znázorňuje a ohraničuje výrobní prostory. V těchto místech nehrozí střet operátorů s vysokozdvihnými vozíky, které zaváží materiál na montážní linku. Úsilím podniku je pokles množství materiálu u výrobní linky, z důvodu minimalizování provozu vysokozdvihných vozíků tam, kde by mohlo dojít ke kontaktu s pracovníky.

Zkoumaný stav montážního procesu se nachází v úseku předních sedáků. Tato pozice je rozdělena na dvě části. V první části pracoviště operátor č. 1 uchopí vhodný rám dle BOMu a usadí ho do přípravku. Poté na něj operátor č. 2 namontuje potřebné komponenty. Po ukončení všech činností na polotovaru (budoucím sedáku) uchopí operátor

č. 1 rám a tím dochází k manuálnímu přesunu z montážního stojanu na dopravníkový pás. Polotovar na dopravníku přejíždí na druhé pracoviště, kde na rám montují následující pracovníci další komponenty. Na tomto pracovišti dochází k dalšímu přesunu polotovaru z dopravníkového pásu na montážní stůl.

Na pracovním stole operátor č. 3 zkompletuje rám s pěnou a připraví vhodný potah dle BOMu. Po namontování komponentů a přichycení potahu se vrací předpřipravený polotovar sedáku zpět na dopravníkový pás. Po dopravníkovém pásu se sedák automatizovaně přesouvá na konec dopravníku.

Na konci tohoto dopravníkového pásu je připravený operátor č. 4, který opětně manipuluje se sedákem a předává ho na montážní paletu automatické linky. Na automatické lince se kompletuje s připravenou opěrou. Po této operaci je sedačka finálně zkompletována. Dle vyznačeného stavu je zřejmé, že na pracovišti dochází opakovaně k nadbytečné manipulaci s polotovarem sedáku.

Popsaný proces je zakreslen do Layoutu na následujících obrázcích (viz. obr. č. 14 a č. 15), kde jsou kromě operátorů umístěny:

- Zásoby materiálu – jsou podél výrobní linky v plastových bednách. V layoutu je započítáván i transport plných i vyprázdněných beden od materiálu.
- Odpadové hospodářství, které je určeno pro tříděný odpad – znázorněný kontejner je určen na papír, z oblasti výroby se používá pro kartonové krabice od materiálu, kartonové proklady z balení a papírové etikety z beden.
- Pracovní stůl – je místo určené pro operátora. Na něm pracovníci manuálně kompletují rozpracované výrobky. Na pracovním stole je umístěn držící přípravek, do kterého se uchycuje díl, na který se dále montují komponenty.
- Box na vadné a nekvalitní výrobky – je určen na zničené výrobky z montáže. Vyřazený materiál je pravidelně tříděn a odpisován k sešrotování oddělením kvality. Potahový materiál není ve všech případech zničen vyhazován, ale v některých případech je opravitelný.

- Kolejnicové regály – jsou umístěny vedle a nad dopravníkovým pásem. V regálech jsou zaskladněny potřebné komponenty k danému pracovnímu úseku.
- Automatická linka – je dvoupatrový pásový mechanismus, který ve spodní části transportuje prázdné montážní palety a na vrchní posouvá montážní palety s již rozpracovanými polotovary. Pro vývoz prázdných palet ze zásobníku využívá elektrického výtahu.
- Dopravníkový pás – je pohyblivý pás sloužící k přepravě rozpracovaných výrobků mezi dvěma úseky. Pás je z nesmekavého materiálu, který je napnutý na kolejnicovém systému.

Všechny tyto body jsou zakresleny pro jednodušší porozumění v barevném provedení na obrázku č. 13.

Obrázek 13 Vysvětlivky pro znázorněné layouty

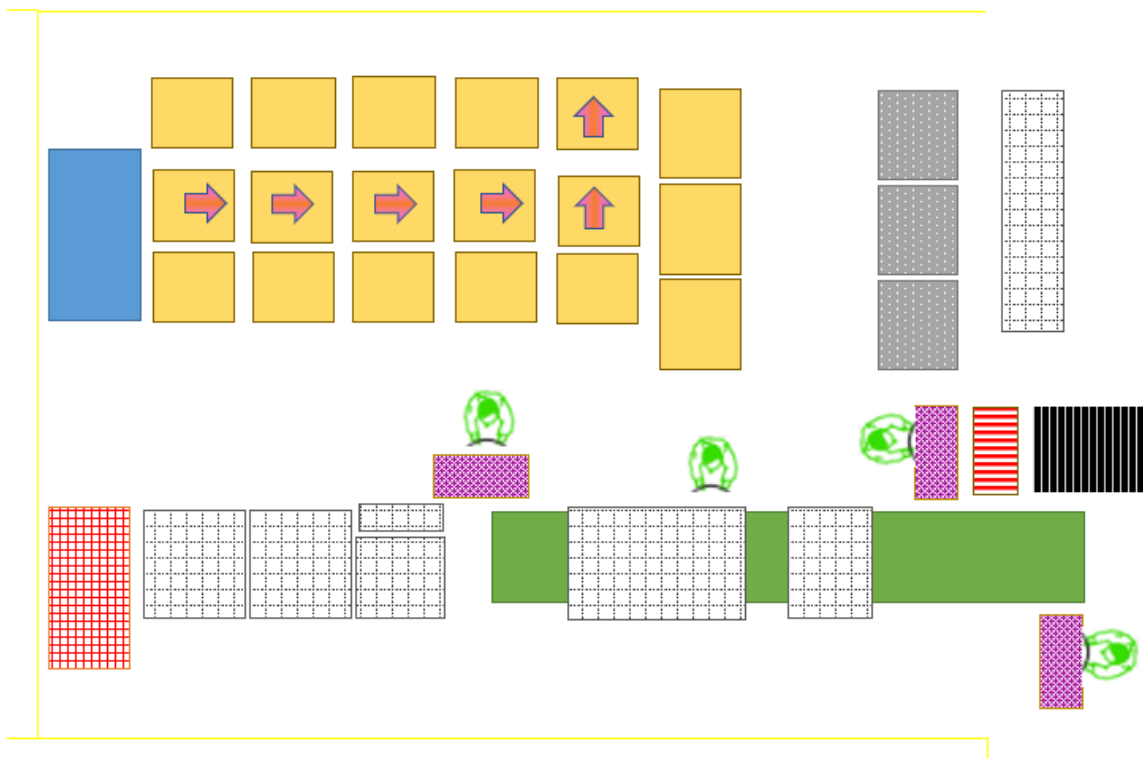
| Barevné značení | |
|--|---|
| Zásoby materiálu |  |
| Odpadové hospodářství - papír |  |
| Pracovní stůl |  |
| Vadné výrobky, nekvalita |  |
| Kolejnicové regály |  |
| Elektrický výtah a elektrický rozvaděč |  |
| Zásoby materiálu - potahy |  |
| Automatická linka |  |
| Dopravníkový pás |  |

Zdroj: vlastní zpracování

Aktuální stav výrobní linky je znázorněn obrázkem č. 14. V dolní části obrázku je vidět pracoviště, na kterém jsou 4 operátoři. Vysoký podíl nadbytečné manipulace nepřidávají

hodnoty v celkovém čase. Činnosti souvisejí i s ergonomií – způsobují zbytečné shýbání, ohýbání a přenášení výrobku a jsou důsledkem nedostatečného využití pracoviště.

