

Zvyšování produktivity na lince montáže ve vybrané společnosti

Bc. Tomáš Cigánek

Diplomová práce
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Cigánek**
Osobní číslo: **M16443**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zvyšování produktivity na lince montáže ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum dostupných literárních pramenů a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Vypracujte analýzu produktivity na montážní lince v dané společnosti a zhodnoťte její výsledky.
- Navrhňte projekt na zvýšení produktivity na lince montáže.
- Provedte nákladové a rizikové zhodnocení daného projektu.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice and application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.

KOŠTURIÁK, Ján. Vlastní cestou: jak v podnikání rozvíjet výkonnost, výjimečnost a vášně. Praha: PeopleComm, 2016, 275 s. ISBN 978-80-87917-21-3.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

WIREMAN, Terry. Total productive maintenance. 2nd ed. New York: Industrial Press, 2004, 196 s. ISBN 0-8311-3172-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

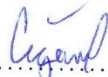
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 10.4.2018

Jméno a příjmení: Tomáš Ligánek


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Projekt se zabývá zvyšováním produktivity na montážní lince. Jednou z možností, jak zvýšit produktivitu je eliminace pravidelně i nepravidelně se vyskytujících neproduktivních časů. V praktické části je vysvětlen proces výroby a montáže, úlohy průmyslového inženýrství a výpočet efektivnosti zařízení a produktivity a další teoretické poznatky vysvětlují praktickou část práce. V praktické části práce je provedena analýza produktivity a následně celkových prostojů s cílem vybrat úzké místo linky a provést podrobnou analýzu prostojů vybraného zařízení. Je využito Paretovy analýzy a diagramu rybí kosti. Na základě výsledků analýzy jsou navrženy zlepšení na současný systém výměny opotřebovaných dílů, provádění údržby a kalibrací zařízení. Ke konci práce je provedeno nákladové a rizikové zhodnocení.

Klíčová slova: produktivita, standardizace, TPM, prostoje, montážní linka

ABSTRACT

The project is concerned with increasing productivity on the assembly line. One of the ways to increase productivity is to eliminate regular and irregular non-productive times. The practical part explains the process of production and assembly, the role of industrial engineering and the calculation of equipment efficiency and productivity and others theoretical knowledge explaining the practical part of the thesis. In the practical part of the thesis is performed, an analysis of productivity and consequently total downtime in order to select a bottleneck and to perform a detailed analysis of the downtime of the selected device. Pareto's Analysis and Ishikawa Diagram are used. Improvements to the current worn parts replacement system, maintenance and calibration of the equipment are proposed based on the results of the analysis. At the end of the work is presented cost and risk assessments.

Keywords: Productivity, Standardization, TPM, Downtimes, Assembly Line

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí diplomové práce paní Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za její cenné rady, odborné vedení a poznatky při vedení této práce.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti, že mi při zpracovávání práce poskytovala potřebné informace a cenné rady. Zvláště bych chtěl poděkovat průmyslovému inženýrovi za jeho ochotu, spolupráci a podporu.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině, že mi umožnila studovat a splnit mi tak mé přání.

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 VÝROBA A PROCES MONTÁŽE.....	13
1.1 PROCES MONTÁŽE	14
1.2 LAYOUT	14
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	16
2.1 HISTORIE A VÝVOJ PI	16
2.2 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	17
2.3 ABNORMALITA.....	18
2.4 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE	18
2.4.1 Historie údržby.....	19
2.4.2 Údržba zařízení	20
2.4.3 Definice TPM.....	21
2.4.4 Motivace pracovníků k dodržování nových zvyklostí/pravidel	23
2.5 ISHIKAWA DIAGRAM.....	23
2.6 PARETO ANALÝZA	24
3 ZVYŠOVÁNÍ VÝKONNOSTI PODNIKOVÝCH PROCESŮ.....	25
3.1 PŘÍSTUPY K VÝPOČTU PRODUKTIVITY	26
4 SYSTÉMOVÉ ZÍSKÁVÁNÍ DAT.....	28
4.1 MĚŘENÍ PRODUKTIVITY ZAŘÍZENÍ	29
4.2 ZTRÁTY VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ.....	30
5 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	32
5.1 MĚŘENÍ PRÁCE	32
5.1.1 Nepřímá metoda měření práce – MTM.....	33
6 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	35
6.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	36
6.1.1 5S Standardizace	36
6.2 STANDARDIZACE NA PODNIKOVÉ ÚROVNI	39
7 PRŮMYSL 4.0	40
8 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	41
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	43

9.1	SPOLEČENSKÁ ODPOVĚDNOST	44
9.2	VÝROBNÍ DIVIZE SEDÁKŮ	45
10	VÝROBNÍ LINKA MEGACELLA 1	46
10.1	POPIS VÝROBNÍ LINKY MC1	46
10.2	STANOVENÍ ÚZKÉHO MÍSTA MONTÁŽNÍ LINKY	49
10.3	VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ MONTÁŽE VAN	50
10.3.1	Výrobní proces na zařízení AP1	51
10.3.2	Výrobní proces na stanici AP2	54
10.4	SOUČASNÝ POSTUP PŘI PORUŠE ZAŘÍZENÍ MONTÁŽE VAN	57
11	ANALÝZA PRODUKTIVITY MONTÁŽNÍ LINKY MC1	59
11.1	PŘEDSTAVENÍ LMS	59
11.1.1	Výpočet délky prostojů systémem LMS	65
11.1.2	Analýza dat získaných pomocí systému LMS	66
11.1.3	Struktura analyzovaných dat	68
11.1.4	Sledování výrobních zařízení AP1 a AP2 na montáži van	69
11.1.5	Shrnutí analýzy dat přes síťové rozhraní LMS	71
11.2	ANALÝZA DAT ZE SYSTÉMOVÉHO SOUBORU (COCKPITU)	72
11.2.1	Vývoj prostojů za leden až červenec roku 2017 na montážní lince	73
11.2.2	Vývoj prostojů za srpen roku 2017 na montážní lince	75
11.3	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE OPERÁTORA MONTÁŽE VAN	77
11.3.1	Analýza snímku pracovního dne AP1	78
11.3.2	Analýza snímku pracovního dne AP2	81
11.4	ANALÝZA PROSTOJŮ MONTÁŽNÍ LINKY MC1	82
11.5	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI	83
12	PROJEKT ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY NA LINCE MC1	85
12.1	CÍL PROJEKTU	85
12.1.1	Časový harmonogram	86
12.1.2	Seznam opotřebitelných dílů	87
12.1.2.1	Umístění opotřebitelných dílů	89
12.1.2.2	Objednávání náhradních dílů	91
12.1.3	Návodky na kalibraci zařízení	93
12.1.3.1	Návodka na kalibraci výšky krytu kolejnice	94
12.1.3.2	Návodka na seřízení doplňovače šroubů	94
12.1.3.3	Návodka na opravu zaseknutého šroubu	95
12.1.4	Zavedení TPM na montážním zařízení van	96
12.1.4.1	TPM standard	98
12.1.4.2	Vyčištění stávajících přípravků zařízení	99
12.1.4.3	Vyčištění vnitřku výrobního zařízení	101
12.1.5	Další návrhy na zlepšení montážní buňky	101
12.1.5.1	Pořízení regálu na materiál	102
12.1.5.2	Revize aktuální MTM analýzy	104
12.1.5.3	Automatický podavač šroubů pro AP2	105
12.1.6	Analýza hodnot produktivity a prostojů po zavedených zlepšeních	106
12.1.6.1	Ishikawova analýza dvou hlavních problémů	107

12.1.6.2	Vývoj produktivity na lince MC1	109
12.1.7	Nákladová a riziková analýza	111
12.1.8	Shrnutí praktické části	112
ZÁVĚR	.....	114
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	.....	115
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	.....	118
SEZNAM OBRÁZKŮ	.....	119
SEZNAM TABULEK	.....	121
SEZNAM GRAFŮ	.....	122
SEZNAM ROVNIC	.....	123
SEZNAM PŘÍLOH	.....	124

ÚVOD

Společnosti provádí vyhodnocování dat z výroby v pravidelných intervalech, a pokud se objeví nějaká negativní abnormalita je vyvíjeno nemalé úsilí na její identifikaci a následné odstranění. Tento způsob řízení abnormalit byl počátečním impulsem k vytvoření níže popisovaného projektu.

Pojem INDUSTRY 4.0 se dostává stále více do podvědomí manažerů různých firem. Společnost má německého vlastníka, a to je také jeden z důvodů, proč se bude do budoucna snažit jít ve stopách 4. průmyslové revoluce. Vysoce konkurenční trhy nutí společnosti zvyšovat výstupy při současném snižování nákladů na jednotku produkce. Tento fakt lze popsat souslovím „úspory z rozsahu“ a také zvyšování efektivnosti. Pokud se ale výroba potýká s vysokým počtem neproduktivních časů, není možné těchto podmínek dosáhnout. Je tedy více než vhodné se těmito problémy zabývat a nastavit určitá pravidla či standardy, podle kterých se bude postupovat při zjištění vysokých prostojů výrobních zařízeních.

Vysoký podíl neproduktivních časů má za důsledek snižování produktivity a také efektivnosti výroby, zvyšují se náklady, a to převážně v důsledku nevyužití potenciálů zařízení a operátorů a také proto, že musí být organizované směny navíc, aby se uspokojily požadavky zákazníků. Tento stav není z hlediska dlouhodobých cílů společnosti žádaný, vytváří komplikace, kterými se musí zabývat spousta lidí, od seřizovačů, přes plánovače výroby, až po vrcholový management.

Práce si klade za cíl zvýšení produktivity odhalením příčin vzniků prostojů na výrobních zařízeních a jejich odstranění, popřípadě snížení na přijatelnou mez. Je to pilotní projekt, jehož úspěšné řešení bude dále implementováno i na ostatní výrobní linky ve společnosti. Práce se bude zabývat analýzou produktivity a prostojů na vybrané montážní lince. Předpokládá se, že analýza odhalí příčiny vzniků prostojů a podnítky takové kroky, aby se již dále nevyskytovaly. Bude využito jak empirických, tak analytických metod, jejichž aplikace pomůže lépe pochopit zkoumané závislosti. Na jejich základě bude navrženo několik opatření z oboru průmyslového inženýrství podporující naplnění cíle projektu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Řešený projekt se bude zabývat produktivitou a s ní spojenými neproduktivními časy montážní linky ve vybrané společnosti. Hlavním cílem je zvýšit produktivitu za pomoci odhalení a eliminování příčin vzniku neproduktivních časů. Bude se využívat standardizovaných prvků, aby se zvýšila šance na udržení zavedených změn. Podpůrnými cíli je vytvoření seznamu opotřebitelných dílů na vybrané výrobní zařízení, dále vytvoření standardů na kalibraci poruchových zařízení a zavedení základů TPM. Vlivem zvýšených prostojů výrobních zařízení je společnost nucena vypisovat směny navíc o víkendech, aby byla schopna plnit závazky vůči zákazníkům. Společnost, v které je psána diplomová práce, se pohybuje na trhu automobilového průmyslu, konkrétně se jedná o dodavatele sedákových struktur. V automobilovém průmyslu se musí striktně dodržovat odvolávky od zákazníka, jinak hrozí rozvázání spolupráce a vysoké sankce. Cílovou skupinou projektu je management společnosti a zákazník. Management požaduje zvýšení produktivity, spolehlivosti a tím i hospodárnosti výrobní linky. Zákazník dále požaduje dodávku sedáků v požadovaném množství, kvalitě a čase.

Sběr dat za účelem výběru výrobního zařízení s největším podílem prostojů na celé montážní lince začíná v červenci roku 2016. Na začátku roku 2017 se vybere nejproblémovější výrobní zařízení. Od tohoto data až do poloviny roku 2017 bude probíhat sběr dat o prostojích zařízení, následně bude probíhat analýza sesbíraných dat a na jejich základě se budou formulovat nápravná řešení. Ukončení projektu je naplánováno na začátek roku 2018 a dále bude následovat sběr dat a provedení analýzy dat po zavedených opatřeních do konce března roku 2018.

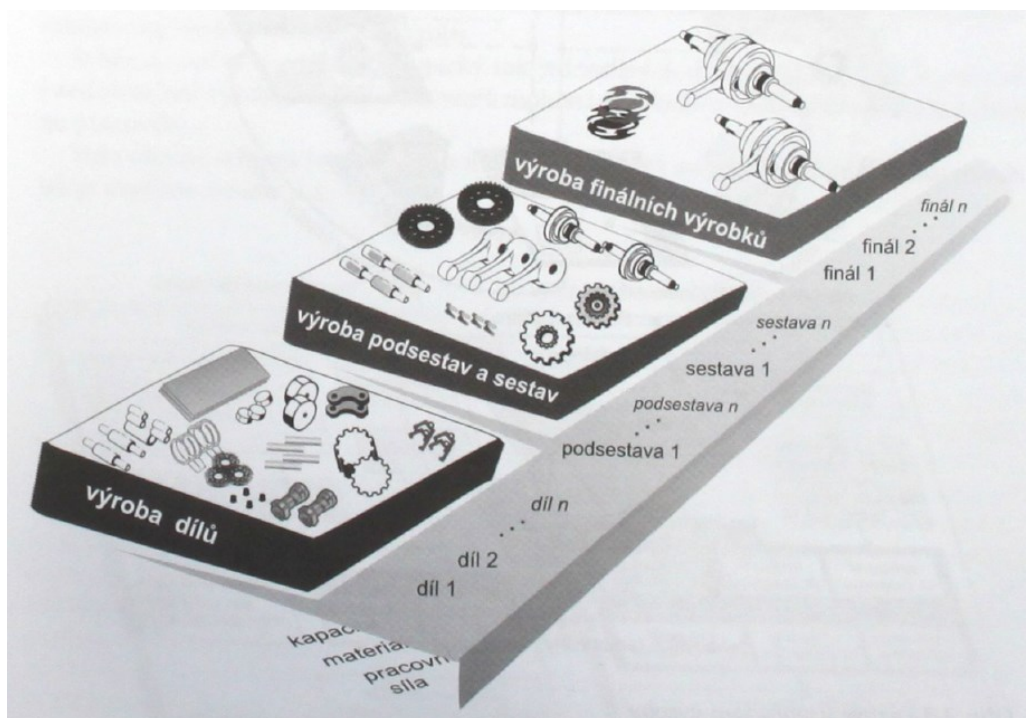
Společnost má k dispozici online sledování dat (LMS) o výrobních zařízeních. Data jsou dostupná od začátku roku 2017, na jejichž základě bude formulována analýza. Pro zjištění vytiženosti operátorů bude vytvořen snímek pracovního dne. Cílem analýzy je odhalit majoritní příčiny vzniků prostojů. Pomocí Ishikawových diagramů budou popsány příčiny hlavních problémů. Ty budou čerpat data z Paretovy analýzy, jež umožní jednoduchý pohled na problémy zařízení, zaujímající většinový podíl z neproduktivních časů. Pomocí rizikové analýzy RIPRAN je možné stanovit ohrožení úspěšného splnění projektu a také pomocí harmonogramu ohraničit jednotlivé fáze projektu. Jedno z přání společnosti do budoucna je zavést TPM, které zapojuje operátory do pravidelné údržby zařízení. Snaha projektu bude o zavedení základů TPM.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA A PROCES MONTÁŽE

Tomek a Vávrová ve své knize (2014, str. 26) uvádějí definici výrobního procesu jako: „výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup.“

Podle Keřkovského a Valsy (2012, str. 2) je výroba: „transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.“ Statkem je v ekonomii nazývána fyzická komodita, jejichž spotřeba kladně přispívá k ekonomickému blahobytu. Služby se často označují jako nehmotné statky a jsou to úkony, po kterých existuje poptávka.



Obrázek 1 – Jednotlivé prvky výrobního procesu (Tomek a Vávrová, 2014)

Obrázek výše, poskytuje pohled na jednotlivé součásti výrobního procesu a bere v úvahu jejich návaznost. Produkt je tvořen zpracováním nakupovaného materiálu, od dílů, přes podsestavy, sestavy až po finální produkt. Díly jsou zhotovené základními technologickými operacemi a jsou to základní části vyrobené z nakupovaného materiálu. Podsestavy jsou složeny z určitého typu dílů a jsou to funkční celky výrobku. Samostatně neplní požadovanou funkci, ale mohou být využity jako náhradní díly. Složitější celky jsou sestavy, ty už mohou plnit určité funkce a zpravidla vznikají spojením více podsestav. Můžeme si to představit u automobilu, kdy sestava může znamenat určitý prvek výbavy a podle toho kolik výbavy (sestav) auto bude mít, tak se od ostatních bude odlišovat. Finální produkt je pak

výsledkem výrobního procesu. Mezi jednotlivými etapami může, ale nemusí docházet k montáži (Tomek a Vávrová, 2014, str. 26-29).

Výrobní proces se skládá ze tří fází (Tomek a Vávrová, 2014, str. 28):

- fáze předzhotovující – často se také označuje jako předvýroba, do této kategorie spadají i předvýrobní činnosti jako technologie, konstrukce a organizační příprava;
- fáze zhotovující – často nazývána jako předmontážní, kde vznikají jednotlivé podsestavy a sestavy;
- fáze dohotovující – nazývána v praxi jako montážní, kde probíhá kompletace výrobku do jeho finální podoby.

Produktivní podnikový systém lze popsat třemi elementy (Tomek a Vávrová, 2007, str. 189-191).

1. Výstup – výsledek transformačního procesu;
2. vstup – to jsou výrobní faktory umožňující výrobní proces;
3. transformační proces – využití kombinací faktorů při dodržení určitého postupu.

1.1 Proces montáže

Montáž je souhrn procesů potřebných k spojení geometrických určených těles. Mohou být použity lepidla, maziva jako doplňující prvek. Hlavní funkcí procesu montáže je v průmyslu spojování, obsahuje však i další funkce jako je seřízení, inspekce, manipulace a druhotné funkce jako označování, zahřívání, čištění atd. Spojování jednotlivých součástí výrobku může být formou sloučení, lisování, stlačování, tváření kovů, tvarování, vyplňování nebo pomocí kombinovaných látek.

Proces montáže je ovlivněn velkou spoustou vlivů. Ve výsledku odchylkám se není možno zcela vyhnout v průběhu, či po skončení procesu. Tyto vlivy musí být vyváženy pomocí seřízení, tak aby bylo dosaženo požadovaných vlastností či schopností montovaného produktu. (Salvendy, 2001, str. 407).

1.2 Layout

Ve výrobním podniku se layout skládá z budov, hlavních zařízení, pracovních ploch, uliček a dalších příslušných prvků, jako je ohraničení jednotlivých oddělení. Z hlediska relativní stálosti je uspořádání zařízení jedním z nejdůležitějších prvků ovlivňujících efektivitu.

Správné (účinné) uspořádání může snížit nadbytečnou manipulaci s materiálem, minimalizovat tok hotového výrobku a udržovat tak nízké náklady na logistiku a podporovat vysokou produktivitu.

Vytvořit naprosto dokonalý layout ze všech úhlů pohledů není nemožné, ale extrémně těžce dosažitelné. Zaváděný layout je ve většině případů kompromis a už záleží na charakteru výroby a vedení podniku, k jakým vlastnostem se přikloní. Pokud bude chtít na stávající ploše nalézt optimální layout pro výrobní zařízení, které se tam jen tak tak vlezou, společně s dostatečnou zásobou materiálů, vytaktovanými operacemi, co možná nejnižšího cyklového času, ergonomicky přívětivé pracoviště a krátkého toku výrobků, je důležité si mezi těmito cíli vybrat, všechny najednou ve většině případů splnit nelze.

Podle typu podniku a jeho jednotlivých částí rozlišujeme mnoho typu layoutů. Tím nejdůležitějším je layout výrobních prostor. Ten rozlišujeme na produktový, procesní, kombinovaný, buňkový, layout s fixním uspořádáním a ostatní formy uspořádání. (LAYOUT, Advameg, Inc. © 2018; Greene, 2013, str. 292-293).

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Mašín (2000, str. 81) ve své knize uvádí definici: "Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálu a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy."

Maynard spolu s Kjellesem (2001, str. 1.41) uvádějí ve svém rozsáhlém handboku významově totožnou definici průmyslového inženýrství. Podotýkají, že tato definice se začala formovat v sedmdesátých letech minulého století za pomoci NSF (National Science Foundation) a současné průmyslové inženýrské studijní programy jsou založené na základě poznatků z této organizace a vyvíjejí své osnovy podle ní.

Paní Chromjaková (2013, str. 4) ve své knize o průmyslovém inženýrství uvádí, že hlavní jeho význam je v odstraňování ztrát vzniklých jak ve výrobních, tak administrativních procesech. Na jejich vzájemném provázání a sladění. Klíčové pro podniky je v dnešní době budovat stále větší přidanou hodnotu pro zákazníka, ta je produkována stroji, lidmi a procesy, kterými se průmyslové inženýrství zajímá a zdokonaluje je.

V některých firmách se můžeme setkat s pojmem totální průmyslové inženýrství a hovoříme pak o aplikaci metod pro maximalizaci pracovního výkonu, a to snížením MURI (přetěžování kapacit), MUDA a MURA. MUDA se zabývá neproduktivními operacemi, těmi, které nepřidávají hodnotu a MURA zase nepravidelnými operacemi (Chromjaková 2013, str. 8-9).

2.1 Historie a vývoj PI

Vznik průmyslového inženýrství lze tradovat do dob Frederika W. Taylora (1858-1915), mnohdy se právě on považuje za jeho zakladatele. Taylor představil základní pravidla vědeckého přístupu k růstu výkonnosti podniku a také základy časových studií práce. Frank Gilbreth se zabýval pohybovými studiemi. Vyvinul metody časově pohybovou, která systematicky zkoumá a analyzuje mechaniku a načasování konkrétních úkolů a výsledky zveřejnil ve své publikaci MOTION STUDY v roce 1911 (Chromjaková 2013, str. 4-5; Frank Bunker Gilbreth ©2018).

Zájem o studium průmyslového inženýrství jako vysokoškolské stabilně roste od doby, kdy se poprvé objevila nabídka tohoto kurzu formovaného Hugem Diemerem na Kansaské Univerzitě v roce 1901. Osnova oboru se širokosáhle zaměřuje na designování a měření práce, lokaci a layout výrobních hal, manipulaci s materiálem, inženýrskou ekonomii, výrobní plánování a kontrolu inventáře, statistickou kontrolu kvality a lineární programování spolu s operačním výzkumem. Postupně se tento obor rozvíjel až do současnosti, kdy můžeme z určitosti říci, že existuje více jak 200 programů pro studium průmyslového inženýrství po celém světě (Maynard a Kjell, 2001, str 1.36-1.40).

2.2 Průmyslový inženýr

Pokud se někdo nikdy nesešel či neseznámil s oborem průmyslového inženýrství, tak převážně jeho první otázkou bude: "A co vlastně má průmyslový inženýr na starosti?" Maynard a Kjell (2001, str. 1.23) uvádí definici průmyslového inženýra jako člověka, který se zabývá designem, zlepšováním a instalací komplexních systémů lidí, materiálů, informací, zařízení a energií. K tomu, aby svou práci prováděl správně, potřebuje znalosti z velké spousty vědních oborů, jako je matematika, fyzika, sociální vědy, a to vše společně provázat s metodami inženýrských analýz a designu konkrétních, předvídajících a ohodnocených výsledků získaných z takového systému.

Jednou z hlavních výzev průmyslového inženýra skrz celou organizační strukturu společnosti, je ve spoustě firem, vytvářet komunikační most mezi operátory a zbytkem pracovníků společnosti. Na každém z nich pak je, jaký respekt a zapojení si získá převážně od vedení společnosti, ale také od samotných operátorů. Sám není schopen odhalit všechny nedostatky či potenciály výrobních zařízení, a proto využívá pomoci operátorů, kteří zařízení znají dlouhou dobu a přeci jen lépe odhalí abnormalitu v jeho chodu.

Schopnost porozumět omezením a potřebám různých oblastí podnikání a prezentovat je ostatním účastníkům je také něco, co ne všichni profesionálové dokáží. Průmysloví inženýři, kteří mají touto schopnost, jsou dobrými kandidáty, aby usnadnili propojení různým profesím v organizaci, která mohou zapříčinit rozdíl mezi úspěšnou změnou iniciativy a tou, která selže. Navíc schopnost naučit se aktivitám organizace na podrobné úrovni, spolu se znalostmi o financích a rozpočtování, pomáhá připravovat průmyslového inženýra tak, aby se stal rozhodovacím článkem organizace ve věcech budoucích. To je pár důvodů, proč řada průmyslových inženýrů dosahuje v dnešních organizacích vysoké úrovně.

Obecně neplatí, že by se práce průmyslového inženýra ve všech organizacích po celém světě, úplně shodovala. V jedné organizaci může zastupovat více rolí, než jen průmyslového inženýra a další může být zaměřený jen na určité části komplexnosti průmyslového inženýrství. Obecně však platí, že by měl splňovat 5 hlavních činností, experta zlepšování, systémového integrátora, agenta změn, experta produktivity a vývojáře modelů (Maynard a Kjell, 2001, str. 1.23-1.24).

2.3 Abnormalita

Abnormalita neboli odchylka je odklonění od současného normálního stavu. Ve výrobě může nastat nějaký problém, který když se nepodchytí v prvopočátku tak narůstá. Košturiak (2016, str. 94-96) ve své knize poukazuje na zanedbané, pomalé reakce při vzniku problému. Ať už se bavíme o člověku či o firmě, princip je stejný. Pokud se objeví nějaká abnormalita, má člověk tendence se jí vyhýbat, přecházet je a říkat si, že ono se to nějak časem spraví či je zcela ignoruje. Abnormalita, jež se nepodchytí v jejím počátku, může a také nabývá na síle, odkládání jejího řešení nám do budoucna přinese velké komplikace. Košturiak tvrdí, že pokud se k abnormalitě postavíme čelem, jsou následky v porovnání s budoucím stavem výrazně menší.

To si lze dokázat na příkladu z praxe. Pokud podnik zjistí netěsnost mazacích okruhů na svých zařízeních a neopraví tento problém hned, pak může vytečené mazivo (naše abnormalita) způsobit zranění operátorů, poškození vyráběných dílů či dalších součástí stroje a pak jsou náklady mnohonásobně vyšší, než kdyby v prvopočátku podnik vyměnil těsnění a mazivo by tak neunikalo.

2.4 Total Productive Maintenance

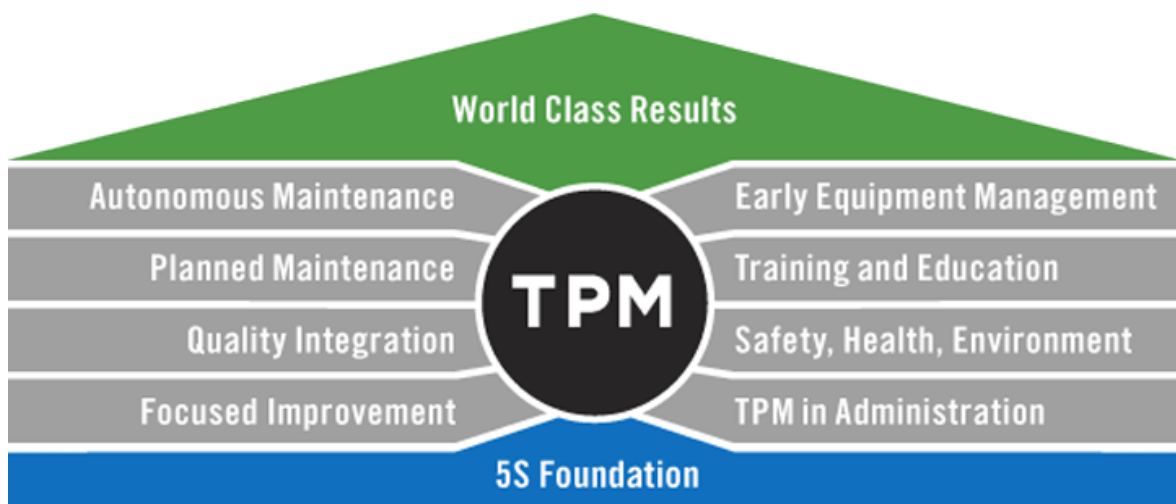
TPM není jen program údržby, je to holistický přístup k neustálému zlepšování funkčnosti, výkonnosti, kvality a výdrže zařízení. Využití přístupu TPM razantně změní technický stav současných zařízení, spolu s proaktivním přístupem operátorů a týmovou prací v rámci údržby se změní i kultura společnosti. TPM je potřeba se věnovat neustále a podporovat ho.

Skutečný cíl TPM se zaměřuje na využití firemních aktiv, to zahrnuje stav zařízení, budov, areálu a celého zařízení. Existuje pět základních cílů TPM, z nichž ten první je nejdůležitější.

1. Zvyšování efektivnosti zařízení.
2. Zlepšování efektivnosti a účinnosti údržby.

3. Včasný management zařízení a preventivní údržba.
4. Výcvik ke zlepšení schopnosti všech zainteresovaných lidí.
5. Zahrnout operátory do rutinní údržby.

Zlepšení efektivity zařízení nám do budoucna zajistí, že zařízení bude schopno vyrábět v nastavených parametrech po celou svou životnost. Přičemž se neustále zaměřuje na zvyšování OEE zařízení. Společnost, která má zavedené TPM by se měla vyznačovat výrobními zařízeními, kde nejsou poruchy, drobná zastavení nebo pomalý chod zařízení, také se neobjevují defekty. Navíc je vlivem těchto změn snížena pravděpodobnost vzniku úrazů na pracovištích (Wireman, 2004, str. 30; Maynard a Kjell, 2001, str. 16.76; TPM (Total Productive Maintenance), © 2011-2017).



Obrázek 2 – Tradiční model TPM (TPM © 2011-2017)

Tradiční přístup k TPM byl vytvořen v 60. letech a do svých 8 podporujících aktivit zahrnoval i 5S.

2.4.1 Historie údržby

Je velmi těžké představit si doby, kdy byly zařízení bez jakékoli údržby. Údržba a produktivita nebyla vždy hlavním motorem průmyslu. I v dnešní době se setkáváme s firmami nevyužívající svých potenciálů a pravděpodobně ani nezačnou, dokud se jim nestane něco zlého. Pak možná pochopí, jaký potenciální přínos pro ně může mít pravidelná údržba zařízení a zaměření se na efektivitu. Je až zarážející, že společnosti prostřednictvím moderních informačních technologií vědí o trendech a novinkách podporující zvyšování produktivity a spolehlivosti zařízení, jen tyto metody nevyužívají. Mluví o nich, ale

nepodněující kroky k jejich zavedení. V dobách dřívějších byla velmi početná a levná pracovní síla a dostatečný kapitál na to, aby se vyrobilo vše, co si populace přála. Nebyl čas zastavovat výrobu z důvodů údržby zařízení. Veškerá údržba byla prováděna pomocí kladiva, oleje a mazací pistole, přitom byly zařízení velmi robustní a postavená tak, aby vydržely velmi dlouho dobu. Proč by se měl někdo zabývat efektivitou?

S příchodem masové výroby se podniky začínaly více zaměřovat na vyšší produkci. Čím vyšší byla, tím nižší pak mohla být cena za kus. V této době přišla pro lidstvo nemilá událost, a to Světová válka. Avšak se brzy stala hnacím motorem průmyslu, dosavadní výrobní kapacity nestačily, využití strojů bylo vyšší, s čímž se začaly stále častěji objevovat i poruchy. Začíná se uplatňovat TPM a RCM (Reliability-centered maintenance). Pojem RCM lze volně přeložit jako "Spolehlivá údržba" a TPM jako "Totálně produktivní údržba". Hlavním důvodem rozvoje těchto metod bylo snížení nákladů na vlastnictví zařízení a také na provoz zařízení, a to i navzdory tomu, že se stále zvyšuje jejich komplexnost.