Obrázek 14 Layout před návrhem změny

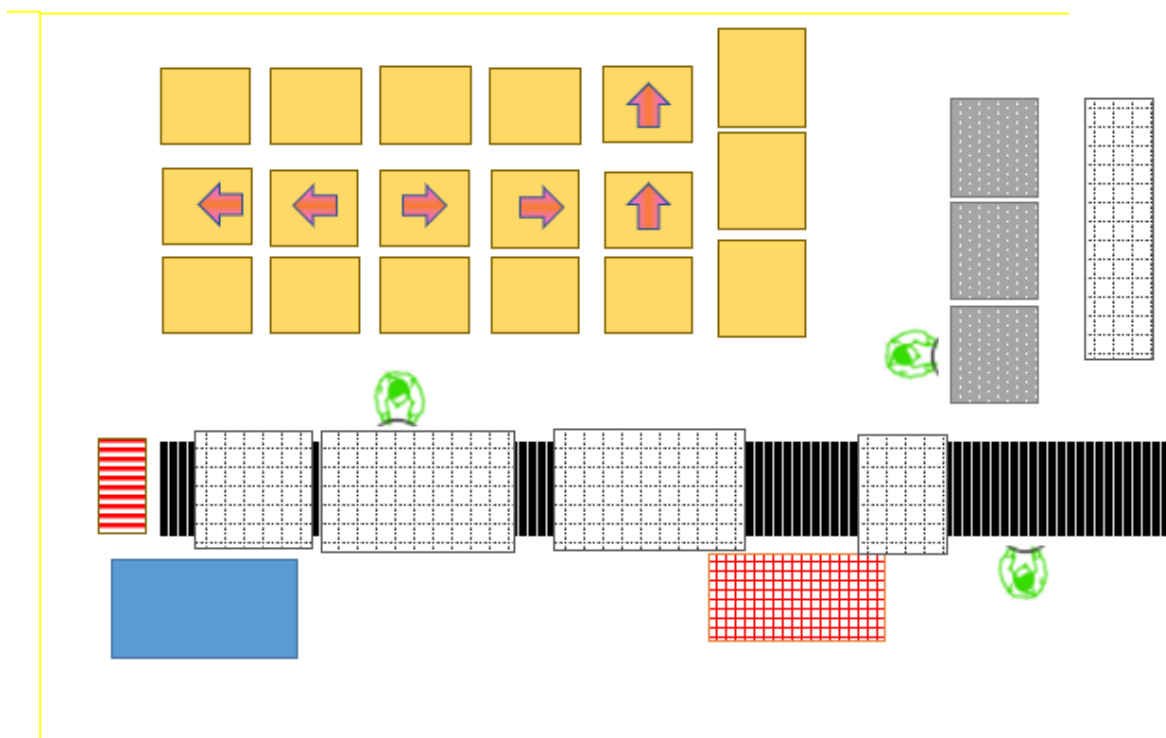


Zdroj: vlastní zpracování

Navazujícím krokem je zpracování návrhu prostorového uspořádání viz obrázek č. 15. Po implementaci navrhované změny dojde k nahrazení montážní linky automatickým dopravníkovým systémem montážních palet. Dopravníkový pás vymění montážní linka, na které se montážní palety pohybují automaticky a jsou ovládané řídicím systémem.

Zásoby materiálu jsou u výrobní linky umístěny posloupně dle potřeby pro určené výrobní operace. Směr šipek znázorňuje směr odvozu prázdných boxů od materiálu po jejich spotřebování. V regálech nad a podél linky je materiál umístěn v jednotlivých boxech. Po vyprázdnění boxu je tento box odebírán operátorem a vložen do regálu určeného pro prázdné obaly. Z této pozice je manipulát logistiky pravidelně odváží. Regálové systémy jsou navrženy tak, aby se po zešikmených kolejnicích materiál dostal samovolně do první řady k lince.

Obrázek 15 Layout po navrhované změně



Zdroj: vlastní zpracování

Hlavním krokem změny bude implementace nové výrobní linky a prodloužení stávající linky, díky které dojde k přestěhování paletového výtahu na konec. S touto instalací je spojeno několik navazujících změn. První z nich je úprava a přestavba uspořádání stávajících regálů s materiálem. Další změna nastane ve směru odvozu vyprázdněných beden od materiálu. Změnou směru odvozu prázdných beden dojde k přemístění kontejnerů pro odpadní materiál a boxu pro vadné výrobky.

Přeměnou dojde k usnadnění výrobní operace, protože rám sedáku bude na první pozici přímo vkládán na montážní paletu automatické linky a sedák se z palety již nebude muset sundávat. Veškeré operace budou probíhat na sedáku upnutém v montážní paletě. Navíc montážní palety disponují několika otočnými mechanismy, aby bylo možné se bezpečně a ergonomicky při zachování kvality dostat pod sedačku a na bok sedačky. Paleta je zcela otočná a dá se zvedat až pod úhlem 60 stupňů.

K nahrazení shledaného nevyhovujícího stavu je potřebné těchto procesů:

- nahrazení dopravníkového systému,
- namontování automatizované výrobní linky a jejího příslušenství,
- nainstalování nových přípravků,
- naprogramování a synchronizace výrobního systému,
- změna skladovacích regálů, rozvržení pozic dle potřeby a objemů,
- posunutí podlahových kolejnic pro materiál podél linky,
- otestování strojů.

Po nainstalování všech bodů výše je nevyhnutelně nutné vyzkoušet kompletnost všech bodů jako ostrý (reálný) výrobní program. Testování výrobního procesu se provádí za přítomnosti podpůrných oddělení. V případě nákupu nového stroje je tato zkouška za přítomnosti programátora z dodavatelské firmy.

Samotná přeměna pracoviště je před zahájením akce instalace dopředu naplánována. V této situaci je aktivně využíváno Kaizenu, díky kterému dochází ke kolektivní spolupráci. Pro navrhovanou změnu je potřebné přesně stanoveného a jasného harmonogramu plánovaných úprav a po představení návrhu musí dojít k odsouhlasení managementem. Po vypracování plánu instalace je uskutečněno koncipování činností a jejich následující kontrola. Poslední bod akce je uskutečněn jako porovnání s primárním plánem. Zároveň s úpravou výrobní linky je brána v úvahu i úprava procesu v pracovních návodkách. Úprava pracovní návodek se standardně navrhuje a schvaluje před úplným schválením instalace.

Zlepšení ergonomie

Základem správné ergonomie je přizpůsobení pracovních podmínek vůči zaměstnancům.

Faktory pro usnadnění pracovních podmínek a zlepšení ergonomie jsou:

- opakování – kolikrát se opakuje pohyb pracovníka do daného časového úseku
- manipulace rukou,
- pohyb prstů,
- pohyb zápěstí,
- pohyb loktů,
- pohyb ramen,

- pohyb krku a zad.

Pohyb:

- podle ohybnosti rukou ve stupních: 30°, 40°, 60°, 90°,
- negativní, kdy jsou ruce za zády,
- pozitivní, kdy jsou ruce natažené před sebou.

Po zavedení změny uspořádání dojde ke zlepšení ergonomie. Díky přímému umístění výrobku na montážní paletu odpadne operátorovi opakované manuální přenášení. Operátor nebude zvedat břemena a ani se nebude předklánět k provedení montáže komponentů. Manipulace s břemeny v podniku je regulována dle zákoníku práce a odpovídá maximálním limitům viz tabulka č. 1 a č. 2.

Tabulka 1 Limity pro manipulaci s materiálem pro muže

| Muži | Maximum |
|--|----------------|
| Manipulace občas (maximálně 30 min za směnu) | 50 kg |
| Manipulace často | 30 kg |
| Limit pro směnu | 10 000 kg |

Zdroj: interní materiály – vlastní zpracování

Tabulka 2 Limity pro manipulaci s materiálem pro ženy

| Ženy | Maximum |
|--|----------------|
| Manipulace občas (maximálně 30 min za směnu) | 20 kg |
| Manipulace často | 15 kg |
| Limit pro směnu | 6 500kg |

Zdroj: interní materiály – vlastní zpracování

Na základě ergonomie jsou na různých pozicích pracovníci rotováni. Některé operace jsou rozlišovány dle zátěže na mužské a ženské. Hodně namáhavé pozice se obsazují pouze muži.

Některé činnosti jsou skutečně fyzicky náročné, a proto se na těchto činnostech pracovníci střídají v pravidelných intervalech. V případě, že se dodržuje správná ergonomie není potřeba pracovníky střídat v tak častých intervalech, ale až po 4 hodinách. Na jednodušších pozicích se operátoři nestřídají po dobu celé směny.

Díky implementování vhodných prostředků se může náročná pozice stát méně náročnou, jestliže dojde ke správnému rozložení ergonomie. Změna ergonomie může mít pozitivní, ale i negativní vliv na výrobní čas. Díky modifikaci vhodné výšky uskladnění materiálu nastává rozprostření do vzdálenějších míst od pracoviště. V tomto případě pracovník může jít pro materiál delší čas a tím může ovlivnit čas výroby.

4.5 Měření výrobních časů

Výrobní režim je opakující se ve směnách a druh práce se opakuje sekvenčně v daném cyklu. Jednotlivé pracovní kroky jsou rozděleny na činnosti operátora a čas práce stroje, kdy operátor čeká. V ideálně vybalancovaném procesu operátor nečeká, ale paralelně pracuje na jiné operaci.

Do výrobního času je započítána manipulace s materiálem včetně doplňování materiálu k výrobní lince. V návaznosti na prostoje jsou započítávány i záporné časy neboli negativní činnosti. Mezi tyto činnosti jsou zahrnuty špatné úkony operátorů, opravy polotovarů, výměna vadného materiálu a doba, kdy se operátor nevěnuje práci.

Pro přípravu zkoumání výrobních časů se počet obsazenosti operátorů provádí dle jednoduché úvahy. Jestliže hodnota přesahuje 1,0 je potřebné přidat operátora na danou pozici i v případě, že se jedná o pouhé desetiny. V případě přesažení hodnoty 1,0 a zanechání původního stavu se stanoviště stává tzv. úzkým místem a není možné dodržet plánovanou kapacitu výroby.

Pokud nastane tato situace je nevyhnutelné tzv. vybalancování procesu neboli taktování procesu, které je možné upravit například odebráním jednoho z úkonů na dané pozici anebo přemístěním úkonu na pozici jinou. V tabulce č. 3 je uveden příklad podmíněnosti obsazení operací počtem operátorů.

Tabulka 3 Příklad potřeby operátorů na pozicích

| | Operace 1 | Operace 2 | Operace 3 | Celkový počet operátorů |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| Hodnota potřeby | 0,5 | 0,25 | 1,15 | 4 |
| Hodnota potřeby | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 3 |
| Hodnota potřeby | 1 | 0 | 0,9 | 2 |

Zdroj: vlastní zpracování

Množství operátorů se využívá do výpočtu efektivity. Efektivita se počítá z celkem vyrobených kusů za den a celkového počtu operátorů obsazených na všech pracovních pozicích. Pro výpočet je použit plánovaný počet car setů = 405 ks.

$$\frac{\text{Počet car setů}}{\text{Počet operátorů}}$$

Celkový počet obsazenosti = 25 operátorů.

Efektivita v celku = 16,2. Tato hodnota je výsledek vyrobených kusů jedním operátorem za 8 hodin.

$$\frac{405}{25}$$

Dalším postupem pro kalkulaci počtu operátorů je výpočet plánovaného výrobního taktu. Výrobní takt se zohledňuje o 10% neefektivitu.

Neefektivita obvykle obsahuje činnosti:

- neefektivita operátora,
- technologické prostoje,
- periodicky se opakující operace,
- logistické operace,
- úklid pracoviště.

Pro kalkulaci následujících výpočtů je vycházeno z 8hodinové pracovní doby, která obsahuje jednu 40minutovou přestávku.

$$8 \times 60 = 480 \text{ minut}$$

$$480 - 40 = 440 \text{ minut}$$

Plánovaný takt je počítán z výrobního času bez přestávek. Proto je počítáno s 440 minutami.

440 minut = 26 400 sekund

40 minut pauza = 2 400 sekund

Plánovaný počet car setů = 405 ks

Plánovaný takt = 65,20 sekund.

$$\frac{26\,400}{405}$$

Takt na jeden vyrobený kus = 32,6 sekund.

$$\frac{65,20}{2}$$

Plánovaný takt s 10% neefektivitou: $65,20 * 0,9 = 58,7$ sekund (tato hodnota je použita v následujících tabulkách č. 6 a č. 10)

Pro následující analýzu, které se z části věnuje tato práce byly změřeny výrobní časy na úseku předních sedáků. Měření bylo realizováno u 10 operátorů na všech operacích Sv měřeném úseku. Pozice je rozdělena na 21 jednotlivých operací. Změřené hodnoty jsou zapsány v následující tabulce.