Spolehlivá údržba (RCM) stejně jako TPM potřebuje ke svému správnému fungování spolupráci s operátory, výrobou a procesními inženýry. RCM je těžší na pochopení než TPM. Jakákoliv údržba by měla být vyhodnocená vzhledem k nákladům a následkům selhání. Borris (2006) si myslí, že obě tyto metody se navzájem doplňují.

Autor tvrdí, že TPM vniklo ve Spojených státech amerických, poté emigrovala do Japonska, kde se začala rozvíjet a známe ho doposud (Borris, 2006, str. 1-3; Maynard a Kjell, 2001, str. 16.77).

2.4.2 Údržba zařízení

Používejte něco příliš dlouho, a nakonec se to úplně opotřebí. Všechny věci zvláště výrobní zařízení, které podléhají opotřebení, potřebují údržbu, aby déle vydržely. Preventivní údržba ve výsledku stojí méně peněz než oprava po poruše. Ta bude mít za následek zastavení výrobního zařízení či nemožnost zařízení dále používat. S tím vznikají často značné provozní problémy. Normální údržba je něco, co výrobce stroje považuje za potřebné provádět v týdenních, měsíčních intervalech. Pokud ve společnosti pracuje zaměstnanec s mechanickými dovednostmi, tak se údržba může nechat na něm. Pokud tomu tak není, měl by být údržbář najat z profesionální firmy.

Většina velkých výrobních společností má své vlastní oddělení údržby, kde zaměstnává na hlavní pracovní poměr zkušené údržbáře. Ti se většinou soustředí na určitou technologii a byli proškoleni výrobcem daných zařízení. (PFM PRODUCTION Fall © 2018)

2.4.3 Definice TPM

Zkratka vychází z anglických slov „Total Productive Maintenance“ do češtiny přeloženo totálně produktivní údržba“. Cílem je zvyšovat efektivnost provozu skrz údržbu zařízení, snižovat náklady provozu a to tak, že:

- nebudou defekty;
- nebudou pracovní nehody;
- nebudou prostoje ve výrobě.

Koncept byl vytvořen v Japonsku v návaznosti na rozvíjející se JIT (Just in Time). Byla potřeba, aby se zvyšovala spolehlivost výrobního zařízení a kladně tak podporovala JIT.

TPM je z velké části založeno na přístupu zaměstnanců. Hlavní myšlenkou je, že si zaměstnanec sám provádí údržbu na zařízení a udržuje si ho tak v dobrém technickém stavu, má povědomí o technických parametrem zařízení a v případě chyby je schopen snáz rozeznat, kde chyba nastala a co může být její příčinou.

TPM je klíčovou konkurenční výhodou. Potřeby vyrábět rychleji, spolu s technologickým rozvojem a kontrolou nákladů nelze bez jasné filozofie dosáhnout. TPM je užitečné pro ty společnosti, které rozpoznají výhody kolektivního snažení spolu se sdílením společných cílů.

Hlavní impuls ale musí přijít od managementu firmy, protože se jedná o výraznou změnu zvyků, jež byla léta budována a zarytá v hlavách a konání lidí.

TPM má svých 8 hlavních pilířů.

- Autonomní údržba – zajišťuje odpovědnost za běžnou údržbu, jako je čištění, mazání, kontrola, a to v rukách operátorů.
- Kvalitní údržba – detekce a prevence chyb vznikajících při návrhu výrobních procesů. Aplikujte analýzu kořenové příčiny pro odstranění opakovaných zdrojů vznikajících vad.
- Úzce zaměřené zlepšování – menší skupinka zaměstnanců pracujících proaktivně spolu.

- Plánovaná údržba – na základě předpovědi anebo naměřené hodnoty poruch se naplánují kroky údržby.
- Rychlé zavádění nového vybavení – přímá praktická znalost a porozumění výrobnímu zařízení získané skrz TPM pomáhá zlepšovat návrhy nových zařízení.
- Vzdělávání zaměstnanců – je nutné vyplnit mezeru znalostí k naplnění cílů TPM. Aplikuje se na operátory, údržbu, personál a management.
- TPM v administrativě – aplikace TPM technik v administrativní struktuře.
- Bezpečnost a zdraví při práci – udržuje bezpečné a zdravé nezávadné pracovní prostředí.

(Managementmania.com © 2011–2016; TPM (Total Productive Maintenance), © 2011–2017)

Spousta společností se sama sebe ptá, že existuje jen jeden jediný a správný přístup k TPM. Experti napříč zeměmi se shodli, že implementace a udržení si znalosti o tom, jak provádět TPM může být v každé společnosti odlišná a závisí hodně na těchto faktorech:

- dovednosti operátorů;
- stáří operátorů;
- složitosti výrobního zařízení;
- stáří zařízení;
- firemní kultuře;
- současnému stavu provádění údržby zařízení.

Je důležité nezapomínat, že cílem TPM je neustále zlepšování Overall Equipment Effectiveness (OEE) ukazatele. Ten se dá jednoduše vysvětlit, jako produktivita strojního zařízení, též označovaného zkratkou vycházejí z českých slov CEZ (Celková Efektivnost Zařízení). Vypočítá se podle vzorce: $CEZ = D * V * Q$ (D = dostupnost, V = výkon, Q = kvalita).

Kroky potřebné k zavedení TPM se v různých společnostech liší. Hodně to záleží na typu průmyslu, výrobních metodách, servisních aktivitách, stavu strojního zařízení a na mnohých dalších individuálních parametrech podniků (Wireman, 2004, str. 14-15; Košturiak, Frolík, 2006, str. 93-98).

2.4.4 Motivace pracovníků k dodržování nových zvyklostí/pravidel

Jak motivovat pracovníky k vyšší produktivitě, k dodržování standardů či k vyššímu zapojení do zlepšovacího procesu? Zvláště pak při zavádění TPM filozofie ve společnostech. První myšlenky, co vás i většinu manažerů napadnou, jsou dát jim finanční odměnu. To je dostatečně motivuje a budou se snažit, ale ono tomu tak ve výsledku není. Peníze nejsou motivátorem, ale stimulem. To je podnět z okolního prostředí vedoucí k podnícení, či omezení aktivity člověka. Motivaci pak lze rozumět, jako vnitřní pohnutce, která podněcuje chování člověka k vykonávání určité činnosti. Jednoduše si řekne, že to chce dělat, a ne že musí. Úkolem průmyslových inženýrů či manažerů je aktivovat v člověku tuto vnitřní pohnutku, aby on sám chtěl něco změnit, něco nového se naučit, něčeho nového dosáhnout. Každý člověk je jiný a neexistuje jednoduchá cesta či návod, jak ho přeprogramovat, aby dělal to, co si vedení podniku žádá (Košturiak, 2016, str. 199-200).

V průběhu vývoje moderních dějin se objevilo mnoho autorů popisující principy motivace pracovníků. Jmenovitě Abraham Maslow, Frederick Herzberg, James Lincoln, jejich programy mohou fungovat ve společnostech uvědomujících si, jaká komplexní věc motivace je. Systém motivace potřebuje k své úspěšné implementaci dosáhnout harmonie se strukturou řízení, dobrým výrobkem a jeho kvalitou spolu s podporou zákazníka, s poctivou předpovědí a řízením. Dobré výrobní zařízení s využitím moderních technologií, standardizace, dokumentovaných procesů a dobrým plánováním materiálů, mají vliv na motivaci pracovníků (Greene, 2013, str. 101-103).

2.5 Ishikawa diagram

Je to jeden ze sedmi základních nástrojů kvality. Ishikawa diagram neboli diagram rybí kosti je jednoduchou metodou sloužící k systematickému hledání příčin zkoumaného problému. I přes svou jednoduchost je vhodné, aby se na odhalování příčin podílel tým, a ne pouze jednotlivec. Často se tento diagram používá ve spojení s brainstormingem. Název diagram rybí kosti vyplývá přímo ze vzhledu diagramu, na pravé straně je nastíněn řešený problém, od něhož vede čára (páteř). Na ní jsou pak navázány kosti. Jedna hlavní kost představuje určitou oblast vzniku příčin problémů (např.: člověk, metody, stroj, prostředí atd.). Na těchto hlavních kostech se pak graficky uvádí příčiny související s danou oblastí.

Tři doporučení pro použití Ishikawa diagramu.

1. Využijte výhod jednoduchosti a názornosti tohoto diagramu. Svou konstrukcí nám pomůže nalézt souvislosti a důsledky problémů, a navrhnout tak opatření k jejich odstranění.
2. Vždy začínejte od hlavy, tzv. definujte řešený problém. Potom pokračujte k hlavním kostem v kostře. Ty představují hlavní příčiny problémů a zpravidla se rozvětvují do dalších dílčích příčin.
3. Vytvořením diagramu si odkryjete celou síť příčin a následků. Díky němuž můžete ukázat, kde je problém a navrhnout jeho řešení.

(Kabátek a Lošťáková, 2010, str. 67-69)

2.6 Pareto analýza

Autor této analýzy se jmenuje Vilfredo Pareto. Byl to italský ekonom. Řekl, že malé procento položek ze skupiny se podílí na většinových nákladech, hodnotách, dopadech atd. Toto Paretovo pravidlo se dá použít ve spoustě případů např.: 80 % tržeb nám přinese 20 % zákazníků a zbylých 20 % tržeb 80 % zákazníků, 20 % příčin je zdrojem 80 % našeho úspěchu. Procentuální podíly v jednotlivých skupinách nemusí striktně kopírovat rozdělení 80/20 mohou se lišit (Maynard a Kjell, 2001, str. 10.103-10.104).

Pareto diagram se používá k vizuálnímu zobrazení výsledných hodnot. Ve většině případů se jedná o sloupcový graf, jehož hodnoty jsou seřazeny od největšího k nejmenšímu. Ten je pak doplněn o spojnicí vyjadřující kumulativní procentuální podíl. Vytvořením tohoto grafu se zjistí, jaké příčiny se objevují nejčastěji a jaký mají stupeň dopadu na zkoumaný jev. Obecně lze dosahovat velkého zlepšení tím, že se zaměříme na skupiny s nejvyšší mírou výskytu. Paretova analýza je velmi efektní, přitom jednoduchým nástrojem sloužícím k přesnému vyjádření vašeho úsilí (Maynard a Kjell, 2001, str. 13.68 a 13.112; Zikmund © 2010-2011).

3 ZVYŠOVÁNÍ VÝKONNOSTI PODNIKOVÝCH PROCESŮ

Ve své knize Pendse a Baghel (2008, str. 48) uvádějí definici produktivity, jako působení velké spousty sociálních a manažerských faktorů, ovlivňujících výkonnost podniku. Práce nemůže být produktivní, pokud ji vykonává pracovník, jehož pracovní činnosti jsou neefektivní. Manažerská a organizační slabost by zásadně zhoršila úspěchy průmyslových podniků.

Pokud produktivita všech faktorů neustále roste a celková efektivnost faktorů se zlepšuje, můžeme s vysokou pravděpodobností říci, že je to zapříčiněno technologickým rozvojem.

Produktivita se obvykle vyjadřuje jako využívání majetku nebo síly k vytváření přidané hodnoty. Produktivita je klíčový faktor podporující vítězství jakéhokoliv sociálně ekonomického systému, protože má přímý vztah na ekonomický blahobyt. Ve výsledku vyšší produkce, vyšší spotřeby a kvalitu života je možné dosáhnout jen zvyšováním produktivity.

Produktivita je efektivnost, s jakou společnost využívá výrobní faktory při svém transformačním procesu. Týká se jak výrobních, tak i nevýrobních podniků, protože obecně rozumíme transformačnímu procesu jako změně vstupů v užitečné výstupu (statky a služby).

Růst produktivity se potýká s problémy stále efektivnějšího využívání zdrojů k výrobě tolika produktů, kolik je jen možné, poskytování tolika služeb, kolik to jen jde, a to s nejnižšími reálnými náklady.

Zvyšování produktivity přináší podnikům následující výsledky:

- redukuje se náklady, což ve výsledku přináší nižší ceny pro zákazníky;
- při stejné spotřebě je možné produkovat více výrobků nebo poskytovat více služeb;
- eliminují se interní problémy, to posílí celý podnik;
- vyšší zisk vlivem snížení nákladů;
- vlivem snížených nákladů má podnik možnost zvýšit mzdy svým zaměstnancům a zvýšit tak jejich spokojenost.

Produktivita nemůže být v některých zemích, či sociálním systému zvýšena pouhým nařízením. Podstatné je podstoupit určité kroky ke zvyšování produktivity, které by v tomto případě nenastaly, pouhé nařízení je nepodnikání. Podnik musí chtít, nemůže mu to být nařízeno. Potenciál k zvyšování produktivity je zakořeněný v každém z nás. Problém je, jak převést psychologické povědomí do činů a akcí, které povedou právě ke zvýšení

produktivity. Tohoto se dá dosáhnout v případě, že vysoká úroveň industrializace povede k rozvoji industriálního klima podpořeného vzděláváním, výcvikem a výzkumem, vytvoří pomocné průmysly a trhy se stanou těsně propojené.

Zvyšování produktivity neovlivňuje pouze současnost, ale významně ovlivňuje budoucí vývoj společnosti a jejich investiční a inovační činnost či aplikovaný výzkum. Významným faktorem, který brzdí zvyšování produktivity ve společnostech, jsou zvyky a tradičně negativní přístup ke změnám. Ty jsou ve většině případů podpořeny negativními zkušenostmi z minulosti. Jednou z účinných metod, jak zvyšovat produktivitu je systém zlepšovacích návrhů. Produktivita se nezvyšuje nějakou jednorázovou akcí, ale i tak se to v některých podnicích aplikuje. Dále můžeme využít velké spousty metod, nástrojů a konceptů, které bychom však měli používat jen v době, pro kterou byly určeny. Není vhodné vzít staré metody a využívat je v dnešních podmínkách (Pendse a Baghel, 2008, str. 48-52; Mašín, 2000, str. 13-19; Klečka © 2000–2018).

3.1 Přístupy k výpočtu produktivity

Výsledek růstu, či poklesu produktivity se dá vyjádřit pomocí jedno faktorového nebo parciálního výpočtu, jako je produktivita kapitálu či práce. Ta nám ukazuje odděleně přidanou hodnotu vstupních faktorů. Výpočet má však své omezení, vlivem růstu kapitálové náročnosti nám ukazuje růst produktivity práce. Přičemž se jedná o zvyšování poměru kapitálu a práce než o čisté zvyšování produktivity. Tento problém se dá vyřešit provedením výpočtu totálního faktoru produktivity, který dokáže zaznamenat vztahy růstu výstupu s vlivem na ostatní faktory, a ne pomocí zvyšování vstupních faktorů, jak tomu může být u parciální produktivity. Růst celkové produktivity faktorů zahrnuje vliv nejen technického vývoje, ale také lepšího využití kapacit, vzdělávání podporující zlepšování pracovních dovedností.

V současnosti je stěžejní výpočet produktivity práce. Podle průzkumů právě produktivita práce v České republice každoročně klesá. Správně provedený výpočet a jeho následné porovnání se stanovenými cíli produktivity poskytuje společnosti jasný přehled o odchylkách. K těm pak může dohledat příčiny vzniku spolu s možností jim předcházet (Pendse a Baghel, 2008., str. 148-152; Klečka © 2000–2018).

Parciální produktivita – PP

$$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}} = \frac{(HV * PC) + (RV * PR * PC) + OST}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

Index produktivity – IP

$$IP = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} \times 100$$

Totální produktivita – TP

$$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} = \frac{(HV * PC) + (RV * PR * PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$$

Totální faktor produktivity – TFP

$$TFP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{pracovní síla} + \text{kapitál}} = \frac{(HV * PC) + (RV * PR * PC) + OST}{PS + K}$$

Legenda	HV = hotové výrobky	K = kapitálové vstupy (fixní a pracovní kapitál)
	PC = prodejní cena	E = spotřeba energií
	RV = rozpracované výrobky	Tch = náklady na technologii
	PR = % rozpracovanosti	V = náklady na vývoj
	OST = ostatní příjmy	Ad = náklady na administrativu
	PS = náklady na pracovní síly	T = náklady na trénink
	M = materiálové náklady	Q = náklady na kvalitu

(Mašín, 2000, str. 28)

4 SYSTÉMOVÉ ZÍSKÁVÁNÍ DAT

Klíčové ukazatele výkonnosti neboli KPI jsou skupina měřítek, které se zaměřují na nejvíce důležité části organizační výkonnosti společnosti. Jsou velmi důležité pro současný a budoucí úspěch společnosti. Tyto ukazatele by se měly sledovat dvacet čtyři hodin denně, denně či týdně. Ukazatele sledované v delších intervalech nelze považovat za klíčové ukazatele a ve většině případů nebudou poskytovat potřebnou informaci pro společnost. (Parmenter, 2010, str. 4-7)

Řady podniků se snaží nacházet cesty, jak efektivně sbírat data. Při dnešní rychlosti rozvoje a velikostech výrobních hal, s čímž souvisí množství dat, jež je potřeba zpracovat, je nutné ustoupit od klasického ručního sběru dat na poloautomatický či automatický systém. Povede to k úspoře času při získávání dat a také především k eliminaci chyb vzniklých ručním zadáváním dat. Mnohdy se data několikrát přepisují, než se dostanou do finální databáze. Existuje mnoho způsobu, jak získávat data automaticky, může se využívat čárových kódů, RFID tagů či přímého napojení měřících systémů na informační systém společnosti. Moderní výrobní zařízení je připojené na internetovou síť. Potom se data ze zařízení přenáší do centrálních databází. Pokud je v inventáři společnosti staré výrobní zařízení je možné ho opatřit čidly, která snímají postup výroby a zaznamenávají tak cenná data. Výběr systému sběru dat záleží především na stáří výrobního zařízení a objemu možných finančních investic. Nejpoužívanějším systémem sběru dat jsou čárové kódy. Nesporným důvodem je jejich nízká pořizovací cena. RFID je jednoduše řečeno identifikátor pracující na rádiové frekvenci. Oproti čárovým kódům je nákladnější a využívá se především tam, kde se mohou využívat opakovaně, třeba na označení přepravek určených pro kanban zásobování (Plaček © 2001–2018 CCB spol. s r.o.; Szydłowski © 2001–2018 CCB spol. s r.o.; Jindra © 2001–2018 CCB spol. s r.o.).

Je nutné dodat, že plně automaticky lze získávat jen technologická data. Ostatní typy dat potřebují kromě automaticky sbíraných dat také data doplňková o typu výroby, typu pracoviště, velikostech výrobních dávek atd. Je tedy potřeba zásahu člověka, pro lepší zařazení a upřesnění dat. Systém by na to měl být připravený a měl by umožňovat ruční vstup. V dnešní době již není nic neobvyklého na automatickém sběru dat. Důležitější než řešit, zda data sbírat je jaké data sbírat. Pro úplnou představu budou níže zobrazeny typy dat, se kterými se v podnicích můžeme setkat:

- výrobní data;

- data o kvalitě;
- data o prostojích;
- data o technologiích;
- data o pohybech materiálů;
- data o nevýrobních činnostech.

(PLAČEK © 2001–2018 CCB spol. s r.o.)

4.1 Měření produktivity zařízení

Další možností, jak měřit výkonnost společnosti kromě produktivity práce je produktivita výrobních zařízení. Vypočítat můžeme TEE (celkovou efektivní produktivitu zařízení), OEE (celkovou efektivnost zařízení) a NEE (čistou efektivnost zařízení).

Ve většině společností se nachází skrytá kapacita. Ta může dosahovat až 25–30 % celkové výrobní kapacity společnosti. V průběhu výrobního procesu, a nejen při něm, se setkáváme s velkým objemem ztrát. Ty nám představují skrytou kapacitu, k níž se můžeme dostat jejich odstraněním. Podniky světové třídy dosahují OEE ve výši 85 %.



Obrázek 3 – Ukázka složek OEE a TEE (Mašín, 2000a)

TEE vypočítáme součinem čtyř složek, a to koeficientem využití, dostupnosti, výkonnosti a kvality. Ve výsledku je koeficient využití vynásobený hodnotou OEE. Pokud známe plánované prostoje, využití zařízení a OEE, tak pak jsme schopni spočítat TEE. OEE je velmi používaný ukazatel, převážně ve spojení s TPM, nezabývá se ale specifikací nastavování a seřízení zařízení. NEE zaznamenává opravdovou kvalitu a efektivitu zařízení v době kdy vyrábí. NEE zahrnuje plánované prostoje, přestavby a seřízení.

Odstupňování podniků podle výrobní efektivity:

- hodnota OEE je 100 %, jedná se o perfektní produkci;
- hodnota OEE je 85 %, jedná se o světovou třídu diskrétních výrobců;
- hodnota OEE je 60 %, je to typické pro diskrétní výrobce;
- hodnota OEE je 40 %, toto není neobvyklé pro výrobce bez zavedeného TPM nebo Lean programu (Maynard a Kjell, 2001, str. 16.71-16.72; TPM (Total Productive Maintenance), © 2011-2017).

4.2 Ztráty výrobního zařízení

Hned ze začátku je důležité si uvědomit rozdíl mezi sporadickými a chronickými ztrátami. Je to rozdělení podle jejich formy výskytu.

Sporadické ztráty se zpravidla vyskytují náhle a svým projevem, který způsobí, se o nich rychle dozvíme. Mají zásadní dopad na výrobu, jejich příčiny jsou tudíž snadno odhalitelné. Na odstranění sporadických ztrát se podílí celý tým odborníků. Normálního stavu dostihneme po odstranění sporadických ztrát.

Naproti tomu chronické ztráty, kterým se ve většině případů nevěnuje dostatek pozornosti, se považují za běžnou součást života, způsobí ale mnohem větší ztráty než ty sporadické. Navíc můžeme říci, že chronické ztráty jsou příčinou vzniku sporadických ztrát. Důvodů je hned několik. Může to být kvůli podceňované, přehlížené a skryté příčině. Bohužel až se zastaví výroba, tak si podnik začne daleko více uvědomovat příčiny a problémy, které dříve přehlížel či podceňoval. Způsoby, jak odstranit chronické ztráty jsou zlepšování, inovace a změna zvyklostí (Mašín, 2000, str. 19-21).

Pro správné provedení a vyhodnocení výpočtu všech tří ukazatelů uvedených v kapitole výše je potřeba mít povědomí o ztrátách a využití výrobního zařízení. Ztráty mohou být způsobeny:

- poruchou zařízení;
- nastavením a seřízením zařízení;
- během naprázdno a drobných zastavení;
- snížením rychlosti zařízení;
- procesními vadami.

Většina zařízení potřebuje čas na rozjezd, testovací provoz, ověření a další podobné činnosti. To jsou činnosti snižující produktivitu. Často se k nim nějak zvlášť nepřihlíží a berou se jako součást výrobního procesu. Pomocí výpočtu ukazatele OEE a jeho sledování v průběhu času se dají tyto ztráty odhalit. I tak se najde pár společností, které se ztráty začaly zabývat a snaží se je minimalizovat. OEE a jeho nízká hodnota nám podává základní informaci o tom, že je něco špatně. Jak se k tomu pak společnost postaví, zda to bude či nebude řešit, je jen na ní.

Poruchovost zařízení je jednou z velkých složek vzniklých prostojů. Dokáží se objevovat nahodile a sporadicky, což je pro společnost dost frustrující skutečnost. I menší chyby mohou mít katastrofické následky, když se objeví v průběhu chodu zařízení. Některé podniky se s nahodilými poruchami smířily a nepodnikají proti nim žádné akce. To je ovšem velmi nákladný kompromis, který v případě využití TPM není akceptován.

Další typ ztrát je označován za skryté, velmi vzácně jsou zahrnuty do výpočtu prostojů. Nedochozí k poruše zařízení, kontinuálně se vyrábí. Dochází ke snížení efektivity vlivem běhu naprázdno či drobných zastavení výroby. Může to být vlivem následných či předcházejících pracovišť, které nestíhají vyrábět, tak jak mají nebo drobnou nepozorností operátora.

Snížení rychlosti zařízení je většinou výsledkem nedostatečné údržby zařízení. To je zanesené nečistotami, provozními látkami, nachází se na něm nespočet opotřebovaných součástí, a to způsobuje zmíněné problémy. Složka výkonnosti se vypočítává s přihlédnutím na běh naprázdno, drobných zastavení a snížením rychlosti zařízení.

Poslední pátou kategorií ztrát jsou procesní vady. Pod ní si můžeme představit především ztráty z nekvality. Míra kvality je významnou částí při výpočtu OEE. Je nutné odhalovat příčiny vzniklých neshod a následně je odstraňovat (Maynard a Kjell, 2001, str. 16.72-16.75).

5 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Analýza a měření práce již několik desetiletí patří k velmi účinným nástrojům v boji proti plýtvání v procesech. Každý průmyslový inženýr by je měl ovládat. Pro definování spotřeby času a optimálního pracovního postupu jednotlivých činností se právě využívá metod analýzy a měření práce.

Začínáme analýzou práce neboli studiem pracovních metod, jejichž cílem je sledovat a pochopit současné provádění práce, identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti. Následuje zjednodušení vykonávané práce, tím vznikne nový pracovní postup. Jakmile je tato část splněna můžeme se posunout na měření práce, kdy určujeme spotřebu času daných činností. Při analýze práce dochází k pozorování a neustálému dotazování, zda se práce provádí tím nejlepším možným způsobem, přičemž využíváme základních principů zlepšování:

- eliminace;
- zjednodušení;
- sloučení (kombinace);
- změna pořadí.

Často se stává, že je analýza podceňována a hlavní důraz je kladen na následující část měření práce. Jeho výsledek je pak čistý popis současného stavu, bez jakéhokoliv zlepšení produktivity. Pak bývá zatracováno, že nepřináší požadovaný výsledek. Správně provedená analýza práce nám přináší kýžený efekt zvýšení produktivity, jeho výsledky si pak už jen ověříme pomocí provedení měření práce (Dlabač © 2005-2017).

5.1 Měření práce

Rozlišujeme dva typy měření práce, přímé a nepřímé. K přímému se využívají časové studie, kde přímo používáme stopky a zaznamenáváme časové trvání prováděné práce. Nepřímé se provádějí na základě předem určených časů. Analyzují se prováděné činnosti a podle tabulek se jim přiřadí optimální doba trvání.

Pro přímé měření používáme snímek pracovního dne k sledování prováděných operací pracovníkem a chronometráž. Tu využíváme tehdy, potřebujeme-li znát čas trvání operací.

Tvorba snímku pracovního dne není nic příjemného jak pro měřeného operátora, tak pro člověka provádějící toto pozorování, ale i tak nám poskytuje velmi cenné údaje o průběhu

pracovní směny pracovníka. Cílem je získat přehled o činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu, navrhnout novou organizaci práce, identifikovat plýtvání a získat přehled o spotřebě času. Snímek pracovního dne se využívá pro získání informací o aktuálním stavu využití pozorovaných operátorů a tehdy potřebujeme-li stanovit přírážku k normě pro nepravidelně se vyskytující činnosti. Snímek pracovního dne se provádí na jednotlivce, skupinu, pracovní četě či si ho člověk provádí sám na sebe.

5.1.1 Nepřímá metoda měření práce – MTM

U nepřímého měření se provede rozpad činností operátora na jeho jednotlivé pohyby a podle jejich náročnosti se stanoví index odpovídající určité spotřebě času. Nejznámější metodou je MTM (Methods Time Measurement), přesto není v současné době nejpoužívanější. Tou nejpoužívanější je MOST (Maynard Operation Sequence Technique). MOST je jednodušší systém nepřímého měření práce.

Tabulka 1 – Základní pohyby MTM (Krišták © 2012)

1) Sáhnout – R	5) Tlačit – AP	9) Otáčet – T
2) Přemístit – M	6) Spojit – P	10) Přemístit zrak – ET
3) Uchopit – G	7) Pustit – RL	11) Zkoušet – EF
4) Přehmátnout – G2	8) Oddělit – D	

MTM je velmi podrobná, a tedy náročná metoda na identifikaci pohybů, jejich typu, délky, náročnosti a hmotnosti manipulovaného objektu. Od těchto parametrů se pak odvíjí i délka prováděné analýzy, a tak je časově velmi náročná. Při současně zvyšující se složitosti a variantnosti produktů je provádění MTM analýz stále časově i koordinačně náročnější. Proto se postupem času vytvořily metody vycházející z MTM. Metoda využívá 11 základních pohybů, ty jsou označeny písmeny abecedy. Výstupem je podrobná analýza pohybů operátora a k nim přiřazena délka jejich trvání v TMU, kdy 27,7 TMU = 1 sekundě (Krišták © 2012; Dlabač © 2005-2017).

Tabulka 2 – Typy MTM analýzy (Krišták © 2012)

MTM stupeň	Podrobnost členění analýzy	Trvání operace v minutách
MTM1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM2	Komplex pohybů	0,5 – 3
MTM3	Úkony operace	3 – 30
MTM4	Úseky operace	30 – 1 800
MTM5	Operace jako celek	více jak 1 800

Pro kvalitní provedení analýzy je zapotřebí přesně a detailně analyzovat základní pohyby obsažené v MTM1. V praxi musíme usilovat o optimální vyvážení nákladů na analýzu a přínosů. V podnicích, kde převládá malá opakovatelnost operací, se využívají MTM2 a MTM3 odvozené od MTM1.

Zatímco pro provádění přímých metod měření potřebujeme být ve většině případů přímo na lince nebo prostřednictvím kamery sledovat aktuální časové úseky činností, tak u nepřímých metod tato potřeba odpadá. Měření se může provést na již zaznamenaném videu, kde půjde dobře vidět na jednotlivé pohyby. Rovněž můžeme provést nepřímé měření na výrobních zařízeních, které jsou stále ve fázi vývoje a použité metody nám pomohou k vytvoření lepšího designu pracovního prostoru. U přímého pozorování musí pozorovatel odhadnout stupeň výkonu, toto rozhodnutí u nepřímých metod odpadá (Krišták © 2012; Dlabáč © 2005–2017).

6 ŠTÍHLÝ PODNIK

Základním lidským hnacím impulsem je být úspěšný. Být společností respektován, mít slušné finanční prostředky a obstát v konkurenčním prostředí, ať už osobním či pracovním. V podniku tomu není jinak, ten sleduje své hlavní cíle, které mu umožňují být úspěšný na konkurenčním trhu. Můžeme mezi ně zahrnout snižování nákladů, zvyšování produktivity, zvyšování objemu výroby bez dodatečných objemných investic, zvyšování uspokojení potřeb zákazníků atd.

Být štíhlým podnikem znamená zabývat se jen nezbytnými a potřebnými činnostmi, dělat je napoprvé správně, utrácet přitom méně peněz a dělat je svižněji než konkurence. Dodržení těchto zásad nám uspoří čas a tím i finance, jenže spořením ještě nikdo nezbohatl. Spolu s generováním úspor je podmínkou štíhlého podniku i zvyšování výkonnosti a to tak, že na stávajících výrobních plochách vyrobíme více výrobků, s dosavadním počtem pracovníků vyrobíme více než naše konkurence a spotřebujeme méně času na hlavní, vedlejší a podpůrné procesy. Košturiak s Frolík ve své knize uvádějí, že: "být štíhlý tedy znamená vydělat víc peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí."

Koncept štíhlé výroby se snaží vytvořit podmínky zajišťující maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka (Košturiak, Frolík, 2006, str. 17-21).

Celý štíhlý podnik je možné rozdělit na jeho jednotlivé části:

- štíhlá výroba;
- štíhlá logistika;
- štíhlá administrativa;
- štíhlý vývoj.