Poslední potřebnou částí výpočtu je zohlednění EBR, dle zákazníka. EBR v procentech je zpracováno ze smluvních informací. Ze zkušenosti víme, že se EBR může změnit kdykoliv v průběhu celé doby projektu.

Tabulka 4 Měření času v 10 opakování

| | Název operace | Číslo měření | | | | | | | | | |
|----|---|--------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Skenování BOM | 2,8 | 2,9 | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 3 | 3,2 | 2,8 | 3 | 2,8 |
| 2 | Odebrání rámu z obalu + naskenování materiálu | 5,8 | 5,9 | 5,8 | 5,6 | 6,1 | 5,9 | 5,8 | 5,8 | 5,6 | 6 |
| 3 | Nasazení rámu do přípravku | 3,6 | 3,8 | 3,9 | 3,5 | 3,9 | 3,6 | 3,9 | 3,7 | 3,9 | 3,8 |
| 4 | Zapojení konektorů a nastavení sedáku | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,7 | 2,2 | 2,9 | 2,7 | 2,6 | 2,7 | 2,4 |
| 5 | Odebrání madla z obalu | 2,5 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 2,8 | 2,5 |
| 6 | Montáž madla na rám | 3 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3,6 | 3,4 | 3,2 | 3,2 | 3,1 | 3,2 |
| 7 | Odebrání vsazovací matice Isofix z obalu | 2,4 | 2,5 | 2,1 | 2,4 | 2,2 | 2,6 | 2,4 | 2,7 | 2,4 | 2,3 |
| 8 | Montáž vsazovací matice Isofix na rám | 7,1 | 7,2 | 7,1 | 7,3 | 6,9 | 7,1 | 7 | 6,8 | 7,1 | 6,9 |
| 9 | Odebrání držáku řídicí jednotky | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 3 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 2,6 |
| 10 | Montáž držáku řídicí jednotky | 8,2 | 8,3 | 8,2 | 7,9 | 8,4 | 8,2 | 8,1 | 8,2 | 7,9 | 8,2 |
| 11 | Odebrání řídicí jednotky | 3,8 | 3,9 | 4,1 | 3,9 | 3,9 | 4,1 | 4 | 3,7 | 3,9 | 3,8 |
| 12 | Montáž řídicí jednotky | 5,8 | 6 | 5,6 | 5,9 | 5,8 | 5,9 | 5,8 | 5,7 | 6,1 | 5,8 |
| 13 | Odebrání kabelového svazku z obalu | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,3 | 4,6 | 4,4 | 4,3 | 3,9 | 4 | 4,4 |
| 14 | Spojení kabelového svazku s řídicí jednotkou | 3,1 | 3,2 | 3,4 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3 | 3,6 | 3,2 | 3,2 |
| 15 | Zapojení do držáku řídicí jednotkou | 2,2 | 2,4 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,6 | 2,7 | 2,4 | 2,9 |
| 16 | Odebrání senzoru z obalu a naskenování | 2 | 2,1 | 1,9 | 2 | 2 | 2,1 | 1,8 | 2 | 1,8 | 1,9 |
| 17 | Montáž senzoru na rám | 2,3 | 2 | 2,1 | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 2 | 2,1 | 2,2 | 2 |
| 18 | Zapojení konektoru do motoru | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 3,1 | 3,3 | 3,2 | 3,4 | 3,3 |
| 19 | Manuální zapojení senzoru | 4,2 | 3,9 | 3,7 | 4 | 3,9 | 3,8 | 3,9 | 3,7 | 3,7 | 3,9 |
| 20 | Přichycení kabelů gumičkou | 3,3 | 3,2 | 3,8 | 3,3 | 3,6 | 3,2 | 3,3 | 3,6 | 3 | 3,1 |
| 21 | Přemístění z přípravku na dopravníkový pás | 9,8 | 10,5 | 10,2 | 9,9 | 10,8 | 10,3 | 10,2 | 10,1 | 10,9 | 10,2 |

Zdroj: vlastní zpracování, hodnoty jsou uvedeny v sekundách

Ze všech změřených hodnot je vyhodnocen nejrychlejší opakující se čas a nejpomalejší čas. Fluktuace je vypočítána jako rozdíl mezi nimi.

Tabulka 5 Sumarizace nejčastěji se opakujících časů

| | | Nejrychlejší opakující se čas v sekundách | Nejpomalejší čas v sekundách | Fluktuace |
|---------------|--|---|------------------------------|------------|
| 1 | Skenování BOM | 2,8 | 3,2 | 0,4 |
| 2 | Odebrání rámu z obalu | 5,8 | 6,1 | 0,3 |
| 3 | Nasazení rámu do přípravku | 3,9 | 3,9 | 0 |
| 4 | Zapojení konektorů a nastavení sedáku | 2,7 | 2,9 | 0,2 |
| 5 | Odebrání madla z obalu | 2,5 | 2,8 | 0,3 |
| 6 | Montáž madla na rám | 3,2 | 3,6 | 0,4 |
| 7 | Odebrání vsazovací matice Isofix z obalu | 2,4 | 2,7 | 0,3 |
| 8 | Montáž vsazovací matice Isofix na rám | 7,1 | 7,3 | 0,2 |
| 9 | Odebrání držáku řídicí jednotky | 2,9 | 3,1 | 0,2 |
| 10 | Montáž držáku řídicí jednotky | 8,2 | 8,4 | 0,2 |
| 11 | Odebrání řídicí jednotky | 3,9 | 4,1 | 0,2 |
| 12 | Montáž řídicí jednotky | 5,8 | 6,1 | 0,3 |
| 13 | Odebrání kabelového svazku z obalu | 4,3 | 4,6 | 0,3 |
| 14 | Spojení kabelového svazku s řídicí jednotkou | 3,2 | 3,6 | 0,4 |
| 15 | Zapojení do držáku řídicí jednotkou | 2,4 | 2,9 | 0,5 |
| 16 | Odebrání senzoru z obalu a naskenování | 2,0 | 2,1 | 0,1 |
| 17 | Montáž senzoru na rám | 2,1 | 2,3 | 0,2 |
| 18 | Zapojení konektoru do motoru | 3,3 | 3,6 | 0,3 |
| 19 | Manuální zapojení senzoru | 3,9 | 4,2 | 0,3 |
| 20 | Přichycení kabelů gumičkou | 3,3 | 3,8 | 0,5 |
| 21 | Přemístění z přípravku na dopravníkový pás | 10,2 | 10,9 | 0,7 |
| Celkem | | 85,9 | 92,2 | 6,3 |