Jednotlivé oblasti jsou spolu provázány managementem znalostí a rozvojem podnikové kultury. To, na jaké úrovni má podnik management znalostí, se pozná nejen podle jeho efektivního zpracování materiálu, ale také podle toho, zda využívá znalosti ke svému zdokonalování. Nejbohatší jsou ty společnosti, které se spoléhají na znalosti. Po pochopení významu informace se z ní stává znalost, která pokud není použitelná a použitá, je stále jen informací (Košturiak, Frolík, 2006, str. 21-23).

6.1 Štíhlá výroba

V současné době se klade důraz na odstranění všech forem plýtvání, a to je také hlavní cíl štíhlé výroby. Formy plýtvání můžeme charakterizovat pojmem MUDA. Ta zahrnuje sedm plus jedna forem plýtvání. V závislosti na zkušenostech a skutečných procesech si může společnost nastavit vlastní kategorie plýtvání.

Plýtvání jednoduše znamená provádění nadbytečných činností, které zvyšují výrobní ale i ostatní náklady. Níže jsou uvedeny MUDA kategorie plýtvání.

- Nadvýroba – výroba probíhá moc rychle nebo se vyrábí mnoho.
- Zbytečné pohyby – pohyby operátora nepřidávající hodnotu.
- Nadbytečná práce – činnosti prováděné operátorem navíc nad rámec definovaných činností.
- Nadbytečné zásoby – zásoby přesahují hranici potřebnou pro zajištění plynulé výroby
- Čekání – na jakýkoliv materiál, operátory, informace nebo strojní cyklus.
- Doprava – nadbytečná manipulace a doprava.
- Opravování – v důsledku odstranění vzniklé nekvality.
- Nevyužité schopnosti pracovníků – nevyužit potenciál pracovníků.

(Košturiak, Frolík, 2006, str. 23-25)

6.1.1 5S Standardizace

Je to jedna z metod štíhlé výroby. Metoda 5S se vyvinula v Japonsku a jejím základem byl pojem úklid. Správně se o zavádění 5S mluví jako o stupňovitém procesu, který se, jak název napovídá, skládá z pěti částí. Metoda 5S podporuje organizaci a standardizaci pracovních procedur. Pomáhá štíhlé metodologii v odstraňování plýtvání a aktivit nepřidávajících hodnotu, zatímco se zlepšuje i kvalita.

Je to implementace štíhlého konceptu vytvářejícího vysoce organizované pracovní prostředí, kde má vše svůj určený prostor. Dá se říci, že je to způsob myšlení organizace, který zásadně ovlivní její dosavadní interní spolupráci, efektivitu i potřeby zákazníka pozitivním způsobem. Štítky, označení, barva jsou příklady, jak vytvořit vizuální pracoviště (Susan, Douglas a John, 2008, str. 213; Ortiz, 2016, str. 51).

1. Separovat (SEIRI)

Je to činnost, při které dochází k zjištění, jaké věci se nacházejí na pracovišti. Tato část metody 5S má více jak jedno označení, říká se jí třízení, systematizace či zjednodušení. Je to soubor kroků sloužící k identifikaci všech věcí na pracovišti. Zajímá se o četnost využití nástrojů. Mohou se na něm nacházet i nepotřebné věci či jsou umístěné na špatném místě. To způsobuje zdlouhavé hledání potřebného nářadí, když se na jednom místě nachází spousta nepotřebných věcí, může docházet k pracovním úrazům. Operátoři mohou zakopnout o velkou spoustu věcí nacházejících se na pracovištích. Nehledě na to, že tento stav znesnadňuje manipulaci s materiálem i vyráběnými produkty. Nepotřebné věci se označí červenými štítky, kde jsou napsané informace o nalezené věci. Po nějaké době se na pracoviště vrátíme a podíváme se, zda se věc nepohnula a je stále na svém místě, tak ji lze přemístit mimo pracoviště.

2. Systematizovat (SEITON)

V dalším kroku se potřebné věci umístí na nejvhodnější místo. Této části se říká uspořádání, srovnání a standardizování. Nepotřebné věci zmizely a uvolněné místo je použito pro vytvoření vizuálního layoutu na pracovišti. Nejen zařízení, ale také i vybavení je přehledně označené a má své místo. Vlivem uspořádaného místa je rovněž možné vytvořit alternativy uspořádání současných zařízení s cílem minimalizovat materiálový tok a zjednodušit práci operátorům.

3. Stále čistit (SEITO)

Pokud je pracoviště čisté a můžeme s nadsázkou říci, že se třpytí, tak se bude zaměstnancům v tomto prostředí produktivněji pracovat. Tento fakt podporuje jedna důležitá skutečnost a to, že cokoliv je čistého, je přímo připravené k použití. Jakékoliv znečištění výrobního zařízení i okolí má negativní vliv na technickou i osobní stránku věci. Čisté zařízení zkracuje dobu přestavby a snižuje se pravděpodobnost poruchy. Čistota je jednou z hlavních složek preventivní údržby. Pro udržení pořádku na pracovištích musí být správně nastavené zodpovědnosti a časový plán čištění.

4. Standardizovat (SEIKETSU)

V předchozích třech fázích jsme dostáhli určitého zlepšení, detailně v druhé fázi bylo zařízením a nářadím na pracovišti přiděleno přesné místo, a aby se tento stav nezměnil a zůstal tak, jak byl navržený, tak je nutné vytvořit standard. Ve většině případů se jedná

o papírový dokument s vizuálními prvky. Abychom nemuseli opakovat první tři fáze stále dokola, potřebujeme zarážku, jež stabilizuje zlepšený stav. Standard rovněž umožní s odstupem času porovnat stav na pracovišti s tím navrženým. Od toho se odvíjí i provádění auditů.

5. Sebedisciplinovanost (SHITSUKE)

Poslední fází celého procesu zavádění 5S je pravděpodobně tou nejdůležitější. Bylo vyvinuto úsilí změnit současný stav a z důvodu špatné disciplíny zaměstnanců se brzy tento stav vrátí ke starým kořenům. Je potřeba, aby operátoři pochopili, že změna, ke které mají v současné době odpor, zásadně změní jejich pracovní prostředí, ulehčí jim práci v podobně snáze dostupných nástrojů atd. Jedním z dostupných motivátorů jsou v tomto případě odměny a pokuty.

Pro udržení současného zlepšeného stavu je zásadní.

- Komunikace – lidé musí vědět, čeho chceme dosáhnout a proč.
- Vzdělání – musí porozumět zaváděnému konceptu a jeho jednotlivým technikám.
- Odměny a uznání – lidé potřebují vědět, že si jejich snahy někdo váží, může to být finanční odměna, ale také i slovní pochvala od nadřízeného, to záleží na konkrétní společnosti.
- Čas – zavedení změny v podobně vyššího podílu čištění za směnu potřebuje svůj čas, nemůžeme současně tlačit na čištění zařízení a zvyšování vyprodukovaného množství.
- Struktura – je důležité identifikovat, co je potřeba udělat, kdo to bude dělat a kolik na to bude mít času (Earley © 2018 Lean Manufacturing Tools).

Kromě samotného označení 5S existují i další alternativní označení této metody.

5C

- Cleaning
- Configure
- Clean and Check
- Conformity and finally
- Custom and practice

CANDO

- Cleanup
- Arrange
- Neatness
- Discipline, and
- Ongoing Improvement

(Earley © 2018 Lean Manufacturing Tools).

6.2 Standardizace na podnikové úrovni

Úkolem standardizace je vybrat nejen činnosti přímo účastné na tvorbě hodnot, ale také podpůrné, tak aby bylo dosaženo přesnými metodami ekonomicky zdůvodnitelného optima.

Tomek a Vávrová (2017, str. 128-129) ve své knize definují standardizaci jako: „soustavu pracovních a technickohospodářských norem, limitů, předpisů, vybraných postupů, seznamů, vzorů a dalších podkladů, které vytváří organizační jednotka pro zvýšení ekonomiky hodnototvorného procesu a zvýšení jako konkurenceschopnosti vzhledem k potřebám zákazníků.“

Člověk méně znalý procesu standardizace může navrhnout, že se jedná o činnosti zpomalující kreativitu. Samotný proces standardizace je prováděn s nejnovějšími znalostmi z oboru, což je samo o sobě kreativní. V dynamicky se měnícím prostředí nemůže zůstat standardizace stále stejná, neustále se rozvíjí, mění a reaguje na nové požadavky dodavatelů, zákazníků a obecně trhu. Tyto kroky změny se pak promítají do všech potřebných podkladů. Mají stejná kritéria přístupu a jsou stejně závazné jako proces standardizace.

Standardizace v procesu řízení výroby se především zaměřuje na stabilizaci technickoekonomických podmínek, optimalizace kombinace průběhu výrobního procesu a sjednocení průběhu výrobních procesů. Důležitou roli v standardizaci hraje i management, ten musí nastavit a rozvíjet podmínky podporující standardizaci v rámci podnikové politiky. (Tomek a Vávrová, 2017, str. 128-129, Salvendy, 2001, str. 1970).

Základní kameny vnitropodnikových procesů podporovány vnitropodnikovými standardy jsou uvedeny na obrázku 4 (Tomek a Vávrová, 2017, str. 141-142).



Obrázek 4 – Příklad využití standardizace v operativním řízení výroby (Tomek a Vávrová, 2017)

7 PRŮMYSL 4.0

Pod pojmem „Průmysl 4.0“ se neschovává nějaký propracovaný postup či norma, podle ní by se podnik měl řídit a dosáhnout tohoto stavu. Je to globální smýšlení, celoevropská iniciativa manažerů velkých firem a také vládních institucí EU. Cílem je rozhýbání poptávky po nových technologiích a urychlit tak robotizaci průmyslových i spotřebních činitelů. Snaha je vytvořit nezávislé, plně automatizované systémy minimálně závislé na lidském zapojení. Pod pojmem „Průmysl 4.0“ se skrývají nejrůznější technické pojmy, tak aby jim rozuměla i široká veřejnost včetně politiků, se přistoupilo k sjednocenému označení současného vývoje technologií, kterému do té doby rozuměla jen odborná veřejnost.

Doposud byla budoucnost vývoje technologií nejasná. Společně s IoT (Internet of Things) neboli „Internetem věcí“ se rozvíjí jasná strategie, jak v budoucnu postupovat při vývoji technologie a techniky. Spotřebitel se stal vnímavějším, chytřejším, kritičtější, než jak ho doposud společnosti znaly, což je jeden z důležitých důvodů změn ve prospěch 4. průmyslové revoluce.

Průmysl 4.0 navazuje na tzv. 4 průmyslovou revoluci, která už započala a jejichž součástí je kompletní robotizace, automatizace a digitalizace většiny lidských činností se zaměřením se na zvyšování rychlosti a efektivity výroby, efektivnějšího nakládání s materiály, vyrábění levnějších, ale přesto stejně či více kvalitních výrobků. Dalším významným prvkem je předávání dat. Doposud měl tuto činnost v podnicích výhradně člověk. S příchodem 4. průmyslové revoluce se počítá, že si stroje budou mezi sebou předávat informace, budou mezi sebou komunikovat a domlouvat se a mnoho dalších zajímavých, pro něho doposud absolutně nepředstavitelných věcí (Vojáček © 2016; Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0 © 2017; Tomek a Vávrová, 2017, str. 11-12).



Obrázek 5 – Vizuální znázornění prvků průmyslu 4.0 (kaercher.com © 2018)

8 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretický výklad začíná vysvětlením pojmu výroba. Třetí dohotovující fází výroby se v praxi říká montáž. Proces montáže byl také vysvětlen, protože linka, kterou se projekt zabývá, je montážní linkou. Následně bude představen obor průmyslového inženýrství, popis průmyslového inženýra. Následující kapitola popisuje zvyšování výkonnosti podnikových procesů spolu s vysvětlením a výpočty produktivity. Na ni navazují vznikající chyby výrobních zařízení a analýza a měření práce. Popisem možných vznikajících chyb je možné získat o nich povědomí a snáze je v praxi identifikovat. Samotný cíl analýzy a měření práce je ve zvyšování produktivity. Byly představeny základní typy KPI ukazatelů a jejich možnosti sběru přímo ve výrobě.

Dále byl vysvětlen pojem štíhlý podnik a Průmysl 4.0. Zvyšovat výkonnost společnosti lze efektivně řešit pomocí snižování plýtvání, a to je hlavní cíl štíhlého podniku. Průmysl 4.0 pak úzce souvisí s 4. průmyslovou revolucí. Je to souhrnný pojem pro popis technologií současnosti. Často se popisuje spolu s pojmem IoT „Internet věcí“.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost se zabývá výrobou komponentů pro automobilový průmysl. V České republice má dvě pobočky, jednu v Rožnově pod Radhoštěm a druhou v Kopřivnici. Začátek příprav výstavby haly v Kopřivnici začal v lednu roku 2003. O rok a 8 měsíců později byla spuštěna sériová výroba. Celkový areál společnosti se rozkládá na 156 000 m², přičemž jen výrobní prostory zaujímají 76 000 m².

Skupina má výrobní závody v pěti kontinentech, a to celkem ve dvaceti třech zemích. V šedesáti pobočkách po celém světě pracuje už více jak dvacet pět tisíc zaměstnanců.

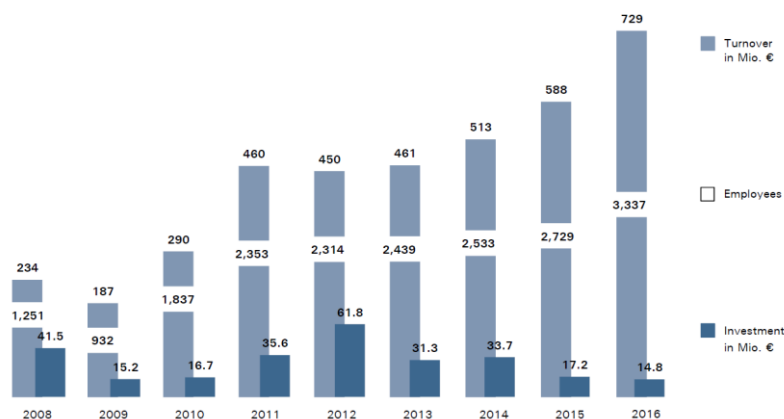
Cílem společnosti je stabilní růst podporovaný financováním z vlastních zdrojů. Je pátým největším dodavatelem do automobilového průmyslu, jenž je v rodinném vlastnictví. Nespočet podaných žádostí o patenty ročně poukazuje na schopnost firmy reagovat na nové technologie a využívat je k zvyšování produktivity a postavení na trhu.

Výrobní portfolio se dělí do následujících skupin: automobilové sedákové systémy, sedákové komponenty, řídicí systémy, zámkové systémy a elektromotory. Obrázek níže popisuje portfolio výrobků společnosti i s procentuálním vyjádřením objemů výroby jednotlivých výrobků. Společnost je rozdělena na tři hlavní výrobní divize, a to sedáků, pohonů a zámkových systémů. Divize zámkových systémů má výrobní halu v Rožnově pod Radhoštěm a ostatní dvě v Kopřivnici. Pro finální sedák se využívají elektromotory právě z divize pohonů.



Obrázek 6 – Typy výrobků vyráběných ve společnosti (interní zdroje)

Za rok 2016 dosáhla celá skupina obrátu 6,15 bilionů €, z toho se výrobní závod v Ostravě a Rožnově pod Radhoštěm podílel 729 miliony €.



Graf 1 – Hodnoty obrátu ostravského závodu (interní zdroje)

Společnost disponuje certifikáty ISO/TS 16949:2009, CCC/ TÜV, ISO 14001:2011 a ISO 50001. Mezi zákazníky patří Volvo, Daimler, BMW, PSA, Porsche, Jaguar Land Rover, VW, Scania a mnoho dalších.

9.1 Společenská odpovědnost

Společnost nad rámec svých povinností a aktivit podporuje své zaměstnance ve vzdělávání, sportu i v kultuře. Podnik systematicky podporuje mladé lidi v jejich vzdělávání, věří, že vzdělání je základním předpokladem na cestě k dosažení pracovních i osobních úspěchů. Sport vyžaduje talent, ambice, vášně, týmového ducha a ochotu podávat nejlepší výsledky, což jsou podstatné vlastnosti nadějných, inovativních mladých kolegů, proto společnost podporuje nespočet sportovních klubů po celém světě.

Mimo to v regionech, kde má postavené své závody, pomáhá lidem v těžkých životních situacích a nalézt důležité hodnoty spolu se zlepšením jejich vzdělávání.

Níže je výčet hlavních projektů, které společnost realizovala a podporuje je:

- výstavba dětského domova poblíž mexického závodu;
- podpora sociálního a vzdělávacího centra poblíž brazilského závodu;
- podpora mexické nadace zaměřené na včasné odhalení a léčby srdečních nemocí u malých dětí;
- podpora různých škol v Jižní Africe, společnost přispívá na školní pomůcky a vybavení škol.

9.2 Výrobní divize sedáků

Společnost se rozděluje na divizi sedákových systémů, divizi zabývající se výrobou elektromotorů a divizí vyrábějící dveřní zámkové systémy. Na divizi sedákových systémů je zaměřen tento projekt. Divize se zabývá výrobou sedákových systémů jak pro přední řadu (pro řidiče a spolujezdce), tak i pro zadní řady. V případě velkých automobilů i třetí řadou sedadel. Výrobní hala disponuje svařovacími roboty. Jednotlivé komponenty procházejí napříč celou halou. Jelikož není vždy výhodné si veškeré komponenty vyrábět, tak společnost využívá výhod outsourcingu na většinu komponentů.

Proces začíná lisováním na dvou hydraulických postupových lisech. Na lisech se vyrábějí kolejnice, což je jedna z podsestav sedáku. Další komponenty se nakupují. Kovové díly nejprve projdou procesem svařování na automatickém robotovém svařovacím zařízení. Tento krok je označován jako předvýroba. Pak jsou pomocí interní vláčkové dopravy dopraveny do jedné ze dvou lakoven. Po dokončení lakování jsou komponenty rozvezeny vláčky na příslušné montážní linky. Výrobní hala sedákové divize je velmi rozsáhlá a nachází se na ní přibližně 25 montážních linek, přičemž zaujímají větší polovinu haly. Na zbytku prostoru se nacházejí svařovací zařízení či automatické linky zabývající se předvýrobou. Jednou z těchto montážních linek je i MegaCella 1.

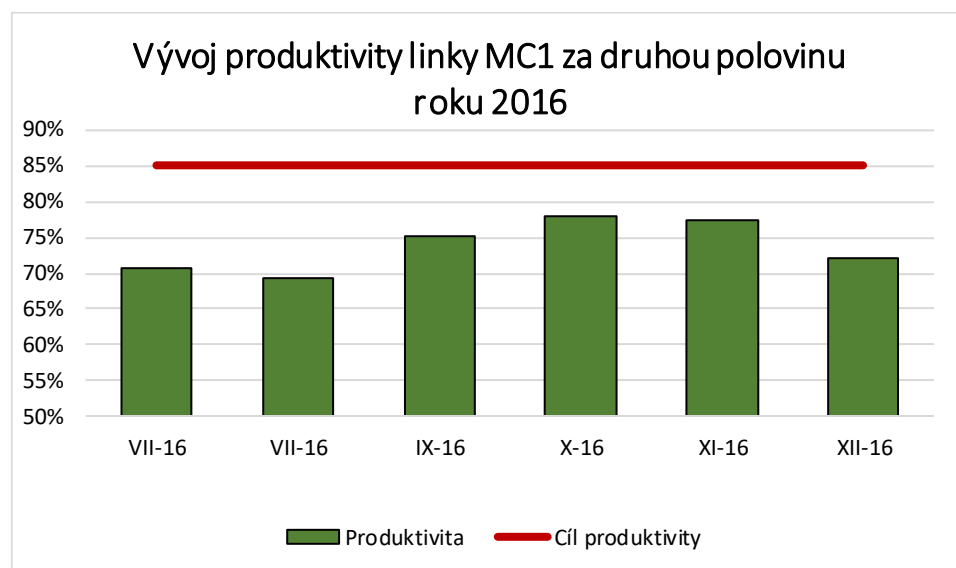


Obrázek 7 – Pohled na ostravský závod z ptačí perspektivy (interní zdroje)

Oranžově je vyznačena výrobní hala sedákové divize a modře pak divize pohonů.

10 VÝROBNÍ LINKA MEGACELLA 1

Projekt se bude zabývat produktivitou na výrobní lince MegaCella 1 (MC1), a to z důvodu dlouhodobého neplnění cílů produktivity. Největší část neproduktivních hodin je způsobena prostoji. Z vývoje produktivity sledující se za celou výrobní linku MC1 není možné rozpoznat, jaké zařízení se na snížení produktivity podílelo nejvyšší mírou. Bližší analýza prostojů jednotlivých výrobních buněk bude sloužit jako základ pro výběr úzkého místa linky. Tímto zařízením se pak bude projekt zabývat.



Graf 2 – Vývoj produktivity linky MC1 (vlastní zpracování)

Linka MC1 dlouhodobě neplní cíl produktivity, jak je z přiloženého grafu patrné. Z dlouhodobého hlediska je současný stav neudržitelný. Budou analyzována data o prostojích jednotlivých výrobních buněk linky, s cílem jejich snížení na úroveň podporující dosažení cíle produktivity.

Do neproduktivních časů kromě prostojů se započítává vícepráce, údržba, přezbrojení, zaučování, účast operátorů na odborové radě a další. Nejobjemnější složkou jsou technické prostoje způsobené poruchami zařízení.

10.1 Popis výrobní linky MC1

Výrobní linka MegaCella 1 se zabývá finální montáží komponentů sedáku. Celá výrobní linka se skládá z 14 montážních stanic a 3 testovacích stanic (EOLT). Linka byla postavena před pěti lety. Zkratka EOLT znamená End of Line Tester, dále v práci bude využívána tato zkratka. EOLT kontroluje akustické parametry a celkovou funkčnost sedáku, jak její

mechanické, tak elektronické komponenty. Po úspěšné kontrole se vytiskne štítek s identifikací sedáku (čas výroby, sériové číslo, varianta apod.). Ten se nalepí na sedák, především pro zpětnou dohledatelnost komponentů a parametrů výrobku.

Podnik používá elektronický kanban systém pro objednávání a rozvoz materiálu na výrobní lince. Logistické sklady mají svá omezení, a proto má závod nastavené zásoby materiálu na lince na 3,5 hodiny výroby. Na lince se nachází materiál buď v gitterboxech nebo v KLT bednách.

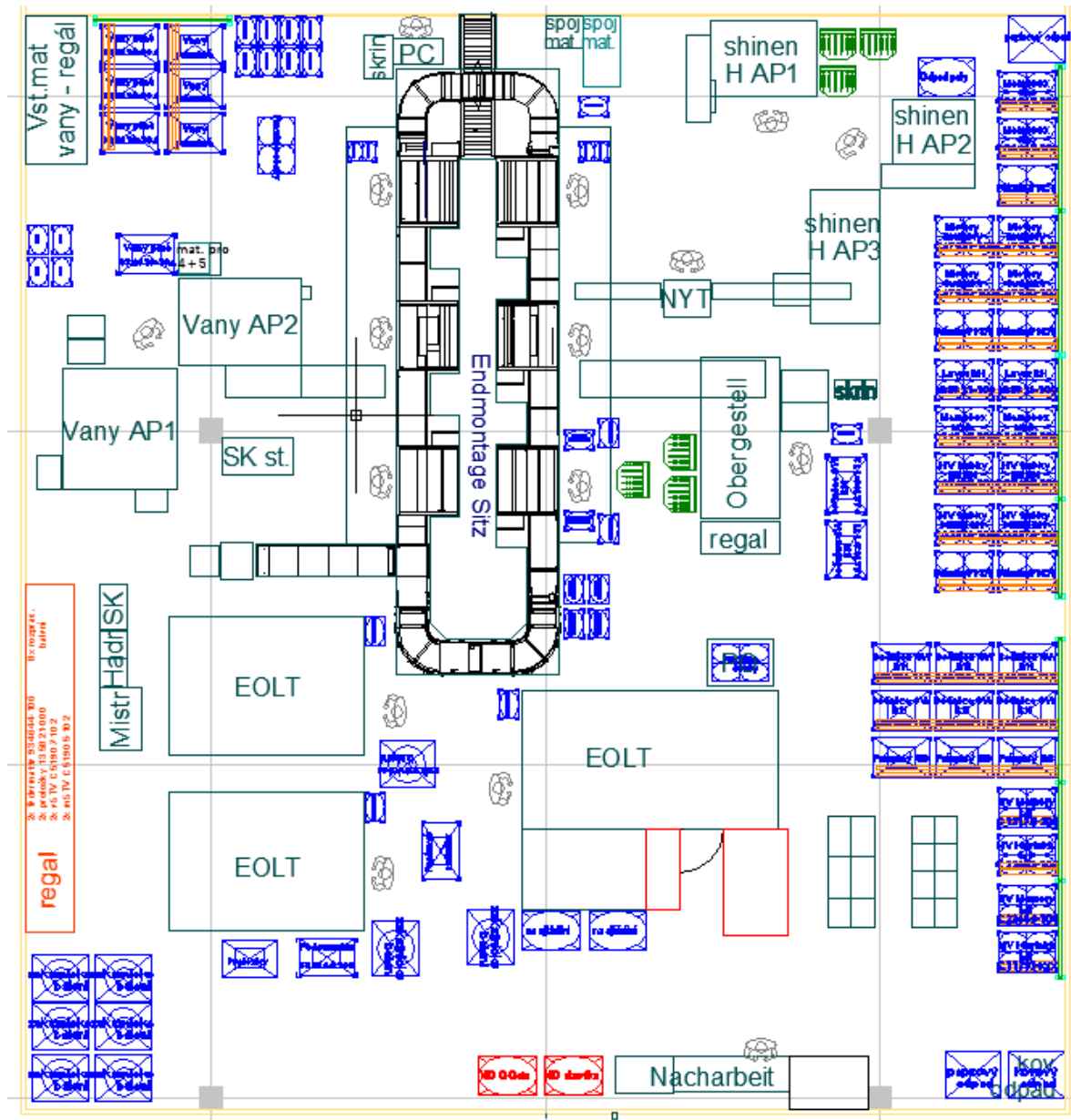
Linka vyrábí na základě odvolávek zákazníka v tří a čtyř směnném modelu. Plánovaný výrobní výkon linky je 658 ks za osmihodinovou směnu. Každý sedák je zkompletován přibližně z 34 komponent, většinu z nich je potřeba zanýtovat či přišroubovat. Na kompletaci sedáku je tedy nutné mít na lince i spojovací materiál. Výrobní tým skládající se z 10 THP a 4 mistrů má na hale shopfloor koutek, kde se konají pravidelné denní porady a řeší se tam aktuální akutní problémy. Layout výrobní linky je vizuálně označen žlutou páskou. Rozmístění strojů a materiálů má rovněž své místo označené podlahovým značením ve tvaru L. Materiál je vždy označen kódem a názvem, který na dané místo patří. Navíc má každé výrobní zařízení nástěnku, kde se zaznamenává v hodinových intervalech počet vyrobených kusů.

V současné době je zařízení v chodu už pátým rokem a jsou na něm stále originální díly, i ty podléhající větší míře opotřebení. Firma prozatím nedisponuje sofistikovaným systémem pro evidenci a používání opotřebitelných dílů. Jedním z podpůrných cílů projektu je vytvoření seznamu a umístění potřebných náhradních dílů, také jejich objednání a výměna. Původní díly se postupně upravují, využívá se převážně lepicí páska, tak aby stroj fungoval.

Na obrázku 8 je vidět layout výrobní linky. Výrobní buňka zahrnující pracoviště 1 (AP1) a pracoviště 2 (AP2), také nazývaná vany, se nachází v levém horním rohu linky. V layoutu jsou zařízení označené zkratkami AP1 a AP2, ty pocházejí z německého slova "Arbeitsplatz" a znamenají pracovní zařízení. Dále bude v práci využíváno těchto zkratk. Linku obsluhuje 14 operátorů, na každé směně je pak přítomen seřizovač, logistik a také opravář sedáku. Logistik pomáhá vychystávat materiál, ať tyto činnosti nezdržují operátory. Opravářovým úkolem je opravit nekvalitu vzniklou v průběhu výrobního procesu.

Na každé směně je vždy jeden seřizovač. Je to jediný člověk na lince, který má klíč na změnu nastavení stroje a může provádět zásahy do výrobních zařízení, když je porouchaná. Velmi záleží na tom, kde se právě nachází a zdali je zaneprázdněný, podle toho se pak odvíjí délka

prostoje při poruše. Cílem je, aby oprava trvala co nejkratší čas, proto má jeden seřizovač na starosti vždy jednu výrobní linku a své pracoviště má vždy přímo na lince. Zamezí se tak ztrátám času v důsledku docházení k porouchanému zařízení. Na obrázku 8 nahoře uprostřed je malý prostor označený písmeny PC, to je pracoviště seřizovače.



Obrázek 8 – Layout linky MC1 (interní zdroje)

10.2 Stanovení úzkého místa montážní linky

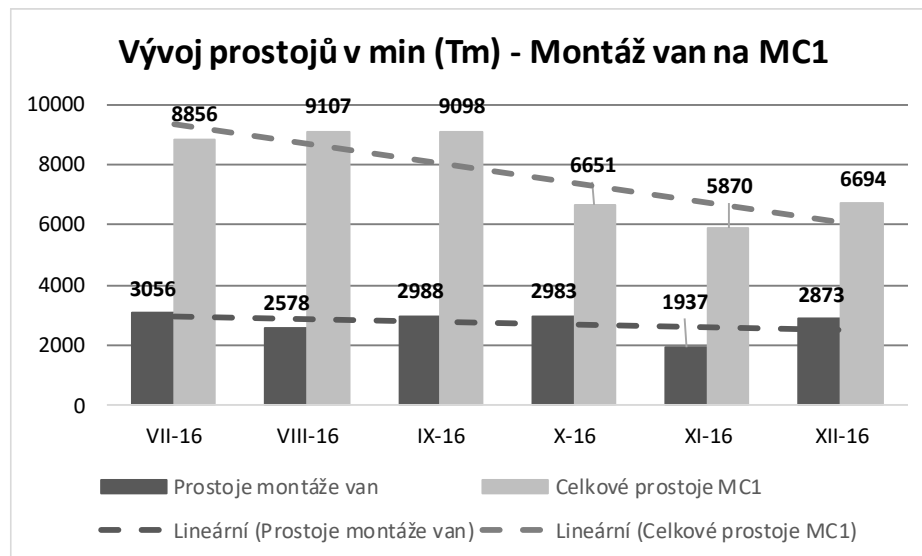
Podkladem pro výběr úzkého místa linky jsou data o prostojích jednotlivých výrobních buněk linky za druhé pololetí roku 2016 (tab. 3). V průběhu roku dochází k snižování celkových prostojů a nepravidelným výkyvům ve vývoji prostojů jednotlivých výrobních buněk a kategorie obecných neproduktivních časů. Ta zahrnuje nedostatek materiálu, nedostatek personálu, výpadek proudu, poradu – školení, zaučování personálu či problém s kvalitou nakupovaných dílů. Největší objem prostojů byl vypořádan na montážní buňce van. Skládá se ze dvou zařízení (AP1 a AP2). Obecné prostoje zahrnují i přestavby, ty trvají v řádech minut, ale probíhá jich za měsíc velká spousta vlivem rozmanitosti výroby. Ostatní prostoje s klesajícím objemem celkových prostojů také klesaly až na výjimku vývoje v posledním měsíci roku způsobené přicházejícími Vánoci.

Vlivem zjištěných vysokých neproduktivních časů se už v průběhu roku 2016 hledaly příčiny vzniku problémů. Podařilo se je částečně nalézt a eliminovat, ale i tak docházelo k vysokým prostojům v porovnání s předchozími lety. Pro představu v minulých letech docházelo k průměrným celkovým prostojům ve výši 3 700 minut. Je potřeba nalézt další příčiny vzniku neproduktivních časů a odstranit je, a stabilizovat tak kompletační proces.

Tabulka 3 – Kategorie prostojů linky MC1 (vlastní zpracování)

Měsíc	Obecné prostoje společné pro linku MC1	Prostoje montáže van (AP1 & AP2)	Prostoje montáže "H"	Prostoje montáže horního rámu	Prostoje finální montáže	Celkové prostoje MC1
VII-16	2402 min	➔ 2578 min	2260 min	56 min	1560 min	8856 min
VIII-16	2097 min	⬆️ 2988 min	2178 min	60 min	1784 min	9107 min
IX-16	1842 min	⬆️ 2983 min	1987 min	40 min	2246 min	9098 min
X-16	1590 min	⬇️ 1737 min	1870 min	51 min	622 min	5870 min
XI-16	1397 min	⬆️ 3328 min	764 min	110 min	1299 min	6898 min
XII-16	1069 min	⬇️ 2189 min	598 min	45 min	461 min	4362 min

Graf uvedený níže znázorňuje vývoj celkových prostojů linky MegaCella 1, její trend a zároveň již vybrané prostoje nejvíce poruchového zařízení. Objem neproduktivních časů na montáži van se v průběhu půl roku téměř neměnil, i když se celkové prostoje snižovaly. Černou barvou je znázorněn vývoj prostojů na montáži van včetně jejich lineárního trendu. Šedou barvou pak celkové prostoje linky MC1 a jejich lineární trend je naznačen čárkovanou čarou.

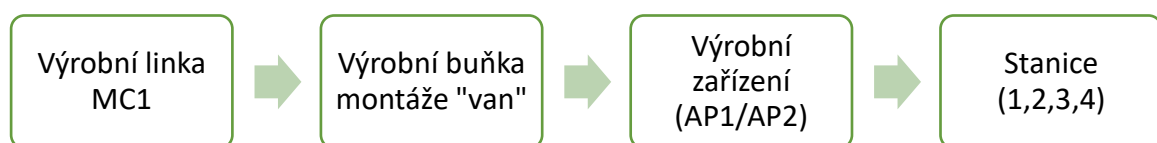


Graf 3 – Vývoj celkových prostožů a montáže van (vlastní zpracování)

Systém pro online sledování dat z výroby LMS se spustil se začátkem roku 2017. Výše uvedená data jsou čerpána ze systémového souboru. V kapitole 11 zabývající se analýzou dat bude vysvětlen princip čerpání dat z LMS a systémového souboru.

10.3 Výrobní zařízení montáže van

Montáž van se skládá ze 2 zařízení. Každé zařízení se skládá ze 4 montážních stanic. Automatická montáž probíhá na stanicích č. 2,3 a 4, zatímco na první stanici probíhá montáž ruční. Před začátkem výroby si zaměstnanci na zařízení nastaví, jakou variantu budou vyrábět, a od toho se pak odvíjí změna materiálů, který mají na lince v regálech a musí si ho přichystat.

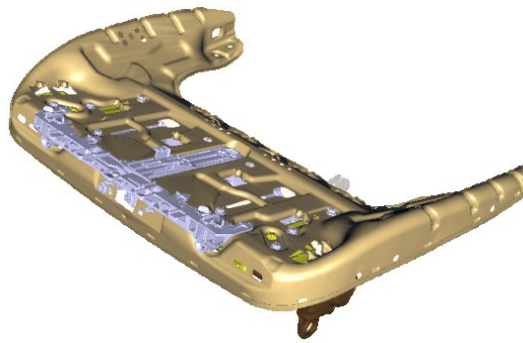


Obrázek 9 – Posloupnost zařízení na lince MC1 (vlastní zpracování)

Obě zařízení, jak AP1, tak AP2 obsahují otočný stůl se čtyřmi totožnými přípravky. V jednu dobu probíhá proces na všech čtyřech přípravcích. Na každém z nich se provádí jiná operace, na prvním přípravku provede operátor založení dílů, zmačkne tlačítko START a stůl se otočí. Postupně projde každý přípravek všemi stanicemi montáže. Procesní čas založení je ve většině případů nejdelší ze všech 4 procesních časů. To je důležitý parametr, protože jak se výrobek otáčí na stole, je na něm automaticky prováděno několik operací. Jakmile

výrobek projde všemi čtyřmi stanicemi na výrobním zařízení AP1, uchopí ho rameno a položí na dopravní pás, odkud si ho vezme operátor druhého zařízení AP2 fungující na stejném principu. Po kompletním smontování je výrobek položen automaticky na pás a dopravován k výrobní buňce finální montáže.

Pokud výrobní zařízení obsluhuje již zkušený pracovník, stává se, že založení dílů provede rychleji než se stačí provést automatické operace na ostatních přípravcích. Pak mu nezbyvá nic jiného než chvíli počkat na dokončení procesu.

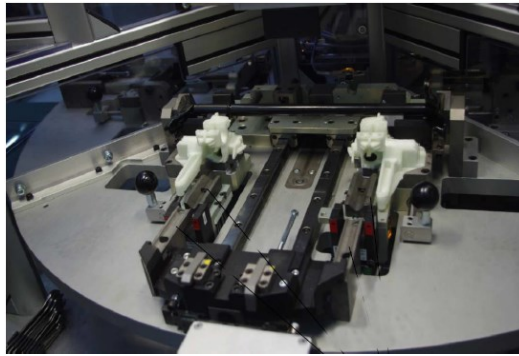


Obrázek 10 – Ukázka vany (interní zdroje)

10.3.1 Výrobní proces na zařízení AP1

Operátor vloží plastové bloky bílé barvy a zablokuje je pomocí posuvných zarážek, aby díl pevně držel v přípravku (hnízdu). Následně operátor do přípravku vloží NV trubku a jsou z nich montovány všechny typy "van". Oba tyto díly lze vidět na obrázku níže. Podle vyráběné varianty se k nim přidá sedákový polštář (STV), což je další komponent zvyšující komfort cestujících. Posledním komponentem je trubka, ta se dává na obě strany plastových bloků. Operátor odstoupí od zařízení a spustí proces dotknutím se tlačítka start. Stůl se otočí a operátor operace opakuje. Prostor uvnitř je kontrolován světelnými závorami.

Přípravek je také nazýván hnízdem, skládá se z několika senzorů a zakládacích lůžek. Je uzpůsoben tak, aby do něj jednotlivé díly přesně zapadaly a eliminovala se tak chyba operátora vlivem špatného vložení jednotlivých dílů. Navíc je přítomnost dílů snímána senzory, a pokud nějaký chybí, software výrobního zařízení to rozpozná. Výrobní proces nezačne, dokud nebudou všechny díly správně vloženy. Ukázka hnízda je možná vidět na obrázku 11 (interní zdroje).



Obrázek 11 – Přípravek na zakládání kompletovaných dílů (interní zdroje)

Jak se dokončí výrobní proces na stanici 1, otočením stolu se výrobek dostane na stanici 2, kde mosazné mazací hlavy provedou namazání potřebných součástí výrobku. Dojde k automatickému nasazení NV trubky do plastových bloků.

Na 3. stanici automatické rameno uchopí z podavače C klip a nasadí ho na plastový blok. Tím zajistí spojení NV trubky s plastovými bloky. Následně provede montáž C klipu i na druhou stranu dílu. Po provedení montáže se rameno vrátí do původní pozice, aby se ukončil výrobní proces.

Na poslední stanici číslo 4 se rameno přesune z výchozí pozice nad hnízdo, kde je umístěný smontovaný díl. Uchopí tento díl, zvedne ho, obrátí o 90° a položí na pásový dopravník. Rameno se vrátí do své výchozí pozice (interní zdroje).

Prohlídka a údržba zařízení AP1

Pro udržení maximální životnosti a bezporuchovosti stroje je nutné zařízení pravidelně čistit a servisovat. Při technických změnách zařízení je potřeba myslet komplexně, zda se tato skutečnost promítne i do ostatních standardizovaných postupů např.: postup čištění, postup kalibrace atd. Pro udržení zařízení v optimálním stavu je nutné po každém zásahu do stroje vlivem výměny dílů či nějaké jiné úpravě, zkontrolovat, zda jsou všechny matky i kontramatky správně dotažené, jinak může dojít k deregulaci zařízení a tím pádem k závažné poruše.

Na denní bázi by se měla kontrolovat funkčnost bezpečnostních prvků zařízení, jako jsou světelné závory a také viditelné poškození, nezvyklý hluk či jiné poškození bezpečnostních systémů stroje.

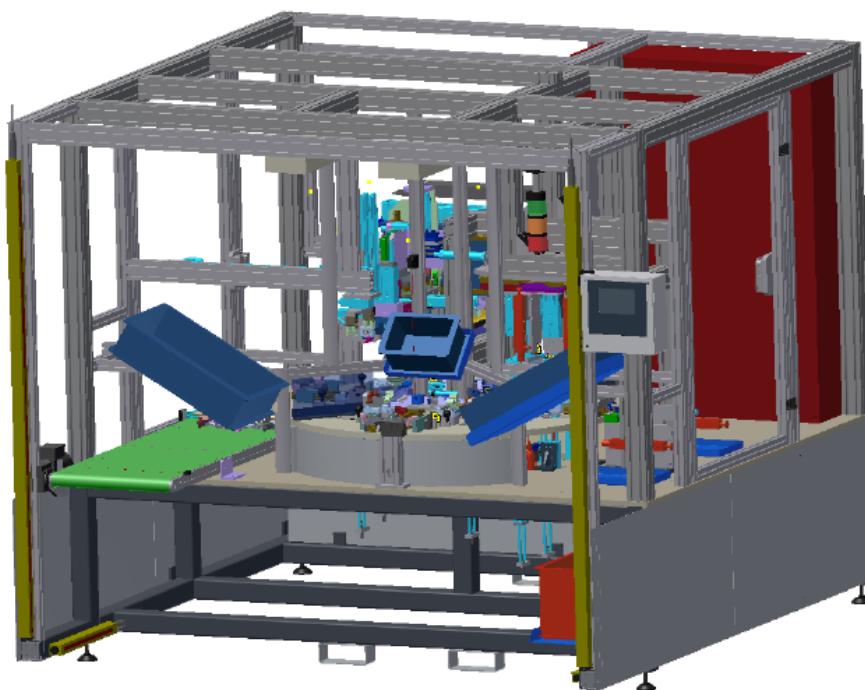
Na týdenní bázi je plánovaná prohlídka elektrické instalace zařízení. Tato údržba může být prováděna pouze a výhradně osobami s platnými povoleními vyžadovanými místními předpisy. Práce musí být prováděna na zařízení odpojené od elektrické sítě.

Takto jsou nadefinované požadavky na údržbu v manuálu k montážnímu zařízení, ve skutečnosti se ale kontroly provádí jen ojediněle. To se plánuje změnit.

Při kontrole se zjišťuje stav následujících částí stroje:

- kontroluje se uzemnění zařízení;
- kontrolují se bezpečnostní prvky (nouzový vypínač, hlavní vypínač);
- kontroluje se funkčnost a stav připojovacích kabelů k elektrické síti;
- kontroluje se ostatní elektrické vybavení zařízení: volné elektrické spoje či poškozené kabely uvnitř stroje, tato závada se musí neprodleně odstranit;
- kontroluje se funkčnost proudového chrániče (interní zdroje).

Na obrázku 12 je vidět montážní zařízení AP1 z předního pohledu, kde se pohybuje operátor.



Obrázek 12 – Pracoviště 1 (AP1) montážní buňky van (interní zdroje)

10.3.2 Výrobní proces na stanici AP2

Zařízení se skládá ze 4 montážních stanic a je určeno pro montáž částí sedáku do automobilů nazvanou "vana". Stejně, jako u předchozího stroje, i tu dochází na stanici číslo 1 k manuální montáži a na stanicích 2 a 3 dochází k automatické montáži, zatímco na stanici číslo 4 probíhá automatická vykládka hotového výrobku. Ten je následně dopravený pomocí externího dopravního pásu na další montážní pracoviště výrobní linky.

Operace montáže začíná přebráním polotovaru z pracoviště AP1 a vložením do přípravku první stanice. Poté dojde k zapojení elektrického kabelu do příslušného konektoru. Operátor odebere z připraveného gitterboxu vanu (obr. 13). Jedná se o černý díl, který překrývá zbytek součástí celé vany (interní zdroje).



Obrázek 13 – Vana s traverzou (interní zdroje)

Podle tohoto dílu se celému kompletu říká vana. Nasadí se traverza, to je část, která je zobrazená na stejném obrázku a trčí z vany směrem dolů. Pomocí šroubováku a šroubků se k vaně připevní komponenty ze zařízení AP1. Vloží se plastová traverza zajišťující samotný výsun sedákového polštáře. Následně operátor zmáčkne tlačítko, tím se odstartuje automatický proces a otočení přípravků ve směru hodinových ručiček (interní zdroje).



Obrázek 14 – Nakontaktování kabelu
(interní zdroje)

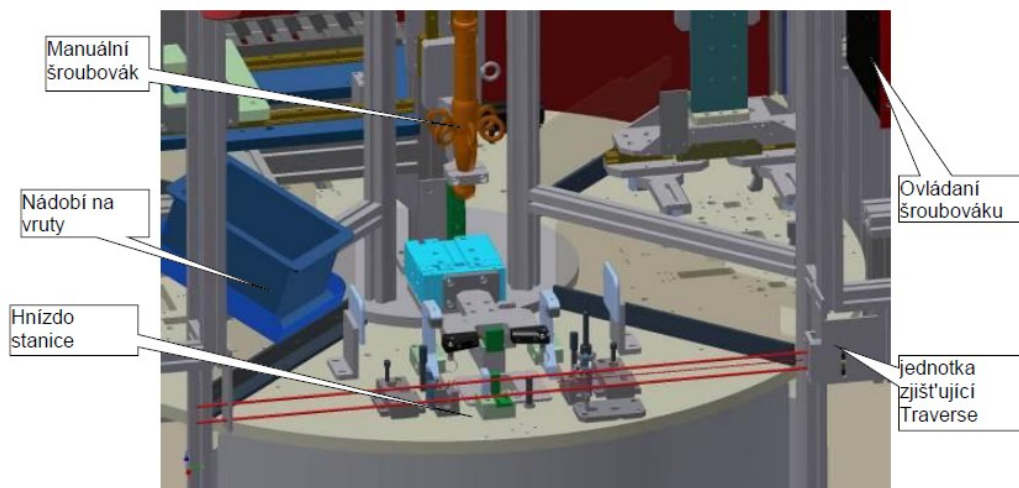


Obrázek 15 – Traverza (interní zdroje)

Na stanici 2 probíhá automatické šroubování bez zásahu obsluhy. Šroubuje se konstrukce vany k ložiskům pomocí šesti šroubů. Ložiska jsou umístěné na pravé a levé straně a upevněná pomocí 3 šroubů. Úkolem obsluhy je doplňovat šroubky do automatického vibračního podavače šroubků.

Na třetí stanici dochází k automatické montáži traverzy, spojuje se s vanou pomocí západky. Probíhá zde automatický proces lisování. Některé varianty neobsahují traverzu, tak touto stanicí jen projdou bez jakékoli další úpravy.

V poslední čtvrté stanici se hotový díl za pomoci ramene přenáší na externí dopravník a postupuje do buňky finální montáže (interní zdroje).



Obrázek 16 – Detail hnízda pracoviště AP2
(interní zdroje)

Prohlídka a údržba zařízení AP2

Údržbu zařízení smí provádět pouze osoby k tomu pověřené disponující potřebnými znalostmi a zkušenostmi. Údržbu lze provést až po splnění následujících směrnic pro bezpečnou práci. Kontrola, údržba a seřízení zařízení se smí provést až po ověření, že je stroj bezpečně zajištěn. Všechny štítky je nutné po celou dobu životnosti zařízení udržovat v čistotě tak, aby byly stále čitelné.

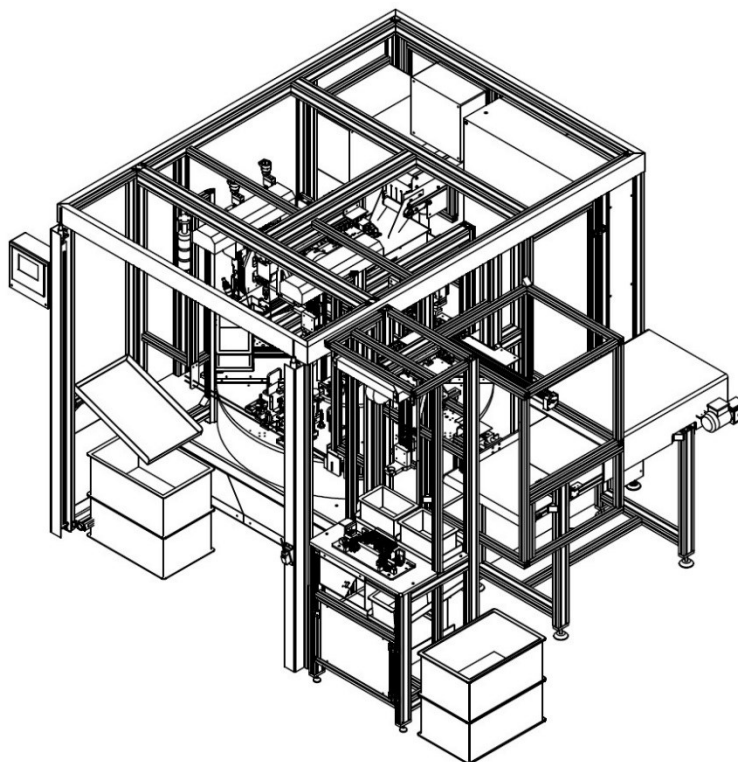
Před započítím servisních prací musí pracovník:

- zajistit těžké díly, které po uvolnění mohou spadnout dolů;
- zastavit zařízení a uvést ho do základní polohy;
- uzavřít přívod tlakového vzduchu, odvzdušnit;
- odpojit zařízení od přívodu elektrické energie;
- zajistit zařízení proti opětovnému spuštění.

Před spuštěním zařízení musí být vizuálně provedena:

- kontrola viditelných mechanických poškození;
- kontrola na viditelná elektrická poškození;
- kontrola funkce všech bezpečnostních zařízení;
- kontrola rozvodu vzduchu na netěsnosti;
- kontrola elektrického rozvodu na poškození.

Údržba na AP2 se provádí úplně stejně jako na AP1. Dokumentace k zařízení ještě počítá s pravidelným čištěním, které je blíže nespecifikováno. Mělo by docházet k čištění prostředky, u kterých nemůže proběhnout chemická reakce při dotyku s čištěnou plochou. Na výrobním zařízení AP2 nedochází k mazání dílu, je tudíž čistější jak AP1. Zvláštní péče se musí věnovat vibračnímu podavači šroubů jakožto technicky nejsložitější součásti zařízení (interní zdroje).



Obrázek 17 – Pracoviště 2 (AP2) montážní
buňky van (interní zdroje)

10.4 Současný postup při poruše zařízení montáže van

Při popisu linky MC1 bylo naznačeno, že na každé montážní lince se nachází seřizovač. Jeho úkolem je odstraňovat abnormality výrobních zařízení. Každý stroj na lince má svoji obrazovku, a pokud dojde k poruše, zobrazí se na displeji popis problému. Náplní jejich práce je každodenní seřizování čidel či mechanických částí zakládacích lůžek, uvolňování zaseknutých či jinak poškozených automatických součástí zařízení, kontrola správné detekce dílů a spousta dalších činností včetně časově i technicky náročnější výměny poškozených dílů.

Pokud dochází k častým poruchám výrobního zařízení, které nelze odstranit potvrzením chybové hlášky na dotykovém panelu nebo restartováním celého zařízení, tak je potřeba vyměnit součástky za nové či provést nějaký jiný složitější zásah. Typy a počty dílů jsou velmi různorodé, což si vyžaduje jejich objednávání od různých dodavatelů. V současné době neexistuje soupis náhradních dílů, který by urychlil hledání technických výkresů a případné objednávání.

Velmi často se stává, že k poškozenému dílu není procesní inženýr schopen dohledat technický výkres, který by usnadnil objednání náhradního dílu od dodavatele. Pokud se jedná o specifický díl vyráběný na zakázku, může se doba dodání pohybovat v řádech měsíců, a to je pro výrobu nepřijatelné. Proto se v případě nenalezení náhradního dílu na pracovišti prozatím přistupuje k provizorním opravám opotřebovaných dílů. Opravovat díly tímto způsobem nelze do nekonečna, proto je v blízké době potřeba díly objednat a vyměnit staré za nové. Výsledkem bude zvýšená spolehlivost výrobního zařízení.

Některé díly nemají výkresovou dokumentaci a bude nutné ji vytvořit. V současnosti se náročnými opravami zabývá seřizovač. Podává podmínky na objednání opotřebitelných dílů procesnímu inženýrovi nebo na oddělení technické podpory.

Oddělení údržby má u sebe ve skladech velké množství součástek. Především se jedná o standardizované díly. Výrobní hala je rozsáhlá a nachází se na ní velká spousta zařízení. Není v silách oddělení udržovat náhradní díly pro všechny výrobní zařízení.

Při poruše jejichž následek nelze odstranit jinak, než výměnou dílu je přítomen seřizovač i pracovníci údržby. Pokud je ale porucha odstranitelná provizorním řešením je výměna dílu naplánována na období, kdy se nevyrábí. V tu dobu nemá seřizovač směnu, tak výměnu provedou pracovníci údržby a seřizovače informují o rozsahu oprav pomocí emailové komunikace.

11 ANALÝZA PRODUKTIVITY MONTÁŽNÍ LINKY MC1

Od roku 2017 začal ve společnosti fungovat databázový systém umožňující sběr dat přímo z rozhraní výrobních zařízení (LMS). Jeho princip spolu s analýzou výstupu je uveden v kapitole níže. Druhou možností je využívat data zapisované seřizovači a směnovými mistry do systémového souboru nazvaného „Cockpit“. Na analýzu prostojů mohou být využity oba dva zdroje dat. Podle prezentovaných vlastností LMS, se zdá být tento systém mnohem přesnější. Důvodem je:

- eliminace lidského faktoru;
- vizualizace nasbíraných dat v podobě grafů;
- data zobrazuje v reálném čase;
- zobrazuje poruchové hlášky zařízení s přesnou délkou trvání;
- vypočítává OEE ukazatel.

Na základě prezentovaných vlastností se projektový tým rozhodl využít data z tohoto nového systému. Analyzovat se budou data od začátku ledna až do konce července roku 2017.

11.1 Představení LMS

Systém umožňující online analýzu dat z výrobních zařízení se ve společnosti označuje zkratkou LMS (Line Monitoring System), zobrazuje data formou přehledných grafů a tabulek. LMS byl spuštěn 3. 1. 2017, první souhrnná data jsou v systému za noční směnu z třetího na čtvrtého ledna roku 2017. Systém umožňuje zpětně nahlížet do souhrnných dat za celou směnu zobrazující počet vyrobených kusů, délky prostojů, skutečné OEE, jednotlivé složky OEE a spoustu dalších informací. V dalším modulu nazvaném „Analýza poruch“ se zobrazují chybové hlášky. Při sběru dat probíhala konzultace s tvůrcem LMS. Kvůli pochybným délkám trvání prostojů se kontaktovalo IT oddělení a přišlo se na chybu v databázi. Chybové hlášky měly špatně přiřazené indexy. Kód chyby neodpovídal popisu chybové hlášky a časový úsek se váže na kód chyby, tak nebylo možné rozpoznat jejich délku trvání. Správně indexovaná data jsou dostupná od 7. 6. 2017.

Úvodní obrazovka umožňuje vybrat „Online Monitorování a Analýzy“ a také „Zobrazení Layoutu“, v této části se ukazují výrobní data v reálném čase určené pro zobrazovací jednotky ve výrobě. Systém složí i pro vizualizaci výrobních ukazatelů. Specifické typy výrobních linek či zařízení mají v systému vytvořený svůj grafický podklad. Ten je možné

sledovat online z kanceláře, nebo se zobrazuje na monitoru přímo nad zařízením a poskytuje tak údaje o výrobě.

Obrázek níže znázorňuje rozhraní monitorovacího systému LMS. V části Online Monitorování a Analýzy je první položka zvaná „OEE, Online Monitoring and Analysis“ pod ní je možné zobrazit online data z výrobních stanic. Další pod kategorie nazvané „Náhled“ nebo „Zobrazení“ slouží pro zobrazení dat na zobrazovací jednotce ve výrobě. Poslední podkategorie je instruktážní video popisující práci s tímto systémem.

Po kliknutí na tlačítko „OEE, Online Monitoring and Analysis“ se zobrazí seznam stanic, které mají zavedené sledování výroby. Podle jejich zkratky je možné vyhledat a následně si zobrazit potřebné informace.



Obrázek 18 – Rozhraní monitorovacího systému LMS (interní zdroje)

Společnost rozlišuje OEE (Overall Equipment Effectiveness) a TEE (Total Equipment Effectiveness). Ukazatel OEE se skládá z dostupnosti, výkonu a kvality v dostupném čase (T_B Occupied time), ve kterém bylo plánováno na zařízení vyrábět. TEE se pak vypočítá jako násobek OEE a využití zařízení v celkovém čase ($A_N[\%]$). Složka A_N obsahuje i neobsazené hodiny a o tento poměr se sníží celkový ukazatel. Teoretický maximální dostupný čas je představován zkratkou T_{GES} .

Rovnice 1 – Výpočet TEE (interní zdroje)

$$TEE = OEE * A_N [\%]$$

$$A_N = \frac{T_B}{T_{GES}} [\%]$$

$$T_B = T_{GES} - T_{NB}$$

Hlavní rozdíl je v tom, že OEE nezahrnuje T_{NB} , což je neobsazený čas (non occupied time). Čas, ve kterém nebylo zařízení z určitých důvodů umožněno vyrábět, mohou to být svátky, nedostatek zakázek, plánované odstávky, nenaplánované směny.

Tento postup výpočtu se využíval ve společnosti předtím, než začal fungovat systém LMS. Jednotliví týmoví vedoucí sledovali využití zařízení přes tabulky vytvořené v programu MS Excel.

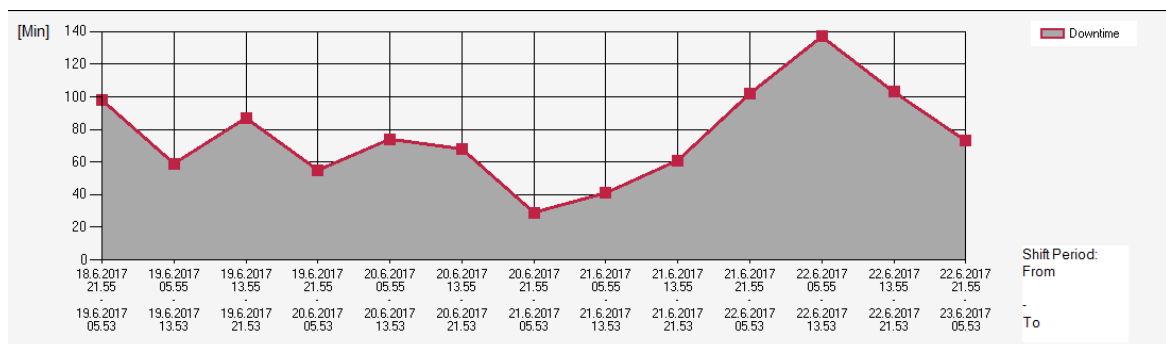
LMS nepočítá TEE a OEE zvlášť, uvádí OEE za celou dobu potenciálně využitelného času zařízení, tedy 365 dní v roce. Celkové OEE se snižuje vlivem víkendů, na kterých nejsou plánované směny. Pokud si uživatel systému vybere období pondělí až pátek, budeme mít teoreticky vypočítané OEE podle starého systému a pokud zahrne do výběru i víkendy, tak pak TEE (interní zdroje).

Obrázek 19 ukazuje data k vybrané výrobnímu zařízení v tomto případě pro výrobní linku MC1, výrobní buňka van a na ní zařízení AP2. Za zvolené období se vykreslí spojnicový graf ukazující, jak se vyvíjí složky OEE v jednotlivých směnách. Ve vrchní části reportu se zobrazují průměrné hodnoty složek OEE a jsou vykresleny i do výsečového grafu. Obrázek popisuje OEE za pracovní týden.

V závislosti na aktuálním týdnu, obsluhujících operátorech, vyráběných variantách a náhodných vlivech se může OEE výrobních zařízení výrazně lišit. Zatímco v týdnu od 12. 6. 2017 – 16. 6. 2017 se dosahovalo průměrného OEE 71,3 %, o týden později to již bylo 87,2 %. Pokud by se do vybraného období zahrnuły i data za víkend nebo delší období, tak pak by měly větší vypovídající hodnotu, ale nebyly by tak čitelné. Obrázek (č. 19) a grafy (č. 4, 5, 6, 7) jsou zde uvedené pro názornou ukázkou, jak funguje systém LMS. Ostatní grafy pak zobrazují analyzovaná data za sledované období.



Obrázek 19 –Karta směnových výkonností systému LMS (interní zdroje)



Graf 4 – Vývoj prostojů v čase - AP2 (interní zdroje)

Graf výše ukazuje vývoj prostojů na stanici AP2 v směnových intervalech za období 18. 6. 2017 – 23. 6. 2017. Při pozorování lze odhalit, že nejdelší prostoj byl na ranní směně 22. 6. 2017 a dosahoval téměř 140 minut z celkového využitelného časového fondu 450 minut. To představuje 31 % ztrátový čas. Stanovený takt na jeden kus metodou MTM je 34,8 sec a plánované využití zařízení 85 %.

Rovnice 2 – Výpočet potenciální ztráty výrobků (vlastní zpracování)

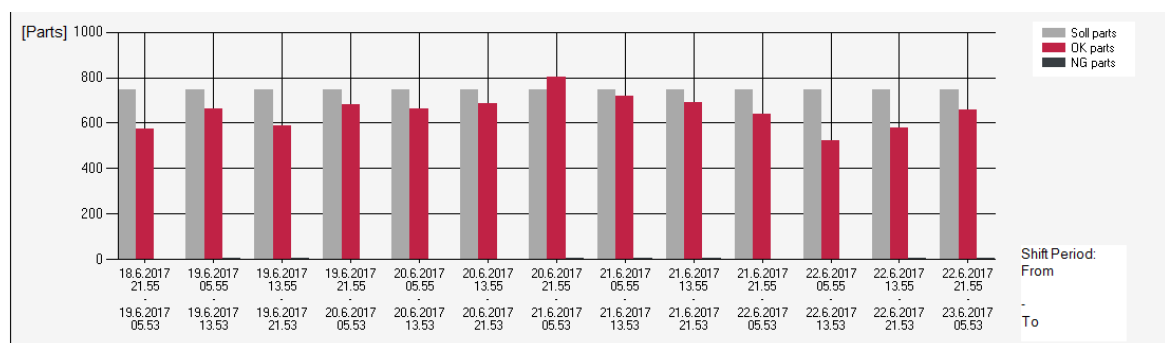
$$Ztráta = \frac{(Prostoj * \text{plánované využití linky} * 60)}{\text{Takt na jeden kus}} = \text{ks van}$$

$$Ztráta = \frac{(140 * 0,85 * 60)}{34,8} = 205 \text{ ks van}$$

Jednoduchým výpočtem podílu času prostojů k taktu zjistíme, že došlo při této směně k potenciální ztrátě 205 kusů van proti výrobnímu plánu.