Zdroj: vlastní zpracování

Nejrychleji se opakující čase je použit do následujících výpočtů. Hodnoty ve sloupci Vážený čas + prostoje dle EBR jsou vypočítány vzorcem:

Plánovaný takt x nejrychlejší opakující se čas

Tabulka 6 Výrobní časy na pozici předních sedáků

| | Název operace | Plánovaný takt v sekundách | EBR | Nejrychlejší opakující se čas v sekundách | Vážený čas + prostoje dle EBR |
|-------------------------|--|----------------------------|------|---|-------------------------------|
| 1 | Skenování BOM | 58,70 | 100% | 2,80 | 2,80 |
| 2 | Odebrání rámu z obalu | | 100% | 5,80 | 5,80 |
| 3 | Nasazení rámu do přípravku | | 100% | 3,90 | 3,90 |
| 4 | Zapojení konektorů a nastavení sedáku | | 50% | 2,70 | 1,35 |
| 5 | Odebrání madla z obalu | | 50% | 2,50 | 1,25 |
| 6 | Montáž madla na rám | | 50% | 3,20 | 1,60 |
| 7 | Odebrání vsazovací matice z obalu | | 50% | 2,40 | 1,20 |
| 8 | Montáž vsazovací matice na rám | | 50% | 7,10 | 3,55 |
| 9 | Odebrání držáku řídicí jednotky | | 50% | 2,90 | 1,45 |
| 10 | Montáž držáku řídicí jednotky | | 50% | 8,20 | 4,10 |
| 11 | Odebrání řídicí jednotky | | 50% | 3,90 | 1,95 |
| 12 | Montáž řídicí jednotky | | 50% | 5,80 | 2,90 |
| 13 | Odebrání kabelového svazku z obalu | | 100% | 4,30 | 4,30 |
| 14 | Spojení kabelového svazku s řídicí jednotkou | | 100% | 3,20 | 3,20 |
| 15 | Zapojení do držáku řídicí jednotkou | | 100% | 2,40 | 2,40 |
| 16 | Odebrání senzoru z obalu a naskenování | | 100% | 2,00 | 2,00 |
| 17 | Montáž senzoru na rám | | 100% | 2,10 | 2,10 |
| 18 | Zapojení konektoru do motoru | | 100% | 3,30 | 3,30 |
| 19 | Manuální zapojení senzoru | | 100% | 3,90 | 3,90 |
| 20 | Přichycení kabelů gumičkou | | 100% | 3,30 | 3,30 |
| 21 | Přemístění z přípravku na dopravníkový pás | | 100% | 10,20 | 10,20 |
| Souhrn | | | | 85,90 | 66,55 |
| Souhrn na carset | | | | 171,80 | 133,10 |

Zdroj: vlastní zpracování

Díky zpracování všech údajů se může vypočítat potřebnost operátorů na každé z jednadvaceti operací. Tu vypočítáme vzorcem:

$$\frac{\text{Vážený čas + prostoje dle EBR}}{\text{Plánovaný takt}}$$

Tabulka 7 Potřeba operátorů před změnou

| | Název operace | Potřeba operátorů |
|---------------|--|-------------------|
| 1 | Skenování BOM | 0,048 |
| 2 | Odebrání rámu z obalu | 0,099 |
| 3 | Nasazení rámu do přípravku | 0,066 |
| 4 | Zapojení konektorů a nastavení sedáku | 0,023 |
| 5 | Odebrání madla z obalu | 0,021 |
| 6 | Montáž madla na rám | 0,027 |
| 7 | Odebrání vsazovací matice z obalu | 0,020 |
| 8 | Montáž vsazovací matice na rám | 0,060 |
| 9 | Odebrání držáku řídicí jednotky | 0,025 |
| 10 | Montáž držáku řídicí jednotky | 0,070 |
| 11 | Odebrání řídicí jednotky | 0,033 |
| 12 | Montáž řídicí jednotky | 0,049 |
| 13 | Odebrání kabelového svazku z obalu | 0,073 |
| 14 | Spojení kabelového svazku s řídicí jednotkou | 0,055 |
| 15 | Zapojení do držáku řídicí jednotkou | 0,041 |
| 16 | Odebrání senzoru z obalu a naskenování | 0,034 |
| 17 | Montáž senzoru na rám | 0,036 |
| 18 | Zapojení konektoru do motoru | 0,056 |
| 19 | Manuální zapojení senzoru | 0,066 |
| 20 | Přichycení kabelů gumičkou | 0,056 |
| 21 | Přemístění z přípravku na dopravníkový pás | 0,174 |
| Souhrn | | 1,134 |

Zdroj: vlastní zpracování, hodnoty jsou zaokrouhleny na tisíciny

Součet všech vypočtených hodnot uvádí potřebnost operátorů, tj. 1,134 operátora. Potřebnost operátorů se zaokrouhluje nahoru, aby se zamezilo úzkým místům (vysvětleno viz. tabulka č. 3). Tato operace je reálně obsazena dvěma pracovníky, což způsobuje nadbytečné náklady.

Obsazení pozice jedním, téměř nevyužitým pracovníkem, je pro společnost značně finančně nevýhodné.

Tabulka 8 Roční náklady na jednoho pracovníka výroby

| Roční náklady za pracovníka | Kč |
|--------------------------------|----------------|
| Hrubá mzda | 313 200 |
| Sociální a zdravotní pojištění | 119 956 |
| Stravné | 129 600 |
| Bonus | 5 000 |
| Pojištění | 7 500 |
| Benefity | 4 500 |
| Oblečení | 4 553 |
| Celkem | 584 309 |

Zdroj: vlastní zpracování z interních materiálů

Naměřené časy z výše uvedené tabulky odrážejí cykly bez periodické práce a abnormalit. Pro vylepšení bilance ve výrobě je potřeba pochopit problémy týkající se abnormalit a kolísání. V náročných situacích jsou pohyblivá úzká místa závislá na typu výrobku. Periodické činnosti byly zaznamenány do tabulky č. 9. Pozorování bylo změřeno desetkrát na jedné operaci a změřené časy byly zaevidovány.

Pro výpočet opakování periodických činností jsou použity změřené nejčastější časy.