Jedná se o teoretický výpočet. Důvody uvedené níže mohou tento výpočet ovlivnit. Podle směnového výkazu, který zapisuje seřizovač, se v danou směnu vyrobilo 650 ks sedáků a systém LMS ukazuje 523 ks vyrobených van. Na jeden sedák se montuje vždy jedna vana. Příčiny proč se v tuto náhodně vybranou směnu data tak výrazně liší, jsou neznámé, ale v dalších několika kontrolovaných směnách už nejsou rozdíly tak výrazné. Při porovnání s údaji o prostojích zapisované seřizovači, dosahovaly prostoje přesně 70 minut. Tento den byly data o prostojích nasbírané systémem v porovnání s realitou dvakrát vyšší. To je také jeden z hlavních důvodů, proč se dále s těmito daty nepočítá. Jakmile se projektový tým začal tímto systémem zabývat a porovnávat ho se skutečností, tak zjišťuje, že sleduje nesprávná data. Ty jsou ve velké míře zkreslené, lze je použít pro rozhodování o stavu linky v právě probíhající směně, ale ne pro analýzu minulosti.

Z této analýzy prostojů není možné zařadit jednotlivé prostoje do svých kategorií, jsou k dispozici celkové sumy prostojů, které by mohly být také způsobené čekáním na následující pracoviště, což by se pak nemohlo považovat za prostoj zařízení van, nýbrž za prostoj celé linky.

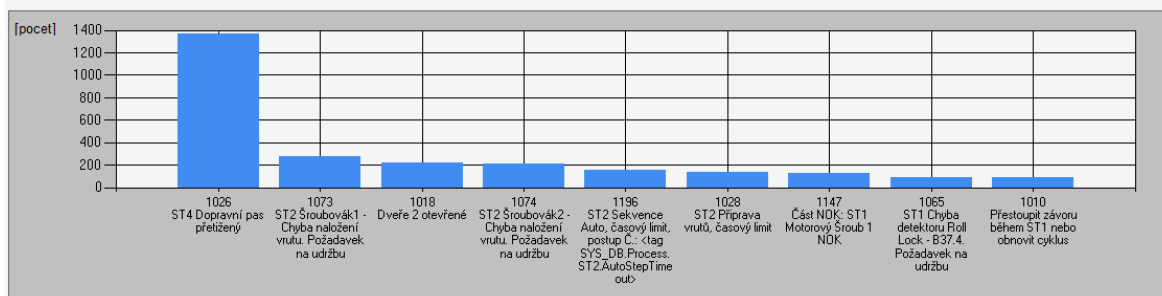


Graf 5 – Porovnání plánovaných a vyrobených OK a NOK kusů (interní zdroje)

Graf výše ukazuje porovnání počtu skutečně vyrobených kusů k plánovaným počtům. Rovněž za období 18. 6. 2017 – 23. 6. 2017. Z důvodu vznikajících prostojů se nedaří plnit plán výroby. Je ale nutné zmínit, že šedou barvou je norma na směnu při 130 % výkonnosti. Norma 100 % je dělaná na průměrného operátora, ale ve společnosti je nastavena výkonnost o 30 % vyšší, než je průměr. K této normě se dále zohledňuje plánované využití výrobních zařízení a to je 85 %, to ale v grafu není zobrazené. LMS systém nepočítá výrobní data s přihlédnutím k využití výrobních zařízení. Původně byl převzatý systém 120 % výkonnosti z jiných lokací, ale vlivem nadprůměrných výsledků byl zvýšen na hodnotu 130 %.

Graf 6 rozděluje nejčastější chybové hlášky v rozsahu dvou týdnů. Z nasbíraných dat vyplývá, že nejčetnějším prostojem je přetížený pás, tedy že výrobky nejsou odebírány následným pracovištěm. Nejdéle trávající opravdový prostoj omezující operátory v plnění normy je druhá chyba, která značí problém s automatickým šroubovákem.

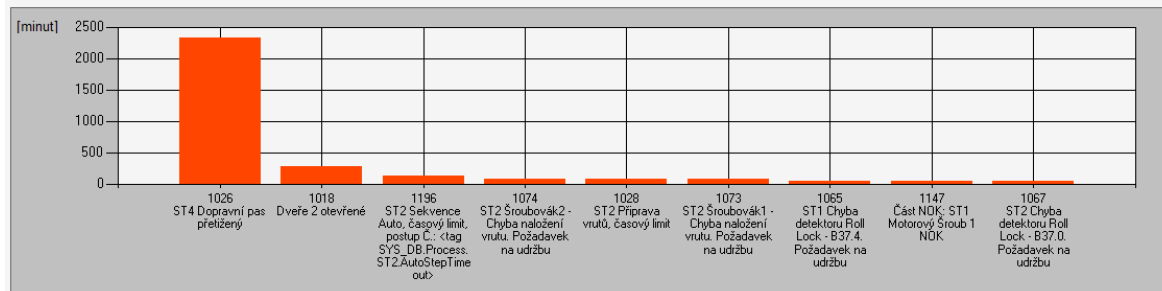
Vyskyt nejčastějších poruch za vybrané období:



Graf 6 – Graf počtu výskytů poruch (interní zdroje)

Za sledované období od 7. 6. 2017 do 31. 8. 2017 bylo zaznamenáno 15 500 chybových hlášek. Jejich četnosti jsou uvedené v tabulce 4. Část z celkového počtu hlášek je graficky znázorněn v grafu 6. Chyba s největším výskytem je ST4 Dopravní pás přetížený, znamená to, že čtvrtá stanice má pás o kapacitě 2 kusy, pokud operátor následujícího zařízení AP2 nestihne odebrat kus, před tím, než se chapadlem nad pás přesouvá třetí kus, tak se objeví toto chybové hlášení.

Vyskyt nejdéle trvajících poruch za vybrané období:



Graf 7 – Délka trvání prostojů (interní zdroje)

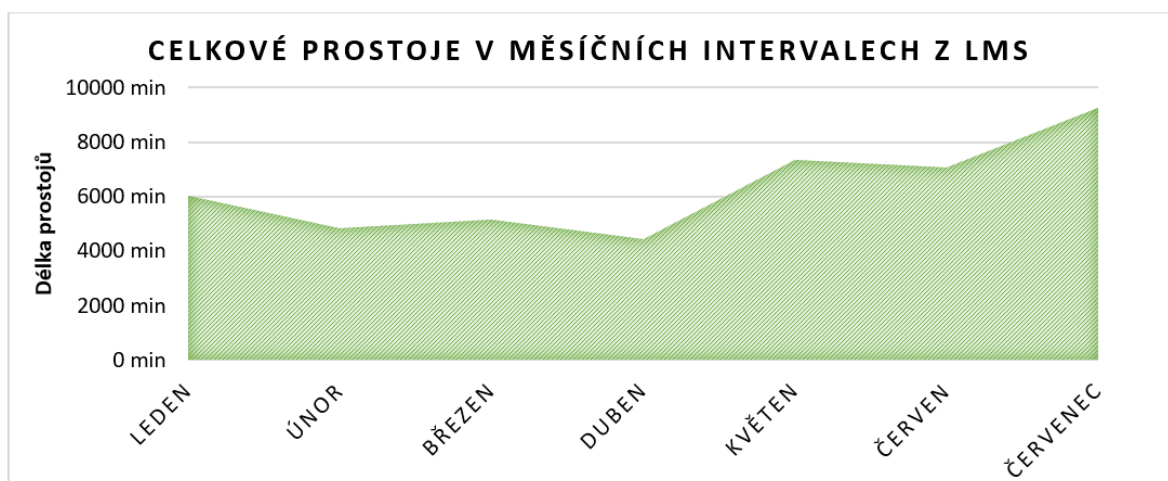
Graf ukazuje délku trvání prostojů v rozsahu dvou týdnů. Jelikož chyba "ST4 Dopravní pás přetížený" přímo nesouvisí s prostojem zařízení AP1, tak se nemůže tento čas počítat do neproduktivních časů zařízení. Nejdéle trávícím prostojem jsou otevřené dveře zařízení, což značí přímý zásah do výrobního zařízení, ať už vlivem kalibrace či opravy. Dveře mohly být otevřeny nedopatřením a nemuselo se vůbec jednat o prostoj.

11.1.1 Výpočet délky prostojů systémem LMS

Doba prostojů je vypočítávána jako absolutní rozdíl mezi skutečným časem výroby a časem potřebným k výrobě stejného počtu kusů dle plánovaného taktu. Plánovaný čistý výrobní takt u montážní buňky van je 34,8 sek/kus a když výroba trvá výrazně déle než tuto dobu, tak se automaticky započítává do prostojů. Program počítá s rezervou 50 % z čistého výrobního taktu. Pokud operátor nevyrobí další kus do 150 % času taktu tak LMS začne počítat prostoj. Do tohoto taktu se nezapočítává plánované kapacitní využití stroje nastavené na 85 %. Pro správnost sledovaných dat je nutné údaje o počtu vyrobených kusů vynásobit koeficientem 0,85.

Celkový čas prostojů není shodný s celkovou délkou chyb zařízení a to proto, že v chybových hláškách zařízení nejsou zaznamenávány úplně všechny typy prostojů. Navíc se některé chybové hlášky vyskytují v překrytém čase jiné chyby. Chybová hláška představuje nestandardní stav stroje, a to není totéž jako neproduktivní čas. V neproduktivních časech mohou být zahrnuté i další neproduktivní činnosti, jako organizační přestávky, přerušení výroby z důsledku chybějícího materiálu, porady atd. Délky výskytu jednotlivých chybových hlášek není možné analyzovat a považovat za věrohodné.

Systém dále sleduje prostoje celkově na směnné bázi. Výsledky v měsíčních intervalech za první pololetí roku 2017 jsou uvedené v grafu 8.



Graf 8 – Celkový vývoj prostojů (data z LMS) (vlastní zpracování)

Tento monitorovací systém je skvělý nástroj k analýze aktuální směny, ukazuje přehledně počet vyrobených kusů, dodržování časů přestávek, ale z hlediska analýzy prostojů za širší časové období je nepřesný. Není to chyba sledovacího systému, ale zařízení, ta by se musela

individuálně naprogramovat, aby zapisovala jen relevantní poruchy. Je to dobrý systém, ale stále je na něm ještě dost práce na to, aby se stal dokonalým. I proto si výrobní tým vede svůj vlastní soubor, do kterého zapisuje seřizovač délky prostojů a jehož data byly použity k analýze prostojů uvedené v kapitole 11.2.

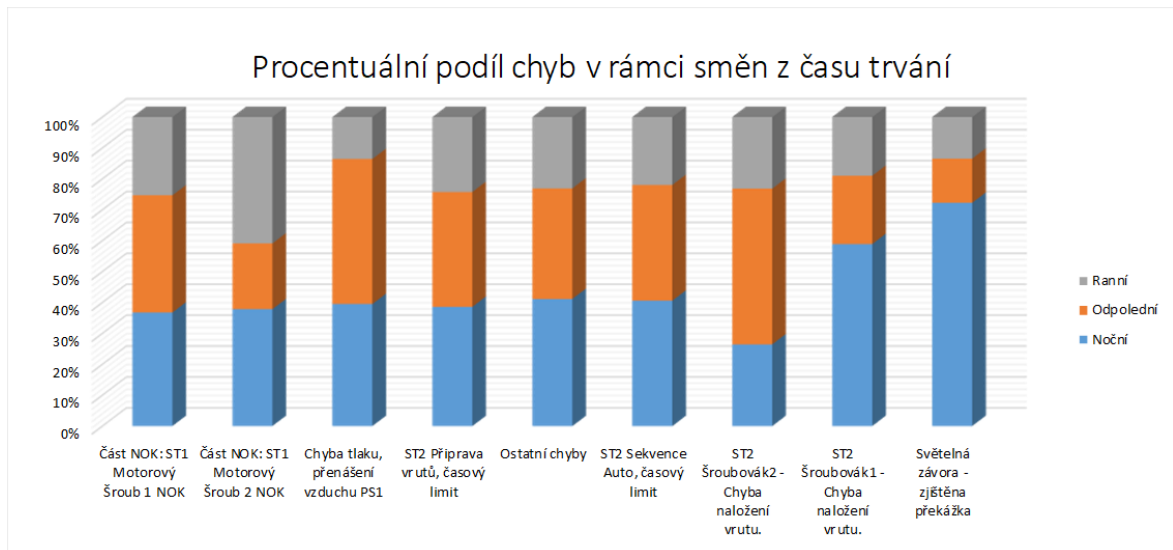
11.1.2 Analýza dat získaných pomocí systému LMS

Systém LMS umožňuje export chybových hlášek výrobních zařízení. Chybové hlášky s největší četností výskytu jsou uvedeny v tabulce 4. Dále se zaznamenává dalších 35 hlášek s četností pod 100 za sledované období od 7. 6. 2017 do 31. 8. 2017. Záznam vždy obsahuje časový údaj, kdy chyba vznikla a kdy se jí podařilo odstranit. Z těchto časů se automaticky vypočítá délka trvání. Chybě se přiřadí čtyřmístný číselný kód a také popis, ať typu chyby rozumí i člověk, který nezná kódové označení. Může se stát, že spolu s jednou chybovou hláškou se objeví v ten stejný moment i další. V tomto případě se jedná o duplicitní délku trvání prostoje a nejvíce pravděpodobné duplicity byly ze sledování odstraněny. Chyby se zaznamenávají automaticky výrobní stanicí pomocí senzorů a čidel. Tabulka ukazuje výčet chybových hlášek.

Tabulka 4 – Kategorie chybových hlášek (vlastní zpracování)

Kategorie chybových hlášek	Četnost výskytu chyby
ST4 Dopravní pás přetížený	9311
ST2 Příprava vrutů, časový limit	1313
ST2 Sekvence Auto, časový limit	1115
Světelná závora – zjištěna překážka	1037
ST2 Šroubovák1 – Chyba naložení vrutu.	741
Část NOK: ST1 Motorový Šroub 1 NOK	487
ST2 Šroubovák2 – Chyba naložení vrutu.	433
Část NOK: ST1 Motorový Šroub 2 NOK	310
Chyba tlaku, přenášení vzduchu PS1	155
Ostatní chybové hlášky s četností do 100 (celkem 35 hlášek)	(celkem 598)

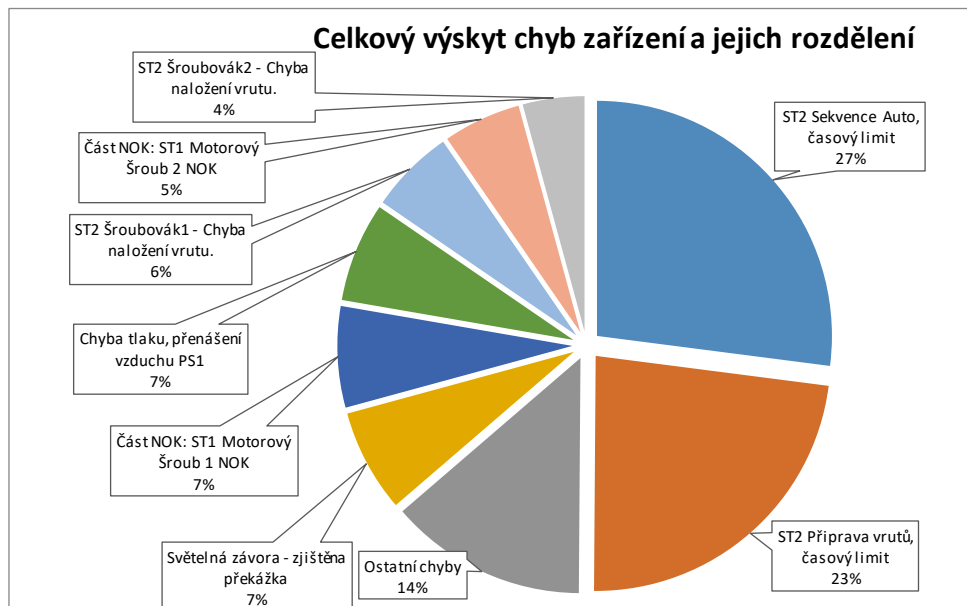
Následující analýzy nepočítají s délkou trvání chybových hlášek. Časový údaj je nepřesný. Větší vypovídající hodnotu mají data o četnostním výskytu.



Graf 9 – Podíl chyb montáže van – AP1 a AP2 (vlastní zpracování)

Data ze systému LMS je možno použít k porovnání výskytu chybových hlášek v jednotlivých směnách. Chyba překročení světelné závory převažuje na noční směně. Tato chyba vzniká převážně tím, že operátor vstoupí do pracovního prostoru dříve, než se otočí stůl s přípravkem. Zařízení je opatřeno světelnou závorou, aby se zabránilo pracovnímu zranění, operátor musí vždy před zmáčknutím tlačítka odstoupit za světelnou závoru, jakmile se stůl otočí, může opět do první stanice vstoupit a pokračovat v práci. Výskyt chybové hlášky je ovlivněn pracovními zvyklostmi operátora.

Na odpolední směně převažuje chyba naložení vrutu související s automatickým podavačem šroubů k šroubovákům. Tuto chybu nemůže operátor ovlivnit svými návyky, jedná se o chybu techniky a cílem je ji eliminovat. Ranní směna má nejnižší podíl na výskyt všech zaznamenaných prostožů, až na jednu chybu a tou je špatně utáhnutý šroub držící motor. Šroub se utahuje ručním šroubovákem. Při špatném nasazení šroubu dojde k jeho utažení nesprávným krouticím momentem. Šroub se musí vyšroubovat, vyhodit a zašroubovat nový.



Graf 10 – Procentuální výskyt chyb montáže van (vlastní zpracování)

Dvě hlavní chyby souvisí s automatickým šroubovákem, ten se nachází na stanici 2 (ST2). Dohromady zaujímají 50 % z celkového výskytu chyb. Díky těmto datům lze zjistit, že se vyskytuje chyba s šroubovákem, ale už nelze přesně určit, kolik reálných prostoje představuje. Data ze systému poskytují prvotní impuls poukazující na poškozenou část stroje.

11.1.3 Struktura analyzovaných dat

Správná analýza dat je klíčový faktor úspěchu celého projektu, proto se tento krok nebere na lehkou váhu. Systém LMS umožňuje zobrazit data za zvolené období a k tomuto období vykreslí určité grafy. Jak se v průběhu sběru dat ukázalo, data z toho systému nejsou pro analýzu délky prostoje vhodné.

Hrubé data o výrobě jsou zaznamenávané bez potřebného formátování. Pro další podrobnější zpracování dat se musí exportovat do tabulkového procesoru MS Excel. Následně ručně přeformátovat, aby je bylo možné seřadit a použít pro vytváření kontingenčních tabulek a grafů. Výhodou systému by měla být jednoduchost analýzy dat, to do určité úrovně návaznosti informací splňuje. Pokud je potřeba data analyzovat do větší hloubky, tak se jedná o zdlouhavý proces. Systém zaznamenává směny, v nichž se nepracuje jako stoprocentní prostoje. Výsledky prostoje jsou v konečném důsledku negativně ovlivněny tímto faktem.

Sesbírané data obsahují kód poruchy a krátký heslovitý popis pro vysvětlení, co porucha znamená, dále je zde čas s přesností na setiny sekundy, v kterém byl stroj mimo provoz nebo

doba, po kterou se objevila chybová hláška spolu s datumovým a časovým ohraničením. Pro detailní analýzu bude potřeba propojit data z několika databází či Excel sešitů. Výsledek bude přesnější spolu se zaměřením na problémové činnosti.

Od začátku sledování souhrnných směnových dat do 3. 4. 2017 byla výroba řízena ve čtyřsměnném modelu, poté přešla na třísměnný model. Výroba probíhá v systému: ranní, odpolední, noční. Čtyřsměnný model znamená, že pracují 4 pracovní skupiny a v průběhu měsíce se střídají. Od 1. 7. 2017 se vrátí původní čtyřsměnný model. Tato změna ovlivní také směnový model seřizovačů a bude ji potřeba zaimplementovat do sledovaných dat, především jejich rozdělení na jednotlivé směny. Data o prostojích byly analyzovány vzhledem k výskytu na směnách, aby bylo možné porovnat vytíženost seřizovačů pro interní potřeby společnosti.

Cílem společnosti je zefektivňovat procesy a tím snižovat náklady. Tato filozofie se aplikuje na všechny výrobní linky nevyjímaje MC1. Po poslední optimalizaci se změnila i norma výroby a to ze 750 ks na 775 ks za směnu, tak se změnil i takt na jeden kus z 36 sec na 34,84 sec. Dlouhodobé plánování výroby počítá s koeficientem využití linky 85 % (OEE). To představuje plánovanou kapacitu linky 658 vyrobených kusů sedáků za jednu směnu při přepočtu na nejsložitější variantu.

Odvolávky od zákazníka se v průběhu měsíců neustále mění, a tím i vyráběné varianty na lince MC1. Ti tak přizpůsobují dílčí logistické řetězce vlivem změn ve své produkci automobilů.

11.1.4 Sledování výrobních zařízení AP1 a AP2 na montáži van

Pro AP1 byl podán požadavek na zavedení do systému sledování a monitorování výroby LMS dne 27. 6. 2017. Obvykle je požadavku vyhověno do týdne. Tento požadavek jde na programátorské oddělení. Jejich úkolem je navést stanici do databázového sledování. Požadavek se posílá pomocí emailové komunikace. Pro vytvoření požadavku existuje speciální formulář, kde se zapíše čas přestávek, varianty vyráběné na dané výrobní lince, výrobní takt, výrobní norma a spousta dalších parametrů nutných pro správné nastavení databáze. Systém dále umožňuje vytvoření kategorií prostojů, z kterých pak operátor na panelu u stroje vybírá. Tato funkce se prozatím nevyužívá, tak jsou k dispozici celkové délky prostojů za směnu.

Požadavku na zavedení AP1 do systému bylo vyhověno opravdu brzy a první data jsou dostupná již za odpolední směnu 28. 6. 2017. Včetně detailních dat prostojů a celkových dat produktivity za směnu. Vlivem zjištěných nedostatků shrnutých v kapitole 11.1.5 se data pro analýzu nevyužívaly.

LMS Monitoring software request:	
Jmeno zadatele:	XXX XXX
Nazev projektu:	IBK
Nazev stanice:	DAG1_WMAP1
Inventurní číslo stanice (PLC)	7101067
Je stanice (PLC) na síti?	ANO
Seznam vyrabanych variant a ich cisla v PLC: (Ak je T/T cas pro kazdu variantu rozdílny napisat aj T/T za nazvem)	1. 4way 4.2 LH 2. 6way 8.4 LH 3. 8way 6.2 LH 4. 8way 8.3 LH 5. 8way 9.4 LH 6. 4way 4.2 RH 7. 6way 8.4 RH 8. 8way 6.2 RH 9. 8way 8.3 RH 10. 8way 9.4 RH
Smernovy model (h)	8 h
Rozvrh prestavok:	Ranni smena: 7:55-9:05, 11:30-11:50 Odpoledni smena: 15:55-16:05, 17:50-18:10 Nocni smena: 23:55-00:05, 02:00-02:20
Pozadovany T/T pro stanici	45,29 s / di
Pozadovany cil pro stanici	130%
Pozadovany T/T pro dosazeni ciele (TT/Cil)	34,84 s / di
Automaticke zobrazeni cistení (min pred koncem smery)	10 min
Poznanky:	

Obrázek 20 – Požadavek LMS monitorování (interní zdroje)

Data se v průběhu výroby sbírají a posílají na SQL server, který pak umožní přes interní aplikaci LMS data sledovat a analyzovat. Je využíváno dotazovacího jazyka používajícího se v relačních databázích.

Pro AP2 se požadavek na zápis zařízení do sledovacího systému posílal už na začátku roku 2017 prostřednictvím emailové komunikace s oddělením IT. Velké množství výrobních zařízení na lince je důvodem zavedení sledování zařízení na základě emailového požadavku. Pro zavedení výrobních zařízení do systému je potřeba poslat na IT oddělení informace, podle kterých se sledování správně nastaví. Bez psaného požadavku to nelze udělat. IT technici neznají důvody sledování a informace o výrobních zařízeních, tak nemohou přiřadit do sledování všechny zařízení. Pro zabezpečení plynulého chodu se přistoupilo k přidávání výrobních zařízení pomocí formuláře ukázaného výše. Obsahuje všechny potřebné údaje a je posílán emailem na IT oddělení. Cílem je roztrdit zařízení, které jejich vlastníci ani nechťejí sledovat. Ne všechny výrobní týmy systém využívají.

11.1.5 Shrnutí analýzy dat přes síťové rozhraní LMS

Od začátku roku proběhlo několik jednání s IT oddělením a postupně se vytvářela podoba dat pomáhající si udělat představu o situaci na lince. I tak se nepodařilo odstranit či v čas odhalit nedostatky tohoto monitorovacího systému.

Výsledkem sběru dat bylo vytvoření objemných databází v MS Excel provázaných na reporty doplňující souvislosti, jako vyráběná varianta, seřizovači, náklady na rework atd. Nakonec se tyto zavádějící data nemohly použít kvůli jejich nepřesnosti a celkové nedůvěře v tento nový sledovací systém.

Shrnutí důvodů, proč bylo rozhodnuto od dat získaných z LMS systému odstoupit a použít místo nich data ze systémového souboru „Cockpitu“.

- Chybové hlášky se vyskytují v překrytém čase, nelze s jistotou toto překrytí odhalit.
- Stává se, že chybové hlášky vůbec prostoj nezpůsobí a zařízení dále vyrábí.
- Za některé směny je v systému uveden nereálný počet vyrobených kusů a data neodpovídají realitě.
- Výpočet délky trvání prostojů za směnu se započítává až po překročení limitu 50 % délky taktu zařízení.
- Je to systém, který je tak dobrý, jak jeho zadavatel, v současnosti je potřeba systém dále zdokonalovat a odhalovat tak jeho nedostatky.
- Za sledované období došlo k chybám v databázi a nebyly dostupné data jak pro AP1 a AP2 ve stejném časovém intervalu.

Záznamy o chybách a jednotlivých časech trvání v databázi nelze jednoznačně zařadit jako prostoje. Je možné, že se objeví chybová hláška, ta se zapíše do databáze, ale ve skutečnosti není závažná a zařízení vyrábí dál. U většiny chybových hlášek není možné dohledat jejich návaznost na poruchu v zařízení, pozorovatel se může domnívat, že se jedná o určitou část stroje, ale to nemusí být ve výsledku správná domněnka. Využívají se chybové hlášky předdefinované výrobcem zařízení s jednoduchým překladem do českého jazyka. Kategorie prostojů vytvořené na míru by zpřesnily získávaná data ze zařízení.

Pokud se budou analyzovat ukazatel OEE, může být systém LMS přesnější, jako data ze systémového souboru. Ty jsou ovlivněny lidských faktorem.

LMS lze využít k online zobrazování dat přímo z výroby. Využití získaných dat pro hloubkovou analýzu prostojů není za současného nastavení systémů možné, to se ovšem může do budoucna změnit.

11.2 Analýza dat ze systémového souboru (cockpitu)

Jedna z náplní práce seřizovače, kromě jeho hlavní činnosti, je také zapisování délky prostojů a jejich popis do systémového souboru zvaného "Cockpit". Tento soubor obsahuje veškerá potřebná KPI pro sledování a řízení výroby na lince včetně kategorizace prostojů.

Může se stát, že i tato metoda sběru dat neposkytne 100 % správná data. Zapisování délky provádí seřizovač, může u něho dojít k pochybení či zaokrouhlení délky prostoje. Jako podklad pro kategorizaci a vyhodnocení délky prostojů jsou dostatečně přesné.

Sledování prostojů je rozděleno do 5 základních kategorií, ty pak dále na podkategorie:

1. obecné;
2. montáž šín – H;
3. montáž van;
4. obergestell;
5. konečná montáž.

Velikost výrobní dávky se na lince MC1 odvíjejí od aktuálně vyráběné varianty:

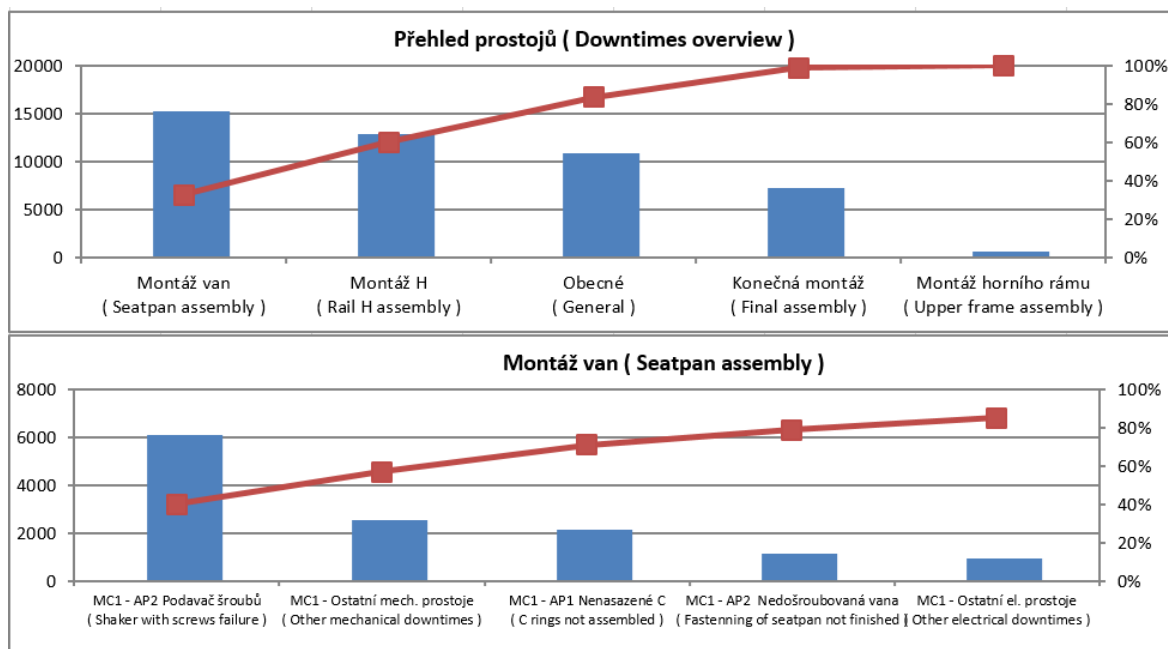
- často vyráběná varianta (high runner) objem na dávku 420 ks;
- méně často vyráběná varianta (low runner) objem na dávku 210 ks;
- varianty vyráběné velmi málo v dávkách 50 až 100 ks.

Do kategorie obecných prostojů spadají organizační prostoje. Patří sem přestavby, což je činnost, která se nedá výrazně změnit. Na výrobní lince MC1 probíhají podle vyráběných variant až 3 přestavby, kdy jedna přestavba trvá v průměru 3 minuty. Dále jsou v kategorii obecné obsažené následující prostoje vzniklé: nedostatkem materiálu, nedostatkem personálu, výpadkem proudu, poradou – školením, zaučováním personálu či kvalitou nakupovaných dílů. Všechny tyto kategorie se pak průměrně v prostojích vyskytují 19 minut za směnu.

Následující kategorie 2 až 4 jsou rozdělené podle jednotlivých buněk linky, kde se vyrábí podsestavy vstupující do finální montáže. Všechny hlavní kategorie (graf 11 – přehled prostojů) mají své podkategorie (graf 11 – Montáž van), aby bylo možné lépe přiřadit prostoj určité příčině.

11.2.1 Vývoj prostojů za leden až červenec roku 2017 na montážní lince

Produkční sešit umožňuje zobrazení Pareto grafu za jakékoli období.



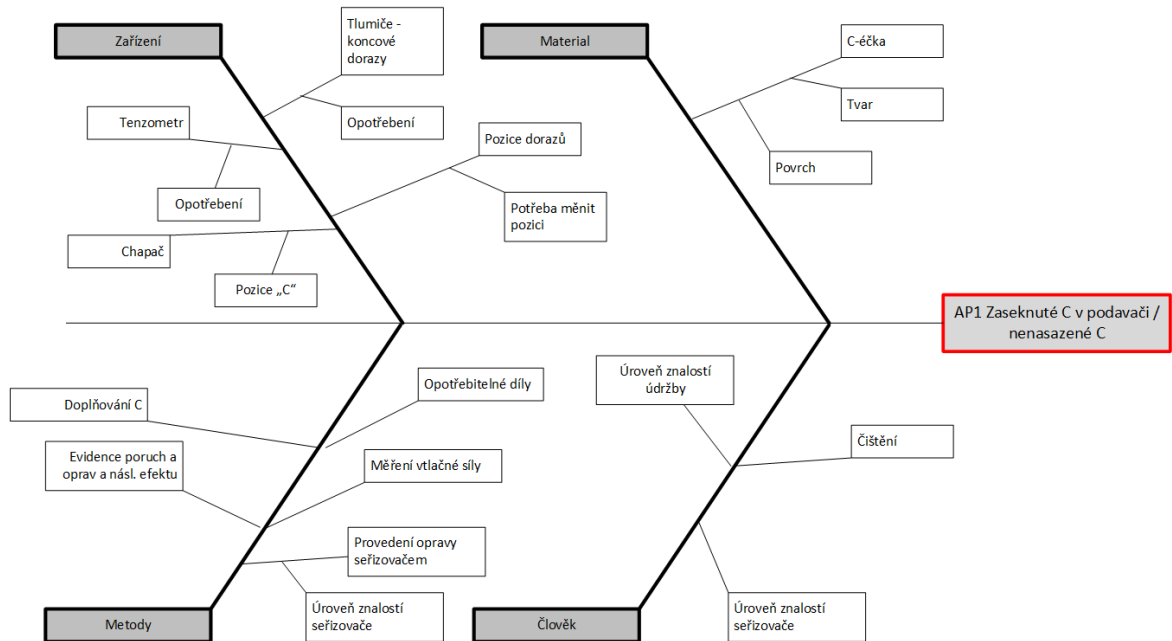
Graf 11 – Přehled prostojů linky MC1 a van (interní zdroje)

Graf 11 znázorňuje prostoje za celou linku a pak specificky za montáž van, a to v intervalu od ledna do července roku 2017. Montáž van měla největší podíl na prostojích linky v celém prvním pololetí. Za ní následovala Montáž H, kde přetrvává problém s dodavatelem dílů. Problém se objevil již v květnu a od té doby se intenzivně pracuje na jeho odstranění. Dodavatel dodává komponent s šikmým závitem. Výsledkem je pak obtížné, až nemožné, napasovat díl do správné pozice. Třetí kategorií jsou obecné prostoje zahrnující spoustu podkategorií a jejich nárůst byl nejvyšší v období letních prázdnin vlivem zaučování nových pracovníků, vysokých teplot ve výrobní hale a s tím spojeno množství přestávek.

V podkategorii montáže van se na prvním místě nachází prostoje vzniklé problém s podavačem šroubů. Jedná se o technicky složité zařízení na AP2. Výměna důležitých opotřebovaných dílů je naplánována. Druhou podkategorii jsou ostatní mechanické prostoje. Jim bude v následujícím měsíci věnovaná pozornost. Na první pohled z analýzy není možné určit, co se pod ostatními prostoji skrývá. Jako třetí nejvýznamnější vada vyšla porucha podávání C klipů. I tou se bude projektový tým zabývat. Na konci července dojde k výměně podavače šroubů, jelikož jsou vzniklé prostoje z velké části vyvolané právě tímto zařízením.

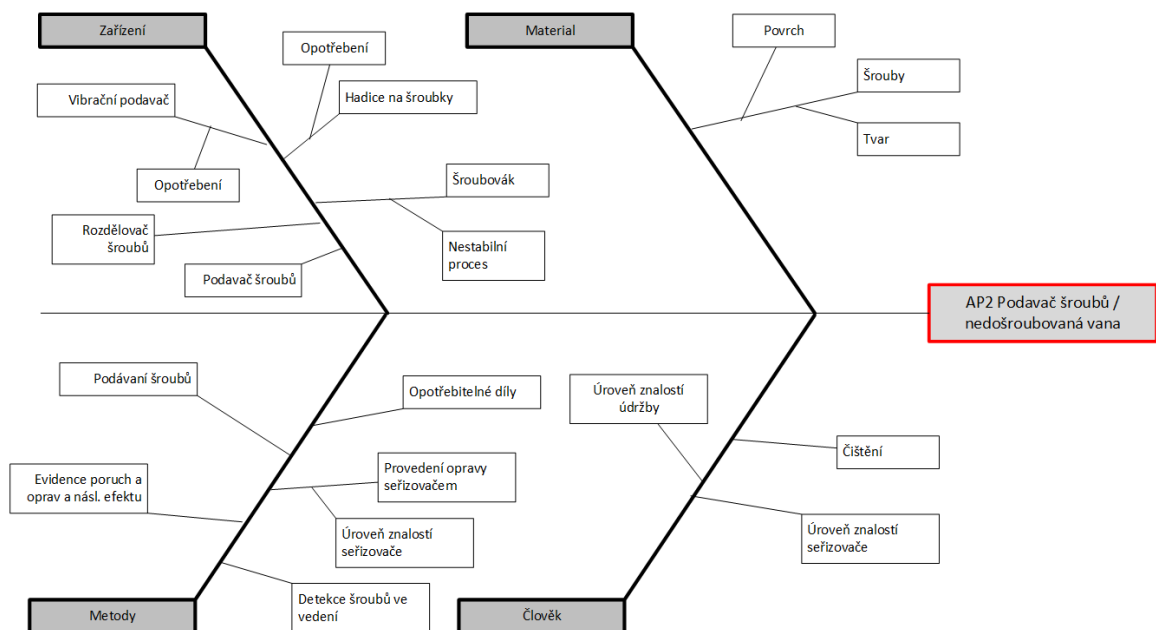
Byly vypracovány Ishikawovy diagramy na odhalení příčin vzniku problémů s podavačem šroubů a podavačem C klipů. Ostatní mechanické prostoje budou níže rozebrány na dílčí problémy pomocí Paretovy analýzy.

Seat pan assembly MC1-AP1 Ishikawa 1



Obrázek 21 – Ishikawa diagram na problém podavače šroubů (vlastní zpracování)

Seat pan assembly MC1-AP2 Ishikawa 2

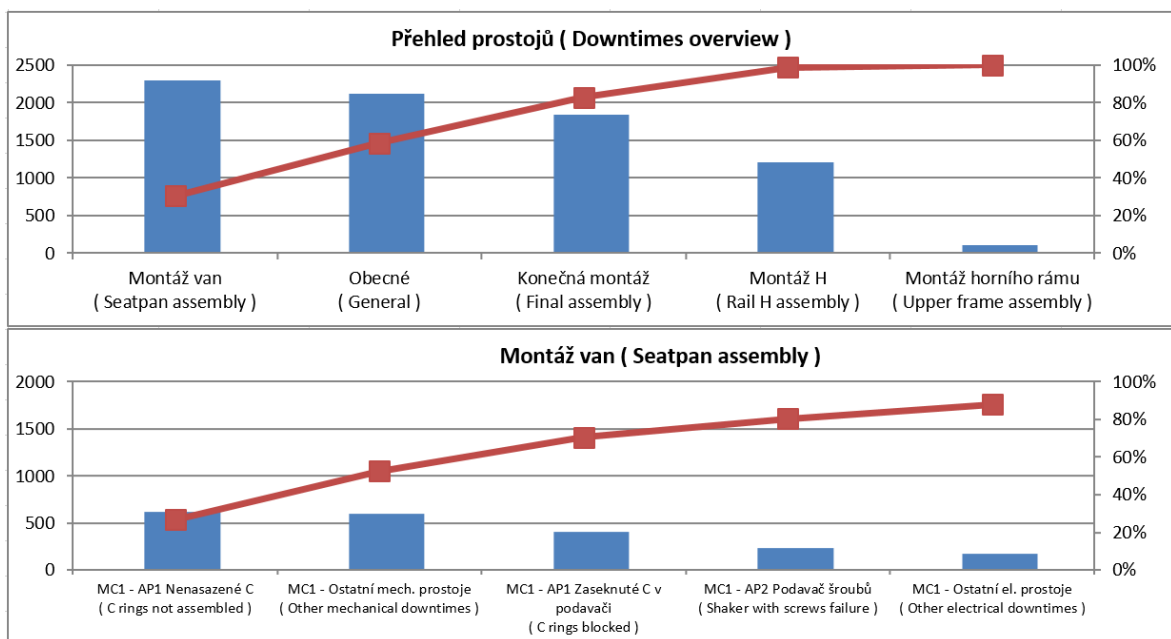


Obrázek 22 – Ishikawa diagram na problém podavače C klipů (vlastní zpracování)

11.2.2 Vývoj prostojů za srpen roku 2017 na montážní lince

Prostoje u montáže van jsou roztrženy do 10 specifických podkategorií a dvou obecných. Do obecných se zapisují ostatní mechanické a elektrické prostoje. Ostatní mechanické prostoje zaujímají v Paretově analýze v grafu 12 první místo. Budou rozebrány podle poznámek seřizovačů na přesnější data a na ně vytvořena následná Paretova analýza (graf 13). Výměna podavače šroubů vedla k snížení prostojů přibližně o 500 minut za měsíc, ale celkové prostoje výrobních zařízení van přetrvávají ve vysokých hodnotách i nadále. Objevily se další problémy, ty budou analyzovány pomocí Paretovy analýzy ostatních mechanických prostojů.

Z grafu 12 je patrné, že montáž van zaujímá nejdelší trvání prostojů. Délka prostojů na vanách za srpen dosahovala hodnoty 2298 minut. Druhou nejobjemnější kategorií byly obecné prostoje, způsobené převážně vysokým podílem zaučování nových operátorů.

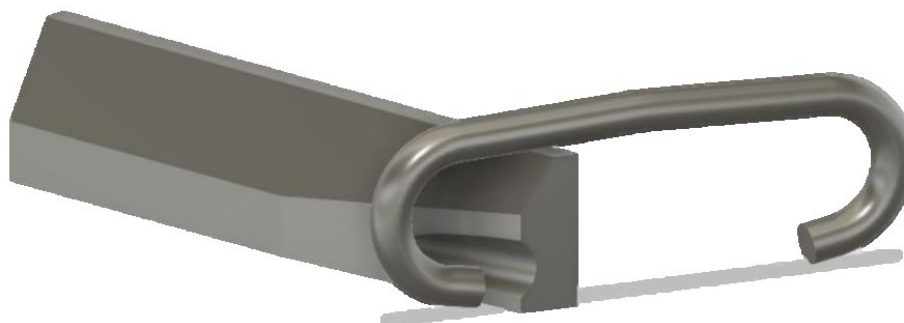


Graf 12 – Přehled prostojů linky MC1 za srpen (interní zdroje)

Z podrobnější analýzy prostojů van vyplývá, že největší podíl měly ostatní mechanické prostoje. Následoval problém s nenasazeným C klipem.

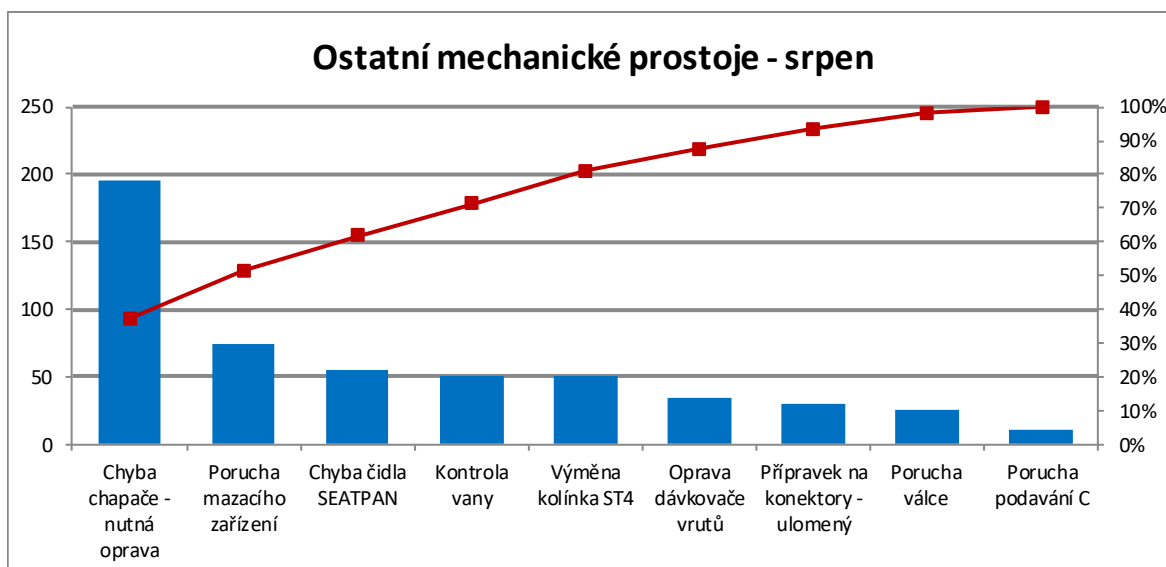
Pro lepší pochopení mechanického opotřebení běhounu byl vytvořen vizualizovaný model. Vlivem vydřené plochy, po které se C klip posouvá, docházelo k zaseknutí o vybroušenou

plochu a následnému vypadnutí dílu z chapače a tím i k prostojům. Na pravé straně C klipu je stejný běhoun, jen je obrácený. U něho došlo rovněž k mechanickému opotřebení.



Obrázek 23 – Opotřebený běhoun C klipů (vlastní zpracování)

Data byla dále na základě poznámek od seřizovačů roztržena do podrobných kategorií a jako nejvýznamnější a tím pádem nejdéle trávající prostoj vyšla chyba chapače.



Graf 13 – Paretova analýza poruch montáže van (interní zdroje)

Chapač přenáší hotový výrobek z třetí stanice na pás, odkud jde na další výrobní proces. Následovala kontrola chapače spolu se seřizovačem, což vyústilo v závěr, že jedna ze čtyř úchopových ploch je vlivem používání vybroušená, tak nedocházelo k 100% uchycení a vana padala z chapače. Dočasným opatřením došlo k úpravě tolerancí úchopu a přiblížení úchopové hlavy blíže k uchopovanému dílu tedy k vaně.

Na obrázku níže v části vyznačené žlutým kolečkem je obroušená hrana, která způsobuje občasné špatné uchycení vany. Profil znázorňuje uchopovanou část vany.



Obrázek 24 – Model poškozeného
chapače na AP2 (vlastní zpracování)

Druhou významnou vadou je porucha mazacího zařízení. O dopravu mazání se stará vzduchová pumpa a mazivo je dováděno k potřebným místům přes hadice a mazací jehly. K ucpávání hadic nedochází, ale může se stát, že maziva je vytlačováno až příliš a pak se jim zanesou mimo jiné i optické senzory na přípravku. Výrobní zařízení pak nemůže detekovat založený díl, a tak se nespustí výrobní proces. Mazací systém pracuje v optimálním tlaku, pokud se zjistí jakékoliv odchýlení od normálního stavu je na to upozorněn operátor skrz panel zařízení a jeho povinností je zavolat seřizovače.

Třetí nejvýznamnější vadou je chyba čidla vany, to je obecná chyba, ke které dochází vlivem opotřebení čidel, nebo když je potřeba jejich kalibrace. Čidel je na stroji velká spousta, tak se nedá tento prostož jednoznačně odstranit a také to souvisí s druhou nejvýznamnější vadou, a to, že jsou čidla překrytá mazivem.

11.3 Snímek pracovního dne operátora montáže van

Na ranní směně 4. 10. 2017 bylo naplánováno a uskutečněno pozorování spolu s vytvořením snímku pracovního dne operátorů. Pozorování probíhalo celou ranní směnu. Cílem bylo zhodnotit práci operátora, případně odhalit nedostatky současného dispozičního uspořádání výrobní buňky.

Buňka byla původně vytvářena a taktována pro práci jednoho operátora (OP), vlivem změny dodavatele materiálu van se změnil i způsob balení a materiál se místo stojanů, na kterých

se s ním lehce manipulovalo, nově dodává v GLT (gitterboxu). Vany jsou usazeny vedle sebe, a navíc je každá zabalená do pěnového polyetylenu. Vlivem práce navíc se prodloužil takt pracovníka potřebný na zhotovení jednoho kusu, tím pádem by se stala tato předmontáž úzkým místem linky a ztrácela by celá linka. Vedení se rozhodlo, že i za cenu vyšších personálních nákladů přidá do buňky van druhého OP. Další důvod, proč se zvýšil počet operátorů, byla optimalizace úzkých míst linky a tím došlo k zvýšení normy.

Na obě strany vany se přidávají gumové podložky, tuto operaci bylo možné provádět na méně vytíženém pracovišti linky, protože vany byly na stojanech přístupné k tomuto úkonu. Jelikož jsou nyní schovány v GLT není možné tuto operaci provést předem, tak pracovník AP1 vypomáhá na AP2 s nasazením gumových podložek.

Do budoucna, první poloviny roku 2018, se uvažuje o změně tohoto balení a to tak, že by se přešlo zpět na původní způsob převážení van. Na stojanech se mohou převážet vany jen tehdy, pokud jsou lakovány v lakovně společnosti. Dříve to tak bylo, jenže vlivem vysoké vytíženosti lakovacího zařízení se musely vany nechat lakovat u externí společnosti. Zvýšily se náklady na lakování a zároveň i personální náklady na zařízeních montáže van. Společnost vyrábí několik desítek sedacích systémů a tento prvek je u všech typů stejný. Proto změna dodavatele z externího zpět na interní povede ke značné úspoře nákladů. V současné době se využitost lakovny snížila vlivem výběhových projektů. To jsou projekty, ve kterých bylo vyrobeno potřebné množství dohodnuté se zákazníkem, a buď dojde k úplnému zrušení výroby, nebo se bude vyrábět menší počet, jak je tomu u náhradních dílů. Změna s sebou přinese zvýšení využitosti interní logistiky a vyšší nároky na prostor přímo ve výrobních buňkách.

11.3.1 Analýza snímku pracovního dne AP1

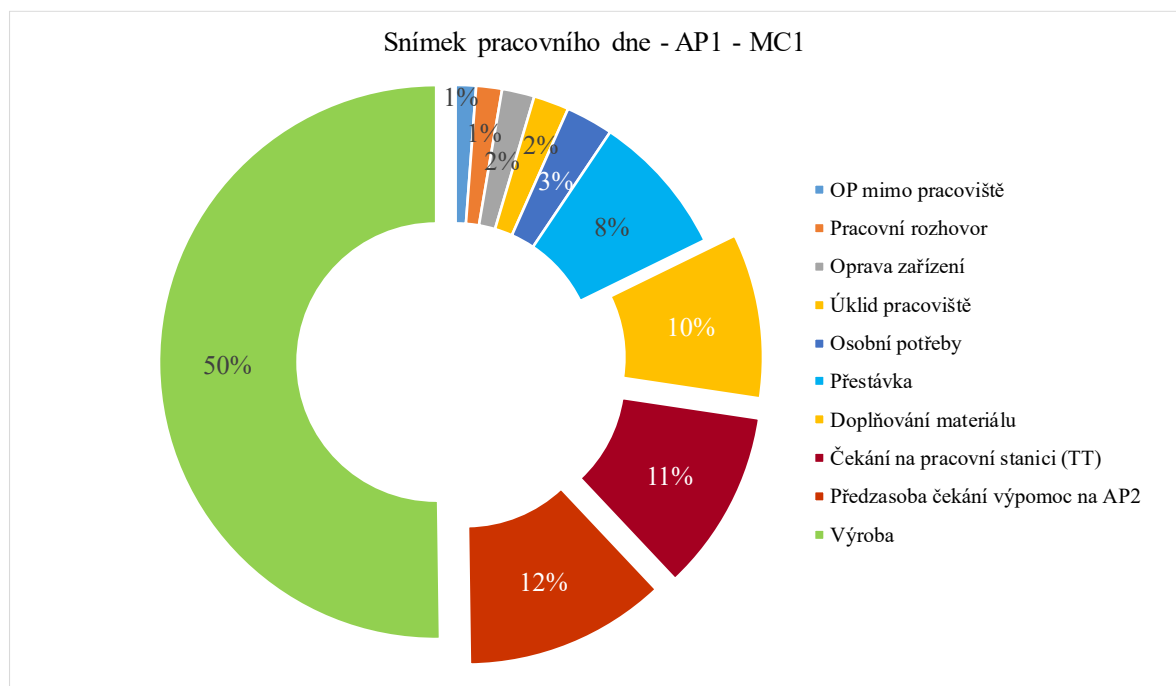
Montážní zařízení AP1 a AP2 obsluhují dva operátoři. Buňka byla původně navržena pro práci jednoho operátora (OP). Z tohoto důvodu se čistý čas práce operátora podílí na celkovém času 50,2 %. Procesní čas stroje je delší než čas zakládání OP do jednoho přípravku, proto je 10,6 % využitelného časového fondu čekání OP. Celkové čekání by bylo mnohem větší, kdyby operátor AP1 nevypomáhal OP na AP2 s nasazováním gumových dílů, které mu zabírají 11,8 % z celkového dostupného času. Čas manipulace s materiálem je v jedné třetině případů překryt s procesním časem stroje, ale zbývající dvě třetiny času by mohl OP vyrábět. Nemohl by ale obsluhovat jedno výrobní zařízení, protože by vyrobil mnohem větší počet komponent, než je potřeba pro celou výrobní linku a vytvářela by se

zbytečná zásoba. Ta by se neustále hromadila v lince nebo na skladě. Byla by užitečná v případě náhodných poruch, ale na pracovišti není potřebné místo pro skladování, a navíc by byly v zásobách vázány finanční prostředky.

Norma počítá se 7 % přírůžkou na osobní potřeby a čištění zařízení, což představuje necelých 32 minut za směnu. Všichni operátoři ve výrobě mají 30minutovou přestávku, za sledovanou směnu byli operátoři na přestávce necelých 40 minut. Jídelna se nachází na druhém konci haly a jen chůze tam zabere 4 minuty.

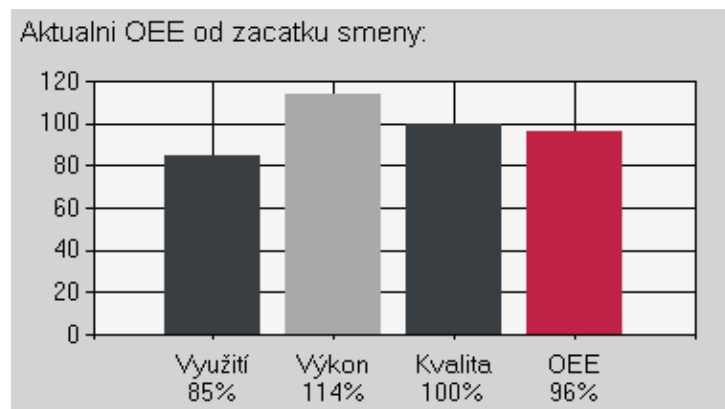
Výše byly vysvětleny činnosti zabírající většinu času OP, ostatními činnostmi se operátor zabýval 9 % času. Patří sem pracovní rozhovor, úklid pracoviště, porucha zařízení a odchod operátora z pracoviště bez udaného důvodu. Využití operátorů není optimální. Vlivem variantnosti výroby je nemožné tento fakt změnit. Méně náročné varianty zvládá vyrábět jeden operátor, ale každý den se vyrábí jak jednoduché, tak i složité varianty výrobků.

Operátor měl dost volného času, ten si krátil používáním mobilního telefonu nebo osobními rozhovory. Vždy se tak dělo při procesním času stroje. Kdyby občas nepoužíval mobilní telefon a v procesním čase si připravil materiál, tak by se zvýšilo jeho využití. I tak by splnil požadovaný počet kusů, jen by je vyrobil rychleji a čekání by se odsunulo na později ke konci směny.



Graf 14 – Snímek pracovního dne operátora van AP1 (vlastní zpracování)

Za sledovanou směnu dosahovalo zařízení AP1 využití 96 %. Tento skvělý výsledek byl podpořen velmi malým počtem poruch. Vlivem plánovaných přestávek se využití stroje pohybovalo na hranici 85 %, což je velmi pozitivní výsledek. Za celou směnu nebyl vyroben jediný nekvalitní komponent. Kvalitu výrobků má společnost na vysoké úrovni, i když jsou požadavky zákazníka někdy opravdu přísné. Proto má každá linka na svém konci tester (EOLT), kde probíhá simulace všech možných scénářů, které se mohou se sedákem provádět, včetně měření hluku. Za sledovanou směnu byly vyrobeny 4 nekvalitní sedáky. Ty pak jdou na opravu, EOLT napíše na štítek, kde našel na sedáku chybu a podle něho se pak postupuje. Opravený sedák projde znovu kontrolou EOLT, přičemž ve většině případů projede jako dobrý kus.

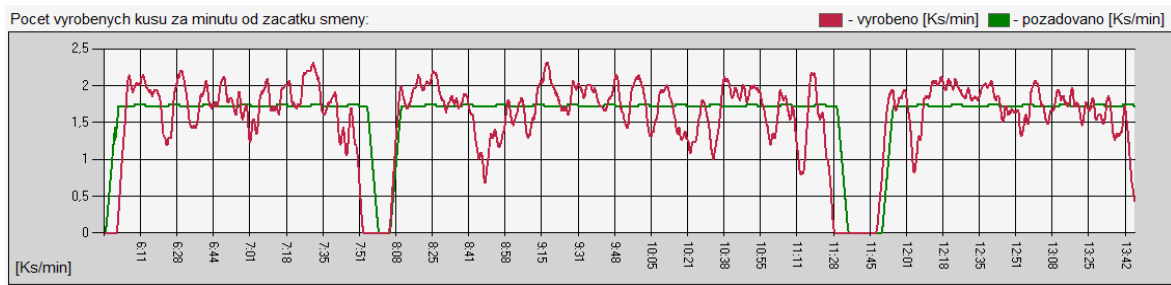


Graf 15 – Složky OEE za sledovanou směnu
(interní zdroje)

Program LMS počítá využití podílem využitelného časového fondu a reálně využitého času na výrobu. Následně výkonová složka se vypočítá podílem reálně vyrobených kusů k plánovaným a podělí se koeficientem využitím linky. Výkonový koeficient dosahoval za sledovanou směnu 114 %.

Rovnice 3 – Výpočet výkonu přes LMS (interní zdroje)

$$\text{Výkon} = \frac{\text{Vyrobene kusy}}{\text{Norma}} / \frac{\text{Využití linky}}{100}$$



Graf 16 – Vývoj vyrobených a požadovaných kusů (interní zdroj)

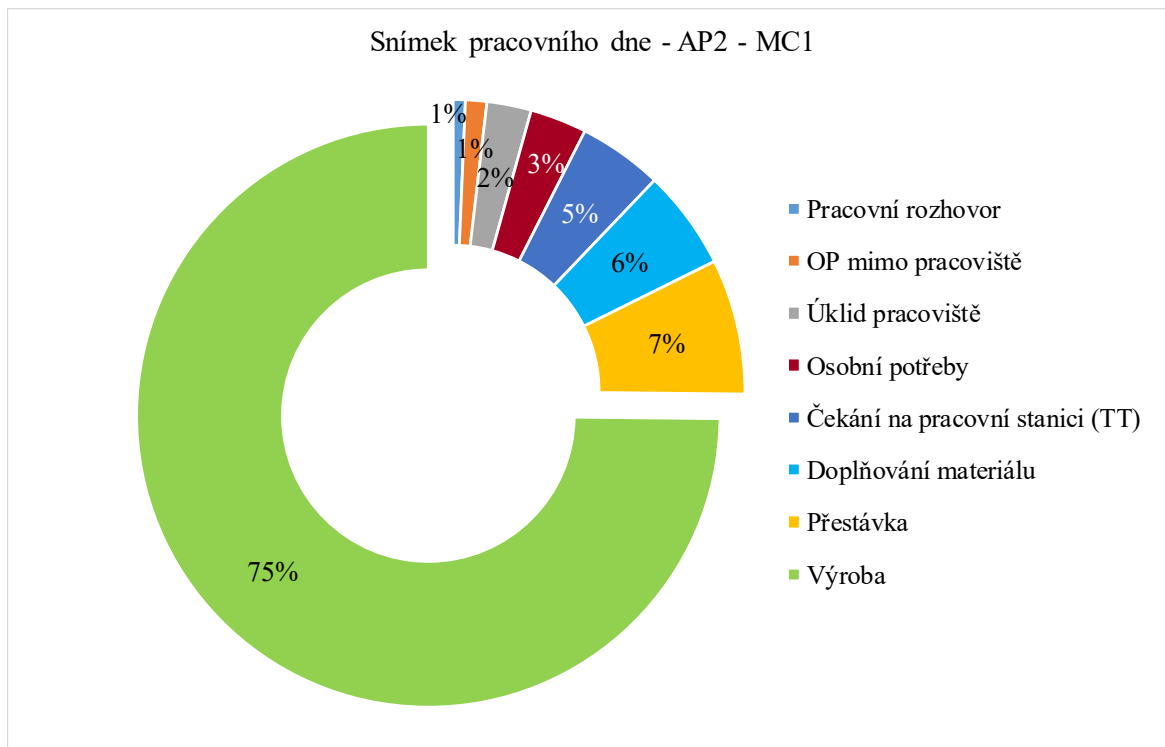
Graf znázorňuje minutový vývoj vyrobených kusů a plánovaných kusů za sledovanou směnu. Hned po ukončení jedné směny se vymaže a začíná se vykreslovat směna následující. Propad kolem půl dvanácté značí obědovou pauzu.

11.3.2 Analýza snímku pracovního dne AP2

Operátor u zařízení AP2 měl o poznání více práce než operátor u předchozího zařízení. Jeho čistý čas výroby se podílel na celkovém dostupném času 74,8 %. Operátor čeká na otočení pracovního stolu, hned jak založí díly a stiskne tlačítko, tak v průměru čeká 2 sekundy, než může znovu zakládat díly. V tomto čase by si měl připravit materiál na odkladné místo hned vedle výrobního zařízení, ať ho může rychleji založit, ale ne vždy si takto materiál přichystal. Nejvíce času, kromě samotné výrobní činnosti, strávil operátor vybalováním van a nasazováním gumových dílů.

Vlivem změny balení van se operátorovi sníží náročnost pracovní činnosti. Bude delší dobu čekat, než je tomu doposud. Jak již bylo výše zmíněno, výrobní buňku nestíhá obsluhovat jeden operátor.