Tabulka 9 Periodické operace

| | Periodická činnost | Frekvence dílu (A) | Opakování měření | | | | | | | | | | Nejpomalejší měřený čas v sekundách (B) | Opakování (B/A) |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|-----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 1 | Výměna KLT senzor | 200 | 20 | 17 | 19 | 18 | 19 | 16 | 15 | 19 | 16 | 17 | 19 | 0,095 |
| 2 | Výměna KLT s kabely | 30 | 20 | 18 | 22 | 20 | 23 | 20 | 19 | 18 | 20 | 18 | 20 | 0,667 |
| 3 | Výměna KLT s jednotkou | 45 | 18 | 18 | 16 | 17 | 16 | 16 | 18 | 16 | 17 | 16 | 16 | 0,356 |
| 4 | Výměna KLT držáku jednotky | 45 | 18 | 18 | 16 | 17 | 16 | 16 | 18 | 17 | 16 | 16 | 16 | 0,356 |
| 5 | Výměna boxů s rámy | 20 | 55 | 48 | 52 | 53 | 52 | 50 | 52 | 52 | 55 | 51 | 52 | 2,600 |
| 6 | Maticе na držák | 5 000 | 30 | 30 | 30 | 27 | 31 | 30 | 29 | 30 | 31 | 33 | 30 | 0,006 |
| 7 | Maticе Isofix | 10 000 | 30 | 30 | 27 | 30 | 33 | 30 | 28 | 31 | 32 | 30 | 30 | 0,003 |
| 8 | Výměna KLT s kolíky | 100 | 45 | 42 | 38 | 40 | 38 | 39 | 41 | 42 | 42 | 40 | 42 | 0,420 |
| 9 | Výměna KLT s madlem | 450 | 20 | 22 | 21 | 22 | 20 | 22 | 22 | 21 | 23 | 20 | 22 | 0,049 |
| Suma opakování | | | | | | | | | | | | | | 4,551 |

Zdroj: vlastní zpracování, A = Frekvence dílu, B = nejčastější naměřený čas v sekundách

Pravidelně se opakující činnosti byly sledovány a změřeny u 10 operátorů ve skutečném provozu. Periodické opakující se činnosti jsou v podniku započítávány do neefektivity pracovníků a jsou odečítány jako 10 % z maximálního výrobního taktu. Suma opakování periodických operací je kalkulována na jeden vyrobený kus. Opakování bylo vypočítáno jako podíl z nejpomaleji změřeného času v sekundách (B), který byl dělen frekvencí dílů (A). Frekvence dílů se odvíjí z počtu kusů v balení.

Vzorec pro výpočet opakování:

$$\frac{\text{Nejpomaleji změřený čas}}{\text{Frekvence dílů}}$$

Z výše uvedené tabulky tedy vyplývá, že periodicky opakující činnosti bude operátor provádět při každém 4,5 vyrobeném kusu.

V dokonalém procesu bychom předpokládali, že doba cyklu je stejná na všech úrovních, ale v praxi tomu tak není, a to ze tří důvodů:

- Fluktuace – vyjímání dílů z boxů zabere více času na dně oproti na vrchu boxu
- Abnormalita – věci, které by se neměly stát (věci padající na podlahu, závady dodavatele). Neřadíme je mezi standardní součást práce a ani by neměly být součástí výpočtu doby cyklu. Nepravidelnosti jsou běžně okamžitě rozpoznávány a je nutno podstoupit kroky k jejich odstranění
- Periodická práce – činnost, kterou je cílem co nejvíce omezit, protože představuje hromadění zásob a zpomalení. Činnost je prováděna až po pevně stanoveném počtu cyklů (např. výměna prázdného boxů).

4.6 Výrobní časy po změně

Všeobecně se problém návrhu výrobní linky týká nalezení nejefektivnějšího fyzického uspořádání zařízení, personálu a všech zdrojů potřebných k usnadnění produkce výrobků. Nainstalováním automatizované výrobní linky dochází ke přetvoření postupu provedení operací na pracovišti. Následující zaznamenané hodnoty jsou vypočítány stejným postupem, jako byly počítány hodnoty v tabulce č. 6.

Tabulka 10 Výrobní časy po návrhu změn na pozici předních sedáků

| | Název operace | Plánovaný takt v sekundách | EBR | Nejrychleji se opakující čas v sekundách | Vážený čas + prostoje dle EBR |
|-------------------------|--|----------------------------|------|--|-------------------------------|
| 1 | Skenování BOM | 58,70 | 100% | 2,80 | 2,80 |
| 2 | Odebrání rámu z obalu | | 100% | 5,80 | 5,80 |
| 3 | Nasazení rámu do montážní palety | | 100% | 1,40 | 1,40 |
| 4 | Zapojení konektorů a nastavení sedáku | | 50% | 2,70 | 1,35 |
| 5 | Odebrání madla z obalu | | 50% | 2,50 | 1,25 |
| 6 | Montáž madla na rám | | 50% | 3,20 | 1,60 |
| 7 | Odebrání vsazovací matice z obalu | | 50% | 2,40 | 1,20 |
| 8 | Montáž vsazovací matice na rám | | 50% | 7,10 | 3,55 |
| 9 | Odebrání držáku řídicí jednotky | | 50% | 2,90 | 1,45 |
| 10 | Montáž držáku řídicí jednotky | | 50% | 8,20 | 4,10 |
| 11 | Odebrání řídicí jednotky | | 50% | 3,90 | 1,95 |
| 12 | Montáž řídicí jednotky | | 50% | 5,80 | 2,90 |
| 13 | Odebrání kabelového svazku z obalu | | 100% | 4,30 | 4,30 |
| 14 | Spojení kabelového svazku s řídicí jednotkou | | 100% | 3,20 | 3,20 |
| 15 | Zapojení do držáku řídicí jednotkou | | 100% | 2,40 | 2,40 |
| 16 | Odebrání senzoru z obalu a naskenování | | 100% | 2,00 | 2,00 |
| 17 | Montáž senzoru na rám | | 100% | 2,10 | 2,10 |
| 18 | Zapojení konektoru do motoru | | 100% | 3,30 | 3,30 |
| 19 | Manuální zapojení senzoru | | 100% | 3,90 | 3,90 |
| 20 | Přichycení kabelů gumičkou | | 100% | 3,30 | 3,30 |
| 21 | Přemístění z přípravku na dopravníkový pás | | 100% | 0,00 | 0,00 |
| Souhrn | | | | 73,20 | 53,85 |
| Souhrn na carset | | | | 146,40 | 107,70 |

Zdroj: vlastní zpracování

První změna je zaznamenána při vsazování rámu pro následnou montáž. Přímé vsazení rámu do montážní palety zkrátí produkční čas na operaci č. 3 - Nasazení rámu do přípravku z původní naměřené hodnoty 3,9 sekund na 1,4 sekundy. Instalaci automatizované linky dochází k úplnému odpadnutí operace č. 21 - Přemístění z přípravku na dopravníkový pás, která trvala 10,2 sekundy. Součtem dochází k celkové úspoře 12,7 sekundy. Na základě změřených časů po úpravě výrobních prostor jsou změřené časy vyhodnoceny do tabulky č. 10. Hodnoty jsou zaokrouhleny na tisíciný.