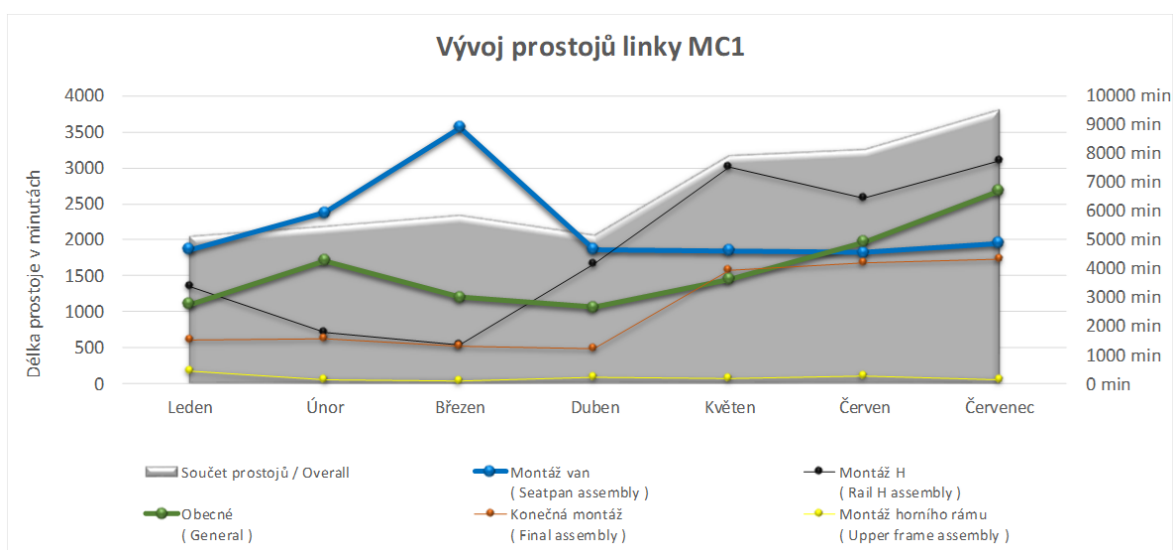
Za pozorovanou směnu nedošlo na zařízení AP2 k žádné poruše zapříčiňující pozastavení výroby. Jelikož operátor z AP1 vypomáhal při vychystávání materiálu a nebylo to nic neobvyklého, takhle to muselo fungovat. Operátor vychystával materiál 5,5 % času z celkového dostupného času. Občas se stávalo, že operátor čekal na dokončení procesní operace zařízení. Na konci směny má pracovník povinnost uklidit své pracoviště. Především zamést pracoviště od prachu a popadaných spojovacích materiálů. Pak musí přichystal pracoviště následující směně, zkontrolovat zásoby materiálů, a pokud z nějakého důvodu chybí, tak kontaktovat seřizovače či mistra, ať zjistí, proč materiál nedorazil. Z přehledů činností je jednoznačné, že se věnoval práci a neprováděl činnosti, které by k ní nepatřily.



Graf 17 – Snímek pracovního dne operátora van AP2 (vlastní zpracování)

11.4 Analýza prostoje montážní linky MC1

Pro ucelený pohled na vývoj prostoje ovlivňující produktivitu linky MC1 je součástí této kapitoly spojnicový graf. Zobrazuje vývoj prostoje v jednotlivých kategoriích ze systémového souboru. K dispozici jsou data od ledna roku 2017.



Graf 18 – Analýza prostoje linky MC1 (vlastní zpracování)

V průběhu roku se ve společnosti měnily směnové modely. Ty reflektovaly požadavky zákazníka. Od března se přešlo ze 4 směnného na 3 směnný model. Celkový počet výrobních hodin se tím snížil, prostoje ale zůstaly téměř nezměněné. Výsledkem byl vzrůstající procentuálního podílu prostojů k celkovému výrobnímu času. To úzce souvisí se snížením produktivity. Vzrůstající prostoje v období léta jsou způsobené dovolenými, brigádníky, vyššími teplotami ve výrobní hale. Brigádníci neměli dostatek času na kvalitní zaškolení, a pokud došlo k běžným problémům na výrobním zařízení, tak si s ním nevěděli rady.

V průběhu druhého čtvrtletí výrazně vzrostly prostoje na buňce vyrábějící část konstrukce sedáku, připomínající písmeno H, proto ten název uvedený v grafu stavem montážních výše. Zvyšování prostojů na "Montáži H" nebylo způsobené technickým stavem montážních zařízení. Bylo zjištěno, že dodavatel dodával nekvalitní díly, a tak docházelo k častým opravám podsestav a prostojům vyžadujících zásahy seřizovače. Tuto nekvalitu se podařilo odhalit a s dodavatelem dojednat změnu v konstrukci materiálu.

Úplně nejnižší prostoje má část linky, na které se montuje horní rám sedáku. Jedná se o jedno manuální pracoviště, kde dochází k montáži technicky jednoduššího dílu. Operátor založí, plastové, kovové kroužky, bočnice do základacích lůžek, kde dojde ke spojení trubky s pravou a levou bočnicí a vznikne horní rám.

Na montáži van prostoje od začátku roku výrazně rostly z 2 000 minut až na 3 560 minut. Pravděpodobná příčina je v opotřebených dílech. Klesání prostojů od března do dubna je způsobené převážně změnou směnového modelu. Následně už nedocházelo k tak výrazným výkyvům.

11.5 Shrnutí analytické části

Bylo zjištěno, že úzkým místem linky je montážní buňka van. Vlivem častých poruch dochází k nedostatku komponentů, vyrábějících se v buňce, a tak se musí zastavit i celá linka. Nejproblémovější je na zařízení AP1 podavač C klipů a na AP2 automatický šroubovák.

Analýza dat získaných z LMS ukázala základní pohled na komplexnost poskytujících informací. Jeho využití v každodenním online sledování je přínosnější než využívat data k analýze minulosti. Připravit data pro vlastní analýzu založenou na jiných prioritách, které ve sledovaných datech v systému chybí, trvá velmi dlouho dobu. Vlivem počítačového záznamu informací se vytváří desítky tisíc řádků dat. Ty prozatím nelze analyzovat jinak než pomocí MS Excel. Při porovnání vloženého úsilí a užítku z něho získaného je stále vhodnější

využívat data zaznamenávaná klasickým ručním způsobem. Ty má každý výrobní tým vizualizované podle svých preferencí.

Pokud se ale zaměříme na sledování ukazatele OEE, může být systém LMS přesnější, jako data ze systémového souboru. Je to systém, který není ovlivněn lidským faktorem. Zdrojem nepřesností je především zaokrouhlování či nepravdivé zapisování délky prostojů, tak aby výpočet vycházel, jak má a ne tak, aby byl odrazem reality. Předpokládá se, že seřizovači zapisují délky prostoje podle jejich skutečné doby trvání.

Na základě provedených analýz byly neprodleně objednány díly, jež jsou opotřebené a způsobovaly tak výpadky výrobních zařízení. Jedná se o levý a pravý běhoun spolu s magnety. Po běhounech je díl (C klip) dopravován k automatickému podavači. Opotřebením se vybrousily do běhounů díry a klip vypadává z podavače do vnitřního prostoru výrobního zařízení. Dále byl objednán automatický podavač šroubů. K jeho výměně došlo ke konci měsíce července.

Systém LMS je dobrý nástroj na sledování aktuálních dat za směnu. Této funkce bylo využito při vyhodnocování snímku pracovního dne. Jeho výsledky byly doplněny o data z výrobního zařízení. Při pozorování činnosti operátorů bylo zjištěno, že zde nedochází k pochybením. Věnují se práci a prostoje nevznikají jejich přičiněním. Zároveň bylo zjištěno, že se na zařízení neprovádí pravidelná čištění. Seřizovači na lince upozorňovali na opotřebené díly a jejich nedostatek.

12 PROJEKT ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY NA LINCE MC1

Pro snížení celkového objemu neproduktivních časů na montáži van bylo podáno několik zlepšovacích návrhů. Jako první bude vhodné vytvořit seznam opotřebitelných dílů. Seznam bude základem pro vytvoření jednoduchého kartičkového kanbanu na objednávání náhradních dílů. Dále bude předložen návrh na tvorbu kalibračních návodek a počáteční implementace základů totálně produktivní údržby zařízení.

12.1 Cíl projektu

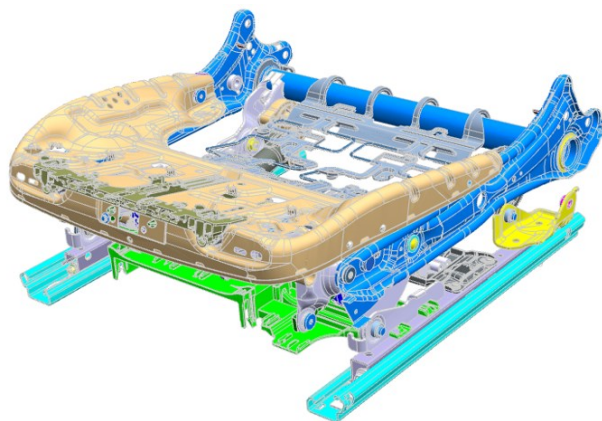
Cílem projektu je zvýšit produktivitu na montážní lince MegaCella 1 zabývající se kompletací sedadlových systémů do automobilů za pomoci snížení neproduktivních časů. Jeden z důvodů je udržet si konkurenceschopnou pozici na trhu a schopnost pružně reagovat na odvolávky zákazníka. Cílem je snížit měsíční prostoje o 50 % z původně naměřených 2 700 min na 1 350 minut a tím zvýšit produktivitu o 1,2 % ze 72 % na 73,2 %.

Hlavní cíl projektu je doplněn několika podpůrnými cíli:

- vytvoření seznamu opotřebitelných dílů;
- vytvoření standardů na kalibraci poruchových zařízení;
- zavedení základů TPM.

Společnost provádí měření a vyhodnocování prostojů na všech svých linkách a na základě naměřených dat získaných za druhou polovinu roku 2016, bylo vybráno pracoviště montáže van na lince MegaCella 1. V současné době mají tyto prostoje vliv na snížení produktivity celé linky o 2,4 %.

Obrázek níže znázorňuje sedákový systém kompletovaný na montážní lince MC1.



Obrázek 25 – Struktura sedákového systému (interní zdroj)

12.1.1 Časový harmonogram

Počáteční fáze sběru dat začíná v červenci roku 2016. Zavádění změn ve společnosti je běh na dlouhou trať. Pro komplexní porozumění procesů ve firmě je potřeba konzultací s podpůrnými odděleními. Koordinace těchto schůzek i s ohledem na počet podpůrných oddělení je časově náročná. Navíc provádění komplexních změn pomocí projektového řízení je poměrně novou záležitostí. Prozatím ve společnosti neexistuje zkušený manažer, který by řídil Six Sigma projekty a dával jeho podřízeným jasné rady a tipy. Na začátku roku 2017 se bude vybírat výrobní zařízení, které je úzkým místem. Od tohoto data až do poloviny roku 2017 bude probíhat sběr dat o prostojích zařízení, následně bude probíhat analýza sesbíraných dat a na jejich základě se budou formulovat nápravná řešení. Činnosti podporující tvorbu nápravných opatření budou mít také své časové ohraničení. Projekt bude pravděpodobně ukončen 3. 1. 2018 a poté bude následovat sběr a analýza dat po zavedených opatřeních.

V harmonogramu jsou červenou barvou vyznačené milníky projektu. Stěžejní bude vybrat výrobní stanici, kterou se projekt bude zabývat. Sledovat celou výrobní linku není z kapacitních i časových důvodů možné, a navíc je důležité zabývat se úzkým místem linky. Dalším milníkem je objednání skříně na náhradní díly, bez ní jsou díly skladovány v provizorní skříni určené také i k jiným účelům. Není v ní dostatek místa, což by má za důsledek nepřehlednost a nemožnost objednávání všech potřebných náhradních dílů na montážní buňku van i na ostatní buňky montážní linky MC1. Dodání skříně je naplánováno a dodavatelem odsouhlaseno na druhý týden v lednu roku 2018, pokud nedojde k nějakým změnám či komplikacím. Projekt bude oficiálně ukončen 3. 1. 2018, činnosti po tomto termínu jsou již rozšiřujícími prvky ukončeného projektu. Posledním už takovým pomyslným milníkem po skončení projektu bude vyhodnocení dat o prostojích a produktivitě po zavedených zlepšeních naplánované v termínu 3. 4. 2018.

Tabulka 5 – Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Činnost	Od	Do
Sběr dat pro nalezení úzkého místa	01.06.2016	23.12.2016
Analýza dat o prostojích linky MC1	04.01.2017	05.01.2017
Výběr úzkého místa linky MC1	05.01.2017	05.01.2017
Stanovení tématu a cílů vybraného projektu	05.01.2017	05.01.2017
Zahájení projektu	06.01.2017	06.01.2017
Seznámení se s aktuální problematikou a důležitými osobami	06.01.2017	11.01.2017
Sběr dat o prostojích montáže van (AP1 & AP2)	04.01.2017	31.07.2017
Analýza prostojů montáže van dle LMS	01.08.2017	10.08.2017

Činnost	Od	Do
Analýza prostojů montáže van podle systémového souboru	10.08.2017	15.08.2017
Tvorba seznamu opotřebitelných dílů	15.08.2017	05.09.2017
Meeting s oddělením údržby – opotřebitelné díly	16.08.2017	16.08.2017
Meeting s technickým týmem – opotřebitelné díly	17.08.2017	18.08.2017
Požadavek na nákup náhradních opotřebitelných dílů	21.08.2017	21.08.2017
Požadavek na objednání skříně	05.09.2017	05.09.2017
Tvorba a implementace vizualizace náhradních dílů	05.09.2017	07.09.2017
Tvorba a implementace kalibračních návodů	07.09.2017	03.10.2017
Výměna opotřebených dílů	08.09.2017	08.09.2017
Objednání skříně na opotřebitelné díly	19.12.2017	19.12.2017
Vytvoření snímku pracovního dne (SPD)	04.10.2017	04.10.2017
Vyhodnocení dat získaných z SPD	05.10.2017	05.10.2017
Workshop se seřizovači ohledně údržby	05.10.2017	11.10.2017
Workshop s operátory ohledně údržby	11.10.2017	13.10.2017
Tvorba a implementace TPM standardů	13.10.2017	02.11.2017
Sledování výroby a tvorba návrhů dalších zlepšení	02.11.2017	19.12.2017
Objednání skříně na opotřebitelné díly	19.12.2017	19.12.2017
Oficiální ukončení projektu	03.01.2018	03.01.2018
Start sledování prostojů po zavedených zlepšeních	02.01.2018	31.03.2018
Dodání skříně na náhradní díly	05.03.2018	05.03.2018
Analýza produktivity a prostojů po zavedených zlepšeních	03.04.2018	05.04.2018

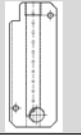

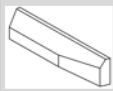
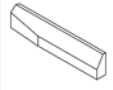

Přesný rozpočet na projekt nebyl stanovený. Každá investice je pečlivě zhodnocena, a pokud je nákup aktiv oprávněný, tak jsou na něj týmovým vedoucím uvolněny finanční prostředky.

12.1.2 Seznam opotřebitelných dílů

Výrobní zařízení (AP1 a AP2) se skládá z mnoha součástí. Součástí, jako rám a konstrukce, nepodléhají výraznému opotřebení v důsledku jejich používání. Za rychle opotřebitelné díly se převážně považují pohyblivé díly nebo díly do kterých se zakládá vyráběný komponent. Při vytváření seznamu opotřebitelných dílů, bylo potřeba spolupracovat s průmyslovým inženýrem, jenž má na starosti linku MC1. Výsledkem bylo vytvoření vizualizovaného seznamu obsahujícího opotřebitelné díly a informace o nich.

Může se stát, že dodavatel při výrobě a dodání výrobního zařízení zákazníkovi spolu se strojem nedodá veškerou výkresovou dokumentaci, což poté sťažuje práci při objednávání potřebných dílů. Pokud to nejsou katalogové díly, tak se musí díl překreslit a nechat vyrobit na zakázku. Stává se to u složitějších dílů, a to z toho důvodu, aby si zákazník musel objednat celý nový díl, přičemž by bylo možné obměnit jen nějakou součástku a zbývající části ponechat. To je pravděpodobně jeden z důvodů, proč dodavatel pošle výkres celého dílu, ale dílčí výkresy jednotlivých částí už nepošle.


Seznam obsahuje číslo dílů, jeho název, orientační obrázek, odkaz na výkres, aby ho bylo možné zaslat dodavateli. Jedná-li se o katalogový díl, tak je uvedený odkaz na stránky výrobce. V poslední části seznamu je specifikováno umístění dílů a kdo má na starosti jeho objednávání.

Číslo dílu	Název dílu	Obrázek dílu	Odkaz na výkres	Odkaz na stránky výrobce	Množství na stanici	AP	Obrázek	Číslo v obrázku	Kdo má na starosti
212-130-25-005L	Greasing head / mazací hlava		\\rose.net\global\Locations_EU\OST\TF\FA\Maschinen\Documentation\Documentation Siv+V+FH_L01_0k\7101063_65_6 7 - Rundtisch STV [DVKD_RL]2D drawings\212-130-25-005L - Greasing head-DPL-ENG-0888511.PDF		1 ks	AP1		6	5 Technici
NV061 - 8x6 N38	Magnet kulatý ø8mm, výška 6,1mm			http://www.neomag.cz/katalog/need/move-magnet/vlada/nu061-8x6-38/?from_katalog=2_rasen	8 ks	AP1		7	1 Technici
212-130-62-002	Left slider - levý běhoun		\\rose.net\global\Locations_EU\OST\TF\FA\Maschinen\Documentation\Documentation Siv+V+FH_L01_0k\7101063_65_6 7 - Rundtisch STV [DVKD_RL]2D drawings\212-130-62-002 - Left slider-DPL-ENG-0917801.PDF		1 ks	AP1		8	1 FP
212-130-62-003	Right slider - pravý běhoun		\\rose.net\global\Locations_EU\OST\TF\FA\Maschinen\Documentation\Documentation Siv+V+FH_L01_0k\7101063_65_6 7 - Rundtisch STV [DVKD_RL]2D drawings\212-130-62-003 - Right slider-DPL-ENG-0917811.PDF		1 ks	AP1		8	2 FP
212-130-62-004	Stopper plate - zastavovací deska		chybí		?	AP1		8	3 FP

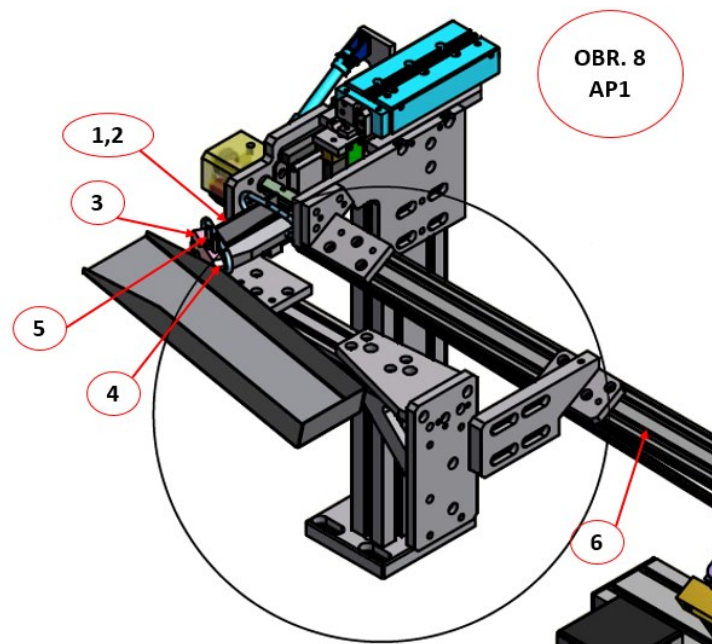
Obrázek 26 – Seznam náhradních dílů (vlastní zpracování)

Pro snazší identifikaci dílů je součástí seznamu dílů i obrázkový návod, kde se jednotlivé díly nacházejí a jaké komplexnější části stroje jsou součástí. Je k tomu určen sloupec nazvaný "Obrázek", kde je napsané číslo obrázku, na němž je díl zobrazen. Dále v sloupci "Číslo v obrázku" je přesná pozice označená pro přehlednost číslem. Obrázek 28 ukazuje jednu z komplexnějších částí stroje, čísla jsou označené díly podléhající opotřebení.

Dokument procházel v průběhu projektu změnami a doplňovaly se do něj data k přesnější identifikaci náhradních dílů. Na obrázku 27 jsou vidět nově přidávané informace, mezi ty zásadní patří SAP číslo, umožňují automatické objednávání spotřebovaných dílů z informačního systému SAP.

Číslo dílu	Název dílu anglicky	Název dílu česky	Obrázek dílu	Odkaz na výkres	Odkaz na stránky výrobce	Linka	Stroj	AP	Obrázek	Číslo v obrázku	Kdo má na starosti	Prioritizace	SAPové číslo	Modální systém organizací (severo)
212-130-62-002	Left slider	Levý běhoun		\\rose.net\global\Locations_EU\OST\TF\FA\Maschinen\Documentation\Documentation Siv+V+FH_L01_0k\7101063_65_6 7 - Rundtisch STV [DVKD_RL]2D drawings\212-130-62-002 - Left slider-DPL-ENG-0917801.PDF		DAG MC1	Vany - AP1	AP1	8	1	FP	1. potřeba ihned vyměnit, může způsobovat značné poruchy	1111030301	96X96 mm

Obrázek 27 – Nová podoba seznamu opotřebitelných dílů (vlastní zpracování)



Obrázek 28 – Detail umístění jednotlivých dílů
(interní materiály)

12.1.2.1 Umístění opotřebitelných dílů

Celkově bylo vytipováno objednat a držet v zásobě 41 různých opotřebitelných dílů na dvě výrobní zařízení ze 17 dostupných na jedné výrobní lince. Do budoucna se budou tímto způsobem řešit i náhradní díly na ostatních zařízeních. Na výrobní hale není v současnosti prostor skladovat tolik náhradních dílů, proto bude objednána skříň vyhrazená jenom pro tyto účely. Než skříň dorazí, tak se systém objednávání a vizualizace opotřebitelných dílů vyzkoušel v jiné skříni na jednom šuplíku. Koncept byl ten samý den představen seřizovačům.

Skříň obsahuje výsuvné šuplíky a v nich modulární krabičkový systém. Díky tomuto systému bude ve skříni možné udržovat 5S standard. Každý typ dílu bude umístěn v jedné krabičce. Zásuvky mají vizuální štítek s označením linky, výrobního zařízení a specifického inventárního čísla tohoto zařízení. Požadavek na objednání skříně byl podán 5. 9. 2017. Od této doby se čekalo na uvolnění rozpočtu až do 19. 12. 2017, kdy byla skříň objednána. Dodání proběhlo 5. 3. 2018. Zásuvky budou dle potřeby doobjednány. Skříň bude mít dostatečnou kapacitu na uskladnění náhradních opotřebitelných dílů pro obě linky.



Obrázek 29 – Skříň na opotřebitelné díly (vlastní zpracování)

Díly se budou do skříně doplňovat postupně, jak budou přicházet od dodavatelů. Aby nedocházelo k odcizením nakupovaných dílů, je skříň uzamykatelná a klíček od ní bude mít pouze seřizovač, průmyslový inženýr a technik.



Obrázek 30 – Modulární krabičkový systém (Hoffmann-group.com © 2017)

Standardizované díly, především pneumatické a elektrické, bude mít u sebe oddělení údržby, nebudou tedy umístěny ve skříně. Údržba disponuje několika megamaty (paternostery), což jsou automatické sklady s velkým počtem pozic. Po zadání potřebného čísla pozice na klávesnici se police automaticky posune dolů a je možné z ní náhradní díly odebrat.



Obrázek 31 – Detail zásuvky s díly (vlastní zpracování)

Až dojde k úplnému rozmístění dílů, bude součástí seznamu i přesná pozice ve skříni, kde se díl nachází spolu s vizuálním označením přímo ve skříni. Obrázek níže ukazuje situaci v staré provizorní skříni, kde měly být umístěny potřebné opotřebitelné díly. Nakonec byla skříň použita pro uložení všech možných věcí, které ani nebyly na lince potřeba.



Obrázek 32 – Vlevo situace před a vpravo po zavedení 5S ve skříni na opotřebitelné díly (vlastní zpracování)

12.1.2.2 Objednávání náhradních dílů

Vytvoření seznamu opotřebitelných dílů a jejich umístění přímo v lince do skříně je pilotní projekt. Na základě něho se bude výše zmiňovaný princip objednávání a udržování náhradních dílů aplikovat na jiné zařízení v rámci linky MC1, ale také v rámci celé firmy i na ostatních výrobních linkách. Pro zajištění správného fungování procesu objednávání je

nutné nastavit pravidla k internímu a externímu objednávání. O externí se stará oddělení nákupu, to má svá pravidla. Interní bude potřeba vymyslet a správně nastavit.

Interní objednávání

Vytvořený seznam slouží jako základ pro vytvoření kanban štítků, podle nichž se budou náhradní díly objednávat. Tato kartička bude umístěna v jednotlivých krabičkách s díly, a jakmile si seřizovač díl odebere, tak vezme kartičku a hodí ji do kapsičky umístěné na dvířkách skříně, odkud si kartičku převezme technické oddělení. Pokud bude mít v zásobě potřebný počet dílů, tak je odnese do skříně. Zásoba pod minimální hladinou se automaticky objedná přes systém SAP. Na zařízení AP1 a AP2 se využívají standardní díly, jako jsou magnety, podložky a objímky a ty jsou v balení po stovkách kusů. Pak se objednávají speciální díly, jejichž konstrukce je složitá a pořizovací cena je dost vysoká. Tyto díly se na skladě drží maximálně do dvou kusů, jelikož nedochází k jejich častým výměnám. Jakmile tyto díly dorazí od dodavatele a chybí na lince, tak se spolu s kartičkou zanesou do skříně. Zbytek se uskladní ve skladu pro případnou budoucí spotřebu. Tento postup bude uplatňován na díly, které má na starosti technický tým, ty jsou oproti ostatním spotřebovávány v kratších intervalech.

Sklad technického týmu má omezenou kapacitu a nemohou se u něho skladovat veškeré typy náhradních dílů. Ostatní díly, jež má na starosti průmyslový inženýr, se budou kontrolovat formou měsíční inventury. Tu bude provádět také on. Díly nebudou drženy v zásobě mimo montážní linku, jakmile se zjistí jejich spotřeba, objednájí se a donesou do skříně na linku.

Číslo dílu		Název
GN-319.2-32-M8		Kulatý úchop
Umístění - Linka	Stroj	Foto
DAG MC1	Vany - AP1	
SAP číslo	2222430765	
		

Obrázek 33 – Kanban štítek pro náhradní díly (vlastní zpracování)

Jednoduchá kanban kartička slouží k identifikaci náhradních dílů a k jejich objednávání. Je na ní nezaměnitelné číslo dílu. Shoduje se s číslem označených na technickém výkresu či v katalogu dodavatele. Pro jasnou identifikaci nechybí krátký název a obrázek dílu. Ve skříně

budou díly pro dvě výrobní linky, aby nedošlo k záměně podobných či stejných dílů je na kartičce uvedená linka a zařízení. Pod SAP číslem je náhradní díl evidován v systému SAP.

Většina opotřebených dílů byla vyměněna 8. 9. 2017, před touto velkou výměnou proběhla ještě výměna vibračního podavače šroubů. Podle zjištěného technického stavu podavače se musel neprodleně objednat nový a byl vyměněn na konci července 2017.

Externí objednávání dílů

Jakmile seřizovač umístí kartičku do přihrádky a pracovník technického týmu si jej vyzvedne, tak si ji odnese na své pracoviště. Na základě speciálního kódu, uloženého i na kartičce v části "SAP číslo" si dohledá v seznamu opotřebitelných dílů výkres nebo na webové stránky výrobce, pokud se jedná o standardní či normalizovaný díl. Můžou nastat dvě situace a to, že díl je vyrobený na zakázku a měl by mít svůj vlastní technický výkres, anebo je standardní a dá se objednat od mnoha výrobců. Normalizované díly jsou především díly spojovací, označované zkratkou DIN (Německý institut pro standardizaci) či ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci). Podle tohoto standardu musí výrobci spojovací materiál vyrábět. Pak je zaručené, že bude vyráběn vždy stejně v rámci tolerančních mezí.

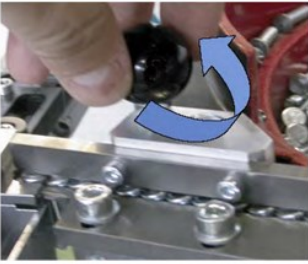
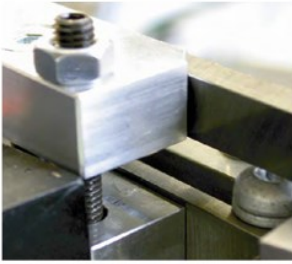
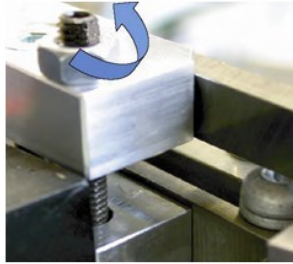
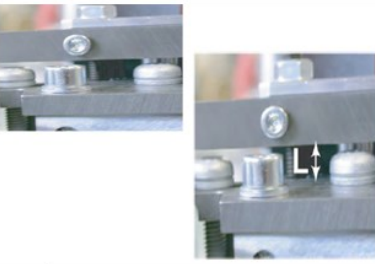

Na základě těchto skutečností objedná díl z e-shopu výrobce, pokud výrobce umožňuje nákup přes internet. Díl vyráběný na zakázku musí projít nabídkovým řízením a podle nabídek, cen a dodacích schopností se vybere vhodný dodavatel. Tento proces trvá mnohem delší dobu než objednání standardních dílů. Průměrně se doba objednání pohybuje v horizontech měsíců. Společnost v polovině roku 2017 zavedla nový systém na objednávání zakázkových dílů. Samotný výběrový proces přes tento systém trvá týden. Pokud se stane, že díl z jakéhokoli důvodu není skladem, tak se dá díl opravit způsobem, jakým se to provádělo doposud. Je to z ekonomického hlediska lepší systém než držet na skladě díly, jejichž pořizovací cena je dost vysoká a interval obměny neznámý. Celý proces objednávání dílů je zobrazený v příloze PI.

12.1.3 Návodky na kalibraci zařízení

Pro snazší kalibraci automatického podavače šroubů byly vytvořeny celkem tři návodky na kalibrační operace, jež je potřeba provádět pravidelně. Proces seřizování se tak standardizuje a nemělo by docházet k vynechání nějakého důležitého kroku, který by poté znesnadnil opětovné správné seřízení důležitého mechanismu výrobního zařízení.

12.1.3.1 Návodka na kalibraci výšky krytu kolejnice

Obrázek níže popisuje část standardu pro kalibraci výšky výstupního krytu kolejnice. V liště pod tímto krytem jsou seřazeny šrouby. Ty se umísťují automatickým vibračním podavačem, pro správné seřazení šroubů za sebou musí být nastavená výška vrchního (výstupního) krytu kolejnice v rámci tolerančních mezí. A to proto, aby se šrouby nezasekávaly o sebe nebo nějak jinak znemožňovaly postup seřazených šroubků do šroubováku.


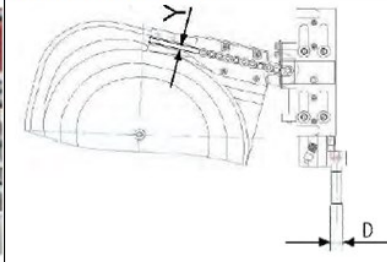
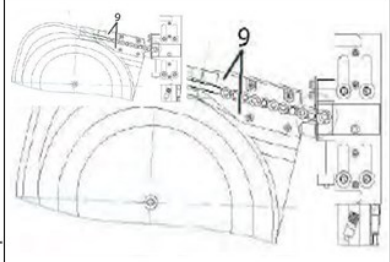
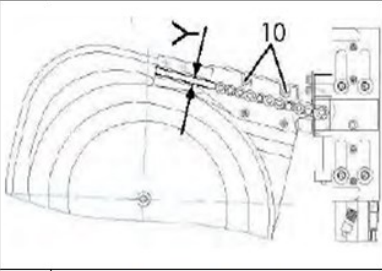
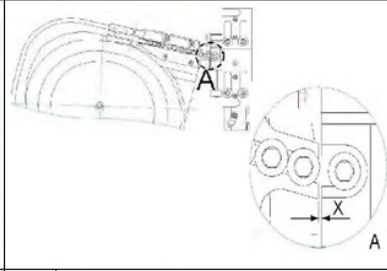
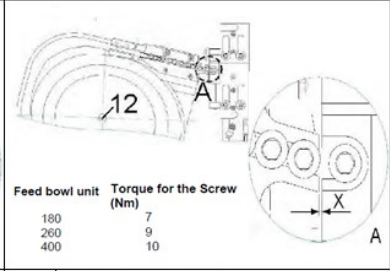
Calibration manual / Návod na kalibraci			
			
7	Odsroubuj kulaté madlo.	8	Otočením matice se mění výška výstupního krytu kolejnice.
		9	Otočení směrem hodinových ručiček dojde k snížení výšky.
			