Tabulka 11 Potřeba operátorů po změně

| | Název operace | Potřeba operátorů |
|----|--|--------------------------|
| 1 | Skenování BOM | 0,048 |
| 2 | Odebrání rámu z obalu | 0,099 |
| 3 | Nasazení rámu do montážní palety | 0,024 |
| 4 | Zapojení konektorů a nastavení sedáku | 0,023 |
| 5 | Odebrání madla z obalu | 0,021 |
| 6 | Montáž madla na rám | 0,027 |
| 7 | Odebrání vsazovací matice z obalu | 0,020 |
| 8 | Montáž vsazovací matice na rám | 0,060 |
| 9 | Odebrání držáku řídicí jednotky | 0,025 |
| 10 | Montáž držáku řídicí jednotky | 0,070 |
| 11 | Odebrání řídicí jednotky | 0,033 |
| 12 | Montáž řídicí jednotky | 0,049 |
| 13 | Odebrání kabelového svazku z obalu | 0,073 |
| 14 | Spojení kabelového svazku s řídicí jednotkou | 0,055 |
| 15 | Zapojení do držáku řídicí jednotkou | 0,041 |
| 16 | Odebrání senzoru z obalu a naskenování | 0,034 |
| 17 | Montáž senzoru na rám | 0,036 |
| 18 | Zapojení konektoru do motoru | 0,056 |
| 19 | Manuální zapojení senzoru | 0,066 |
| 20 | Přichycení kabelů gumičkou | 0,056 |
| 21 | Přemístění z přípravku na dopravníkový pás | 0,000 |
| | Souhrn | 0,917 |

Zdroj: vlastní zpracování

Vypočítaná výsledná potřeba operátorů na úseku předních sedáků je 0,917 operátorů, po zohlednění všech ovlivňujících faktorů. Na základě snížení počtu operátorů v celku je vypočtena výsledná efektivita 16,8 vozu. Tou lze vyjádřit, že jeden operátor vyrobí za 8 hodin 16,8 car setů. Každou úpravou v procesu by se efektivita měla zvyšovat, což toto šetření prokázalo.

5 Výsledky a diskuse

Získané poznatky z teoretické části týkající se principů Lean managementu, 5S metod, Kaizen a omezení plýtvání byly v podniku shledány jako odpovídající a jsou aktivně používány. V průběhu této práce bylo možné pozorovat různé způsoby zlepšování procesů v reálném podniku. Pomocí získaných vědomostí z Lean Managementu byla na základě analýzy odhalena slabá místa ve výrobním prostředí.

Standardizace je v podniku zavedena na kvalitní úrovni a dohlíží na správnost prováděných operací. Během zhotovování této práce byly zjištěny druhy plýtvání, kterými jsou: opakované manipulace s polotovary, čekání a přesuny. Podnik je velmi aktivní ve snaze eliminovat plýtvání na všech úrovních. Druhy plýtvání byly vyzorovány a popsány formou konkrétních příkladů. V podniku bylo vysledováno všech osm druhů plýtvání, všechny byly označeny a podniku byl doporučen společný způsob jejich odstranění: pomocí pravidelné edukace vést své zaměstnance k jejich omezování.

Detailní analýzou skutečného stavu ve výrobě byl zjištěn nevhodně uspořádaný layout pro úsek výroby na montáži předních sedáků. Layout byl nevhodně zvolený z hlediska BOZP, ergonomie a rozloženého materiálu na pracovišti. Hlavním důvodem nevhodnosti byla shledána nadbytečná manipulace s polotovary, které musí pracovníci manuálně přemísťovat. Provedením navrhovaných změn dochází k usnadnění práce operátorům díky odpadnutí nadbytečné manipulace. Redukcí umístění se snižuje celkový čas manipulace a materiálových toků.

Výsledkem této diplomové práce je doporučení implementovat automatizovanou výrobní linku do stávajících výrobních prostorů. Prodloužením automatické montážní linky dojde k odstranění dopravníkových pásů, na které jsou nyní manuálně přemísťované rozpracované výrobky.

Současné pracoviště, kde jsou vyráběny přední sedáky, je obsazeno 4 operátory. V tomto úseku byly změřeny výrobní časy v deseti opakováních na každé operaci. Po změření byl vypočítán výrobní takt, který byl následně použit pro kalkulaci potřeby operátorů. Pro kompletnost procesu byly změřeny i pravidelně se opakující operace, které

ovlivňují celkový produkční čas. Na základě těchto výpočtů byla pro pracoviště vypočtena efektivita s výsledkem 16,2 vozu. Efektivita vyjadřuje počet kusů, které jeden pracovník vyrobí za pracovní směnu.

Instalací automatizované výrobní linky dochází k odstranění zvedání břemen a tím ke zrychlení jednoho úkonu o 2,5 sekundy. V druhé části operace dochází k úplnému odstranění usazování výrobku do přípravku a zkrácení času o 10,2 sekundy. Instalace zaznamenává i lepší ergonomii, která je přidanou hodnotou ke zkrácení produkčního času. Tím bude navýšena efektivita o 0,6 car setů na jednoho operátora za směnu.

Aplikací navrhované změny byla zvýšena efektivita z původní hodnoty 16,2 na 16,8 vozu, tím bude navýšen počet vyrobených vozů o 1,8 car setu za celý pracovní den (3směnný režim).

Tím je snížen počet pracovníků. Po zavedení navrhované změny je pracoviště předních sedáků eliminováno o jednoho pracovníka. Z důvodu 3směnného výrobního režimu je celková úspora je vyčíslena na 3 operátory za den.

Jeden operátor pro společnost znamená náklady ve výši 584 309 Kč ročně, tj. v součtu tří operátorů celkem 1 752 927 Kč za rok. Odhad ceny instalace vychází z cenových nabídek na již realizované obdobné pracoviště. Cena se skládá z projektové dokumentace, úprava software, nový hardware, instalace na místě, zkouška, podpora dodavatele na místě v den rozjezdu výroby. Investice pro změnu stávajícího stavu na automatizovanou výrobní linku činí 3 000 000 Kč. To pro společnost znamená návratnost do méně jak dvou let.

Podrobným zkoumáním a sledováním se odkryly další oblasti, na které se může oddělení technologie nadále zaměřit. Společnosti byla doporučena další možná úspora, a to ve změně uspořádání uskladněného materiálu v druhé části zkoumaného úseku.

Výše uvedený postup instalace automatizované výrobní linky, který zmiňuje tato diplomová práce, byl představen firmě, která zvažuje jeho realizaci.

6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo analyzovat, jak mohou být použity techniky štíhlé výroby ve vybraném podniku. Předmětem zkoumání byl Lean management a jeho použití ve vybraném automobilovém podniku specializujícího se na výrobu sedadel. Seznámením se s podnikem a možností sledování došlo k objasnění mnoha spojitostí navazujících procesů od plánování toku materiálu, uspořádání pracovišť až po skutečnou výrobu.

Spojení Lean managementu s ostatními odděleními má na společnost prospěšný vliv, používané technologie byly shledány na vysoké úrovni. Produkce je velmi variabilní, proto podnik využívá prvků automatizace. Štíhlá výroba ovlivňuje správné načasování všech implementací a sjednocení prováděných úkonů.

Cíl diplomové práce je splněn. Bylo analyzováno pracoviště výrobní linky předních sedáků, kde za principů štíhlé výroby a zohlednění 5S metodiky došlo k eliminaci některých z 8 druhů plýtvání. Navrženo a následně implementováno je nové, plně automatizované pracoviště. V navrhované změně, která je zpracována do layoutu, dochází ke snížení výrobního času a zlepšení ergonomie. Celkové zlepšení efektivity vede ke snížení zatěžování pracovníků nadbytečnou manipulací.

Nově navržený layout a prodloužení automatizované linky sníží potřebnost operátorů. Toto snížení je podloženo výpočtem výrobního taktu, změřením výrobních časů a zahrnutím pravidelně se opakujících operací. Tím dochází k prokázání nepotřebnosti jednoho operátora. Tato úspora je pro společnost ekonomicky výhodná a při zahrnutí nákladů instalace je prokázána návratnost do dvou let.

7 Seznam použitých zdrojů

Knižní publikace

ARMSTRONG, Michael a Stephen TAYLOR, 2015. *Řízení lidských zdrojů: moderní pojetí a postupy: 13. vydání*. Přeložil Martin ŠIKÝŘ. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5258-7.

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

BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIIOVÁ, 2015. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0390-3.

GALVAS, Milan, 2015. *Pracovní právo*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Brno: Masarykova univerzita. Učebnice Právnické fakulty MU. ISBN 978-80-210-8021-8.

IMAI, Masaaki, 2008. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

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

LANDER, Eduardo a Jeffrey LIKER, 2007. The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research: - INT J PROD RES*. 45. 2007 (45(16):3681-3698). Dostupné z: doi:10.1080/00207540701223519

LIKER, Jeffrey K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.

MILLER, Jon, Mike WROBLEWSKI a Jaime VILLAFUERTE, 2017. *Kultura Kaizen: změňte pohled na svůj business a dosáhněte průlomových výsledků*. Přeložil Jana KOČIČKOVÁ. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0618-8.

PETŘÍKOVÁ, Růžena, 2007. *Lidé v procesech řízení: (multikulturní dimenze podnikání)*. [Praha]: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-28-3.

SOUČKOVÁ, Jana, 2012. *Logistické postupy v praxi*. Katedra systémového inženýrství. Bakalářská práce. ČZU v Praze. Vedoucí práce doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

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

ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN isbn978-80-7179-534-6.

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

VEBER, Jaromír, 2004. *Management: základy, prosperita, globalizace*. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-029-5.

VEBER, Jaromír, 2021. *Management: základy, přístupy, soudobé trendy*. I. vydání. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-87865-69-9.

Elektronické dokumenty

LI S.G a RONG Y.L., 2008. The reliable design of one-piece flow production system using fuzzy ant colony optimization. Department of IE and Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240. PR China. [online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/infozdroje.czu.cz/science/article/pii/S0305054808000737#bib2>

MCCARTHY DENNIS A DR NICK RICH, 2007. Lean TPM: A Blueprint for Change. [online] [cit. 2023-02-14] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/infozdroje.czu.cz/science/article/pii/B9780750658577500056>

MOUSSAVI, S. E. a GRUNDER O., 2016. Reducing production cycle time by ergonomic workforce scheduling. *IFAC PapersOnLine* [online]. [cit. 2023-01-23]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552731730004X?via%3Dihub>

TORTORELLA LUZ GUILHERME, FOGLIATTO FLAVIO, CAUCHICK-MIGUEL PAULO, KURNIA SHERAH, JURBURG DANIEL, Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices, *International Journal of Production Economics*, 2021, 108224, ISSN 0925-5273, [online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527321002000>

XAVIOR, M. Anthony, 2014. 12th Global Congress on Manufacturing and Management": Edited by KDV Yarlagadda. *GCOMM* [online]. [cit. 2023-01-23]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552731730004X?via%3Dihub>

8 Seznam obrázků, tabulek a zkratk

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 Inovace plus Kaizen | 18 |
| Obrázek 2 Vytváření toku a cyklus PDCA | 20 |
| Obrázek 3 Program 5S | 21 |
| Obrázek 4 Základní prvky TPM | 26 |
| Obrázek 5 Souvislosti rozhodování o uspořádání výroby a pracovišť | 29 |
| Obrázek 6 Plynulý tok ve výrobě | 31 |
| Obrázek 7 Aplikační stupně JIT | 33 |
| Obrázek 8 Ukázka značení cest za pomoci 5S | 40 |
| Obrázek 9 Ukázka cardboard simulace | 49 |
| Obrázek 10 Ukázka zkoušky uspořádání materiálu..... | 49 |
| Obrázek 11 Minimální velikost pracoviště | 50 |
| Obrázek 12 Zobrazení únikových cest..... | 51 |
| Obrázek 13 Vysvětlivky pro znázorněné layouty | 53 |
| Obrázek 14 Layout před návrhem změny | 54 |
| Obrázek 15 Layout po navrhované změně | 55 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Limity pro manipulaci s materiálem pro muže..... | 57 |
| Tabulka 2 Limity pro manipulaci s materiálem pro ženy | 57 |
| Tabulka 3 Příklad potřeby operátorů na pozicích | 59 |
| Tabulka 4 Měření času v 10 opakování | 61 |
| Tabulka 5 Sumarizace nejčastěji se opakujících časů | 62 |
| Tabulka 6 Výrobní časy na pozici předních sedáků | 63 |
| Tabulka 7 Potřeba operátorů před změnou | 64 |
| Tabulka 8 Roční náklady na jednoho pracovníka výroby | 65 |
| Tabulka 9 Periodické operace | 65 |
| Tabulka 10 Výrobní časy po návrhu změn na pozici předních sedáků | 67 |
| Tabulka 11 Potřeba operátorů po změně | 68 |

Seznam použitých zkratk

| | |
|------|--|
| BOM | Bill of materiál – materiálová karta vozu |
| BOZP | Bezpečnost a ochrana zdraví při práci |
| EBR | Einbaurate – zástavbovost |
| ESD | Electrostatic discharge – elektrostatický výboj |
| EHS | Environment, health & safety – životní prostředí zdraví a bezpečnost |
| JIS | Just in Sequence – dodávka v sekvenci |
| JIT | Just in Time – dodávka včas |
| TPM | Total Productive Maintenance – komplexní produktivní údržba |