10	Otočení proti směru hodinových ručiček dojde k zvýšení výšky.	11	Zkontroluj výšku L.
		12	Proveď upevnění, pokud se díl nachází ve správné výšce.
	Proveďte operaci 10 nebo 11 podle potřeby.		Proveďte operaci 10 nebo 11 podle potřeby.
			L = výška hlavičky šroubu + 0,3 až 0,5 mm.

Obrázek 34 – Ukázka 1. kalibrační návodky (vlastní zpracování)

12.1.3.2 Návodka na seřízení doplňovače šroubů

V pořadí druhá návodka slouží k pochopení celého postupu seřízení doplňovače šroubů. Všechny návodky obsahují vizuální prvky a jsou umístěny na výrobní zařízení, tak aby k nim měl přístup jakýkoliv seřizovač. Hodnoty vzdáleností jsou vždy počítány jako délka šroubu, v tomto případě hlavičky šroubu a k tomu se připočítá určitá toleranční mez v podobě setin milimetrů. Na první pohled složité schémata jasně popisující postup seřízení a podávají seřizovači potřebné instrukce. Kalibrace se bude provádět v měsíčních intervalech. Její naplánování bude směřováno na pauzy ve výrobě, aby se kvůli nim nezastavovala výroba.

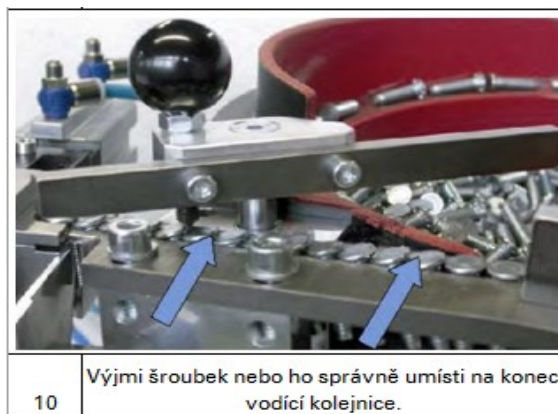
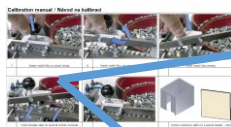
Calibration manual / Návod na kalibraci

										
<p>7 Odlož vodičí lištu stranou.</p>	<p>8 Zkontroluj vzdálenost Y. $Y = D +$ přibližně 0,3 mm Y = vzdálenost podávacích lišt D = průměr šroubku</p>	<p>9 Zkontroluj rovnoběžnost: ANO - pokračuj 11.krokem / NE - pokračuj 10.krokem.</p>								
		 <table border="1" data-bbox="1053 806 1276 896"> <thead> <tr> <th>Feed bowl unit</th> <th>Torque for the Screw (Nm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>180</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>260</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Feed bowl unit	Torque for the Screw (Nm)	180	7	260	9	400	10
Feed bowl unit	Torque for the Screw (Nm)									
180	7									
260	9									
400	10									
<p>10 Povol šrouby (10), Seříd podávací lišty, Zkontroluj vzdálenost Y, Utáhni šrouby. Seřízení vzdálenosti Y.</p>	<p>11 Zkontroluj rozměr (X): Rozměr X je správný? ANO pokračuj krokem 13./ pokud NE krokem 12. X = přibližně 0,5 mm X- vzdálenost podávacích lišt od třídícího mechanismu.</p>	<p>12 Povol šrouby (12), Seříd podávací nádobu, Zkontroluj vzdálenost X, Utáhni šrouby. Seřízení vzdálenosti X.</p>								

Obrázek 35 – Ukázka 2. kalibrační návodky (vlastní zpracování)

12.1.3.3 Návodka na opravu zaseknutého šroubu

Poslední vytvořená návodka popisuje postup opravy zaseknutého šroubu. Před operací opravy vždy předchází bezpečnostní kroky, které musí seřizovač podstoupit, než začne s opravou. Zařízení je nutné vždy odpojit od centrálního rozvodu vzduchu a poté od elektrické sítě otočením hlavního vypínače přívodu proudu. Sundá se ochranný a protihlukový kryt podavače šroubů a může se začít s opravou. Po dokončení opravy je nezbytné vrátit všechny kryty na své místo a opět připojit zařízení k sítím a uvést ho do provozuschopného stavu.



10 Výjmi šroubek nebo ho správně umísti na konec vodičí kolejnice.

Obrázek 36 – Ukázka 3. kalibrační návodky (vlastní zpracování)

12.1.4 Zavedení TPM na montážním zařízení van

Jeden z bodů projektu je zefektivnění údržby prováděné na zařízeních linky. TPM je složitá filozofie, její implementace ve společnostech tvá velmi dlouhou dobu. Cílem je naznačit směr, kterým by se společnost měla do budoucna vydat na dlouhé cestě k její zavedení.

Rozhodnutí o zavedení základů TPM předcházela schůzka se seřizovači a průmyslovým inženýrem, jejímž hlavním bodem bylo vymyslet řešení, jak minimalizovat neproduktivní časy výroby. Hlavní myšlenkou, která vyplynula ze setkání, bylo zaměření se na údržbu zařízení. Bylo rozhodnuto, že se začne pracovat na zavedení základních principů TPM, a to prozatím na montáži van.

Základní principy TPM se bude zaměřovat na efektivní provádění údržby zařízení. Bude se jednat především o očištění stanic a běžnou kontrolu prováděnou operátory. Dále pak pravidelné vyměňování opotřebených dílů. To jsou jedny z hlavních příčin vzniklých neproduktivních časů.

Následoval workshop se seřizovači výrobní linky, aby se zjistilo, které části stroje bude potřeba udržovat a jakým způsobem. Včetně periodicity, vymezení pravomocí a odpovědností, co všechno mohou operátoři čistit, kontrolovat, jaké nástroje a prostředky budou potřebovat a kolik na to budou mít vyhrazeného času.

Operátoři znají výrobní zařízení lépe než ostatní zaměstnanci společnosti, i když nemusí mít odborné znalosti, mohou jednoduše podle rozpoznání nepravidelnosti v chodu zařízení zjistit, že je něco v nepořádku. Mohou pak dát podnět na jejich nadřízené a ti o problémech budou vědět. Pověřené osoby se jimi začnou zabývat dříve, než se výrobní zařízení pokazí.

Byla vytvořena jednoduchá kartička, která bude na každém pracovišti a operátor do ní může jednoduše zapsat, co je na výrobním zařízení špatně. Pomocí jednoduchých otázek bude chyba zařízení popsána.

Who – Kdo abnormalitu odhalil?

What – Co se přesně stalo?

Where – Kde se to stalo přesně stalo?

When – Kdy se stalo?

Why – Proč se to stalo?

Proto, aby měli zaměstnanci motivaci vyplňovat tyto kartičky, které mohou v důsledku ušetřit společnosti nemalé peníze, bude společnost vyplácet odměnu za každý oprávněný podnět. O výši odměny se vyjednává s personálním oddělením.

TPM ve společnosti doposud není zavedeno. Koncept zavádění TPM je managementem podporován, ale dost záleží na operátorech a jejich motivaci, zda budou mít zájem na zlepšování výrobního prostředí.

KARTIČKA PORUCH

OPERÁTOR

ZARÍZENÍ

ČÍSLO KARTIČKY

JMÉNO A PŘÍJMENÍ

DATUM

PRIORITA A B C

ABNORMALITA	ZNEČIŠTĚNÍ
<input type="checkbox"/> 1 Netěsnost	<input type="checkbox"/> 15 Mazivo
<input type="checkbox"/> 2 Opořebení	<input type="checkbox"/> 16 Voda/tekutina
<input type="checkbox"/> 3 Rozbité	<input type="checkbox"/> 18 Procesní odpad
<input type="checkbox"/> 4 Volné / povolené	<input type="checkbox"/> 20 Špína
<input type="checkbox"/> 5 Chybějící	<input type="checkbox"/> 21 Korozie
<input type="checkbox"/> 6 Pokřivené/ohnuté	<input type="checkbox"/> 22 Jiné _____
<input type="checkbox"/> 7 Zablokované	
<input type="checkbox"/> 8 Nadměrné vibrace	TĚŽKÝ PŘÍSTUP K
<input type="checkbox"/> 9 Nadměrný hluk	<input type="checkbox"/> 23 Čištění
<input type="checkbox"/> 10 Nadměrná teplota	<input type="checkbox"/> 24 Kontrola
<input type="checkbox"/> 11 Porucha / selhání	<input type="checkbox"/> 25 Mazání
<input type="checkbox"/> 12 Přebytečná součástka	<input type="checkbox"/> 26 Výměně
<input type="checkbox"/> 13 Chybi standard	<input type="checkbox"/> 27 Dotáhnuti
<input type="checkbox"/> 14 Jiné - Prosim upřesnit	<input type="checkbox"/> 28 Jiné - Prosim upřesnit

POPIS PROBLÉMU

Obrázek 37 – TPM kartička

(theleanwarehouse.co.uk © 2017)

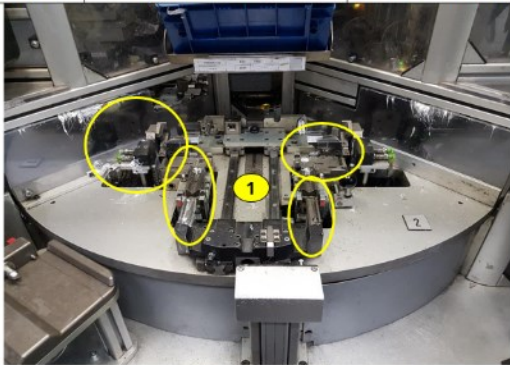
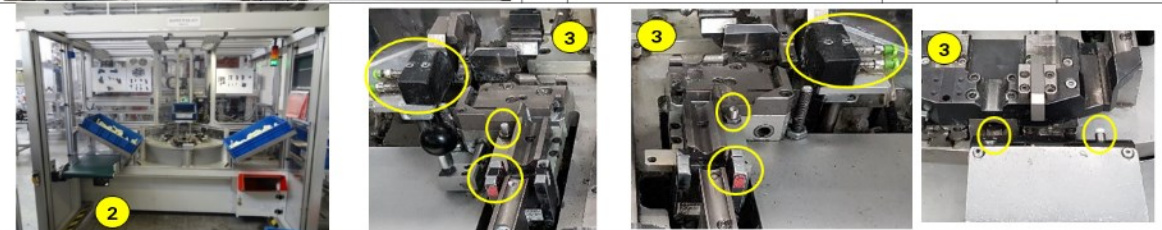
Kartička byla přepracována podle podkladů z theleanwarehouse.co.uk, tak aby zahrnovala všechny možné poruchy na lince MC1 a byla přeložena do českého jazyka. Obrázek výše je jen ukázka, kartička bude uvedena v příloze PII. V záhlaví obsahuje základní údaje o výrobním zařízení, číslu kartičky, operátorovi, který podnět podal a datu jeho podání. Podle osobního uvážení podavatel zvolí prioritu zjištěného nedostatku. Tělo kartičky je rozděleno do tří kategorií a to „abnormality, znečištění a těžký přístup k“. Jednotlivé kategorie obsahují výčet možných nedostatků, ty operátor jednoduše vyznačí a ve spodní části kartičky svoje tvrzení odůvodní. Kartičky budou k dispozici ve schránce na shopfloor nástěnce nacházející se u každé linky. Vyplněné kartičky bude sbírat mistr a od něho si je převezme průmyslový inženýr.

12.1.4.1 TPM standard

Součástí implementace TPM je také vytvoření standardu, který bude sloužit jako návod pro operátory a pro udržení činností zabývajících se údržbou. Jasně definuje, co, jak, kde a jak dlouho se bude čistit a kontrolovat.




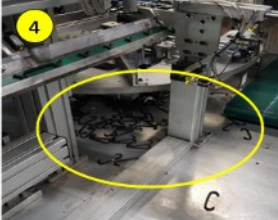


Je důležité správně určit časy údržby, protože tento čas bude plánovaným prostojem. Aby se standard co nejvíce blížil realitě, tak byly veškeré úkony uvedené ve standardu vyzkoušeny. Bylo změřeno, jak dlouho jednotlivé činnosti trvaly, podle toho se pak nastavil časový fond údržby a kontroly. Na směnovou má operátor vyhrazený čas 15 minut a na dvoutýdenní pak 30 minut.

Standard byl vytvořen pro obě zařízení AP1 a AP2, nedílnou součástí implementační fáze je seznámení operátorů s prováděnými údržbovými zásahy. Nebude se jednat o nic složitého, v některých případech půjde jen o sepsání činností, které operátor provádí v současnosti, jen bude přesně konkretizováno, na jaké části stroje se má zaměřit a přibližně jak dlouho bude dané činnosti dělat. Kontrolu správného provádění údržby, do doby, než si na ni operátor zvykne, bude provádět náhodnými kontrolami průmyslový inženýr společnosti a také mistr dané výrobní linky. Znázorněný standard pro AP1 je pro směnovou údržbu a dvoutýdenní údržbu.

Směnová údržba - OPERÁTOR							
Linka	DAG MC I.	Inventární číslo	956231452	Vydal	Index změny	100	
Stanice	Montáž van AP1	Technické místo	965-636-7854		Datum vydání	8.1.2018	
				č.	Popis činnosti	Čistící prostředky /pomůcky	Doba trvání (v min.)
				1	Vyčištění plochy základacích přípravků hadrem a odstranění mastnoty pomocí čističe.	Utěrka, čistič ve spreji /rukavice	5
				2	Zametení pracoviště kolem zařízení.	malý, velký smeták, lopatka	4
				3	Vizuální kontrola přítomnosti a nepoškozenosti senzorů.	pohledem	3
				4			
				5			
							

Obrázek 38 – Standard směnové údržby (interní zdroje)

Standard údržby TPM je živý dokument a bude se v průběhu jeho zavádění měnit, zdokonalovat a vyvíjet. V případě, že dojde k technickým změnám zařízení, bude standard patřičně upraven.

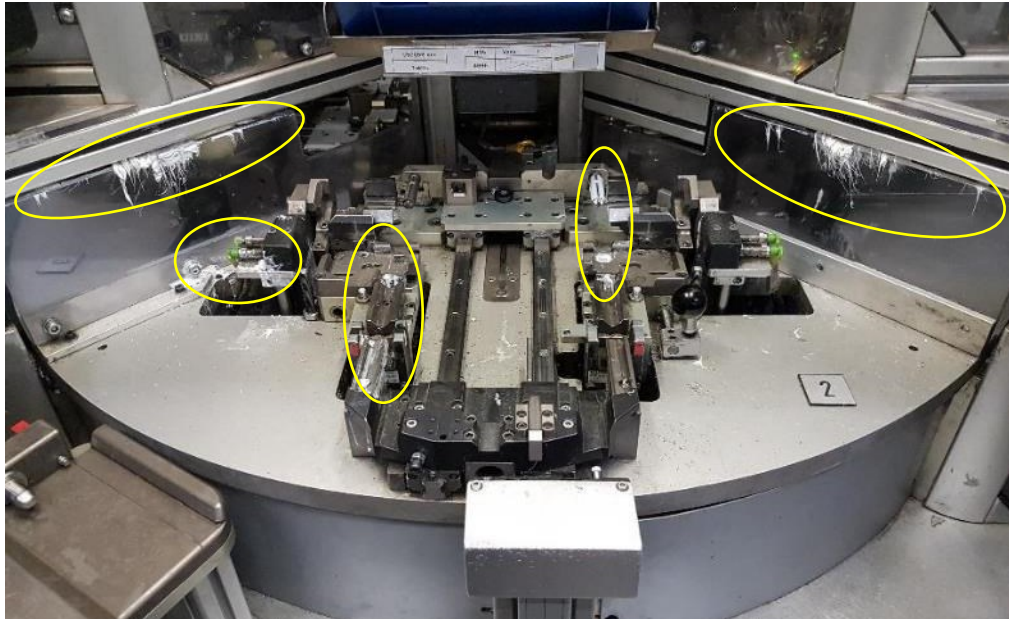
Dvoutýdenní údržba - OPERÁTOR						
Linka	DAG MC I.	Inventární číslo	956231452	Vydal	Index změny	100
Stanice	Montáž van AP1	Technické místo	965-636-7854		Datum vydání	8.1.2018
		č.	Popis činnosti	Čistící prostředky /pomůcky	Doba trvání (v min.)	
		1	Očistit všechny 4 plexiskla od maziva.	Mewa hadr + čistič	6	
		2	Pohledem zkontrolovat poškození pásu a pokud je od maziva, tak ho očistit.	Mewa hadr + čistič	2	
		3	Očistit lůžka na všech čtyřech hnízdech otočného stolu od maziva.	Mewa hadr + čistič	10	
		4	Vysbírejte spadané C klipy z vnitřku stanice.	Teleskopický magnet	5	
		5	Vyprázdnit nádobu na C.		1	
						

Obrázek 39 – Standard dvoutýdenní údržby (interní zdroje)

12.1.4.2 Vyčištění stávajících přípravků zařízení

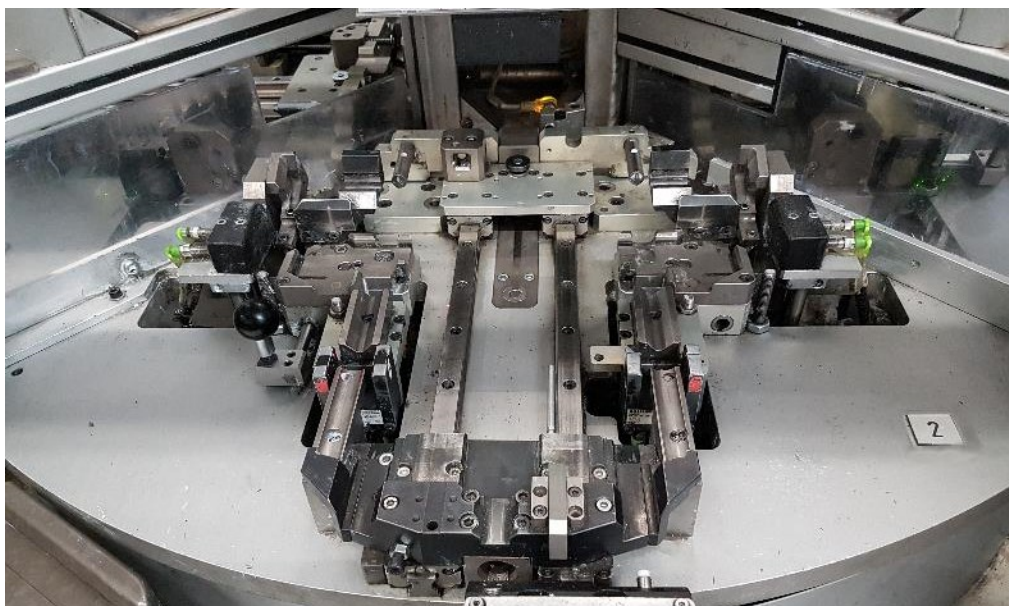
Ve vyhrazeném čase byla operátorům představena správná technika čištění a také potřebné čisticí prostředky. Spolu s názornou ukázkou, jak a co čistit byli operátoři, seřizovači a mistři na jedné směně proškoleni. Seřizovač spolu s mistrem má pak za úkol naučit techniku čištění a místa, která se mají čistit i ostatní operátory. V průběhu názorné ukázky byly přípravky důkladně očištěny, což umožnilo vytvořit fotky pro tvorbu standardů čištění.

Společnost operuje v relativně čistém prostředí. Ve výrobní hale se vyskytuje prach a na podlahách se občas vyskytuje popadaný drobný materiál. Čištění pracovních ploch se provádí na denní bázi. Výrobní technologie montáže nevytvářejí tolik odpadů, jak tomu bývá u jiných technologií, přesto je u tohoto zařízení problém s přebytkem maziva. Po rozhovoru s oddělením údržby bylo zjištěno, že příčinou problémů je chemické složení mazací látky. Problém bude popsán na příkladu u zařízení AP1 v kapitole níže.



Obrázek 40 – Špinavý přípravek (vlastní zpracování)

Obrázek 40 znázorňuje zašpiněné části výrobního zařízení od maziva, pokud se mazivo nečistí usadí se na něm prach a další drobné nečistoty, ty pak fungují jako brusná pasta a poškozují jednotlivé části zakládacích lůžek včetně průhlednosti plexiskel.

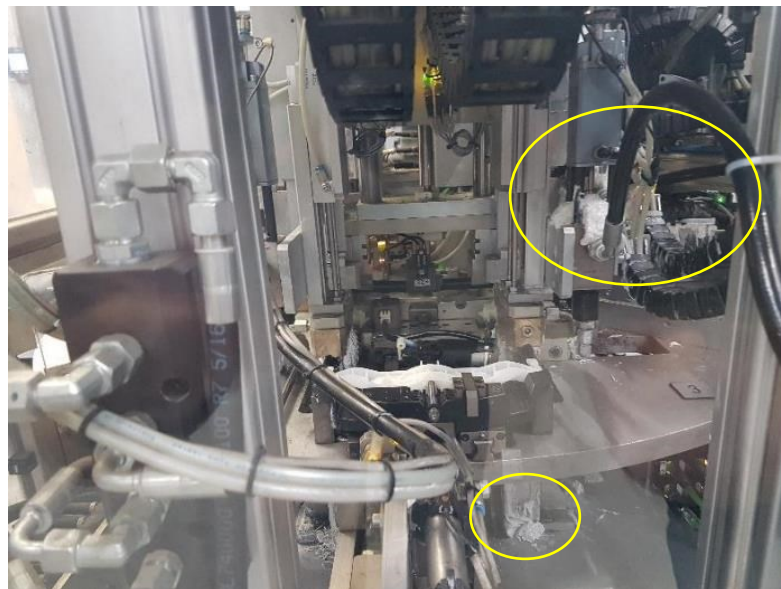


Obrázek 41 – Očištěný přípravek (vlastní zpracování)

Na obrázku výše je přípravek očištěn od maziva a usazených nečistot, z plexiskel nelze mazivo zcela odstranit, pokud se ho tam za směnu nachytá větší množství. Stopové množství ale nevádí, důležité je, že se provedlo očištění zakládacích lůžek včetně snímacích senzorů.

12.1.4.3 Vyčištění vnitřku výrobního zařízení

Přebytek maziva se nehromadí jen na přípravku zařízení, ale i v jejím vnitřním prostoru. Pravděpodobnost, že přebytek maziva ve vnitřku zařízení způsobí nějaký závažný problém, je velmi malá. Jeho složení je ovšem agresivní vůči těsněním. To je jeden z hlavních důvodů, proč dochází k úniku maziva. Při konstrukci zařízení se používalo mazivo s jiným složením, ale vlivem jeho nedostatečných vlastností se přešlo na v současné době používaný typ. U něho je z technologického hlediska náročná a cenově nákladná změna. Mazivo vytéká pravidelně, a pokud by se nečistilo, zašpinilo by se jím celé zařízení, tak se provádí v minimálně měsíčních intervalech kontrola současného opotřebení těsnění. Proveďte se speciálním chemickým přípravkem očištění maziva na poškozených místech, zkontrolují těsnění a popřípadě se vymění. Očištění spolu s kontrolou stavu provádí oddělení údržby a to vždy, když nejsou naplánované směny, buď o víkendech, nebo v některý pracovní den, kdy se nebude vyrábět. Výměna je časově náročná a nebylo by vhodné kvůli ní zastavit výrobu celé linky. Přístup do výrobního zařízení není složitý. Zařízení je zakryté okny z plexiskla využívající elektronické zámky. Pro odemknutí je potřeba klíč k výrobnímu zařízení, aby byla zajištěna bezpečnost práce.



Obrázek 42 – Vnitřní prostor druhé stanice (vlastní zpracování)

12.1.5 Další návrhy na zlepšení montážní buňky

Vlivem pozorování montážní buňky van a komunikace s operátory, seřizovači, mistry a průmyslovým inženýrem byly vytvořeny následující zlepšovací návrhy.

12.1.5.1 Pořízení regálu na materiál

Pracovník AP1 a AP2 má společný regál, ten se nachází v blízkosti AP2, ale operátor AP1 musí pro materiál docházet k tomuto regálu. Čas manipulace, který se skládá z 80 % chůze k tomuto regálu, by bylo možné eliminovat zakoupením regálu, který by byl přímo u zařízení AP1. OP by nemusel odnášet prázdné obaly na paletu, která je od něho vzdálená 12 kroků. Přitom by mohl tyto obaly vkládat do spodní části regálů, jak je ve společnosti zavedené na spoustě zařízení. Rovněž by se eliminovala chůze ke vzdálenému regálu. Materiál, pro který si OP dochází, je velmi těžký a používá k tomu pojízdný vozík. Pokud by měl materiál ve spádovém regálu, došlo by k snížení ergonomické zátěže vlivem manipulace s těmito těžkými bednami a také ke snížení času potřebného pro manipulaci. Náklady na pořízení regálu jsou odhadnuty na 95 000 Kč. Jejich návratnost nelze finančně vyčíslit, ale ulehčila by práci a snížila ergonomickou zátěž pro operátora. Operátorovi by ušetřil čas, ten ale nemá, jak produktivně strávit. Současný regál je ve vzdálenosti 10 kroků od pracovního místa.



Obrázek 43 – Regál s materiálem (vlastní zpracování)

Stávající velký regál, obsahuje materiál pro levou i pravou variantu sedáku. Tím, že by se materiál potřebný pro vyrábění aktuálně potřebné varianty umístil do nového regálu, by se tento stávající mohl zmenšit na polovinu. Vzniklo by tak volné místo na lince. Na linku bude potřeba umístit stojany s vanami, uvolněné místo by bylo využito k těmto účelům. Stojany s vanami zabírají více místa, jak GLT, bude tedy potřeba upravit layout buňky, aby se do volného místa vlezla zásoba na požadovaný počet hodin. Pro připomenutí v první polovině roku 2018 dojde ke změně balení van a budou dodávány na stojanech.



Obrázek 44 – Prostor pro nový regál u
zařízení AP1 (vlastní zpracování)



Obrázek 45 – Regál používaný na jiné
lince (vlastní zpracování)

Regál (na obr. 45) je ilustračním návrhem, jak by mohl nový spádový regál na lince MC1 vypadat, s tím rozdílem, že spodní část by byla volná na prázdné KLT. Materiál by byl v horních dvou pozicích, a to úplně stejných, jak je vidět na obrázku. Sladit by se musela délka regálu spolu s požadovaným počtem kusů, aby se na regál vešla zásoba na 3,5 hodiny. Do spodní části, jak lze vidět dvě řady malých KLT by logistik linky (material handler) přichystal plastové boxy, což je další materiál, který pracovník potřebuje a umísťuje si ho přímo do pracovního zařízení.

12.1.5.2 Revize aktuální MTM analýzy

Jak již bylo výše zmíněno, v průběhu roku 2018 má dojít k změně dodavatele van. Proto bude potřeba zhodnotit současnou normu s ohledem na změnu pracovního postupu. Cílem je analyzovat náročnost operací a v případě snížení náročnosti a potřebného času může dojít k úspoře jednoho pracovníka, který by se přesunul na jinou montážní linku, kde je momentálně nedostatek operátorů. Společně s úpravou současného zásobování zařízení je šance, že zařízení bude moct obsluhovat jeden operátor. Dříve společnost vyráběla o 125 ks za směnu méně, proto obsluhoval zařízení jeden operátor. Bude se revidovat MTM norma na nejtěžší variantu van.

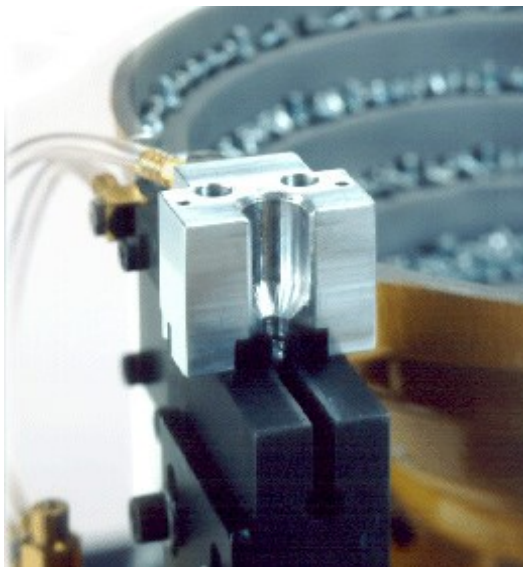
Po přepočtu a úpravě MTM analýzy se změněnou manipulací, kterou by prováděl jeden operátor, se dostáváme na čas taktu 40,5 sekundy, požadovaný takt je 34,8 sekundy, časy zohledňují stupeň výkonu, přírážku na úklid a osobní potřeby. Bere se v úvahu vždy ta nejsložitější varianta van. Jelikož dochází k častým změnám vyráběných variant, není možné člověka uspořit, třebaže jen na určitých směnách. Navržené změny v podobě nového regálu a změny dovážení van by ušetřily ve výsledku 270 TMU na obou stanicích při 100% výkonnosti. K tomu, aby se dosáhlo požadovaného taktu, je potřeba ušetřit dalších 191 TMU. (158 TMU)

Na lince se vyrábějí i jednodušší varianty, při kterých by mohl obě zařízení AP1 a AP2 obsluhovat jeden operátor. Tento typ sedáků se označuje za "low runner", který se podílí na celkových objemech výroby pouhými 10 %. Vyrábí se v předem stanovených dávkách, a jsou to nízko obrátkové varianty. Vyrábí se v dávkách kolem 100 ks, což přibližně odpovídá hodinové produkci. Snížení počtu operátorů o jednoho by přineslo roční úspory 4 miliony Kč, protože linka vyrábí ve čtyř směnném modelu, tak se ve skutečnosti jedná o 4 operátory. Operátoři by byli přesunutí na jinou linku.

Obě zařízení van jsou velmi konstrukčně složitá a až na zakládání dílů operátorem plně automatické, je tedy velmi obtížné provést vybalancování operací na jednoho pracovníka, tato činnost by si s sebou nesla značné investice do úpravy stanic. Tento krok ovšem není v současné době pro společnost prioritou.

12.1.5.3 Automatický podavač šroubů pro AP2

Na trhu existuje mnoho substitutů za současný systém podavače šroubů. Společnost DTI nabízí podavač DTI 500. Jejich systém má kratší a jinak tvarované vodící lišty a podle zjištěných informací by měl být proces podávání šroubů stabilnější.



Obrázek 46 – Detail podávacího zařízení
od DTI (Design Tool, Inc. © 2018)

Pro výpočet návratnosti nákupu nového podavače šroubů se počítá se ztrátou v podobě mezd zaměstnanců při poruchách zařízení. Mzdová sazba je uvedena včetně odvodů na sociální a zdravotní pojištění. Průměrně docházelo k prostojům způsobených nefunkčností podávacího zařízení šroubů v délce 125 minut za měsíc.

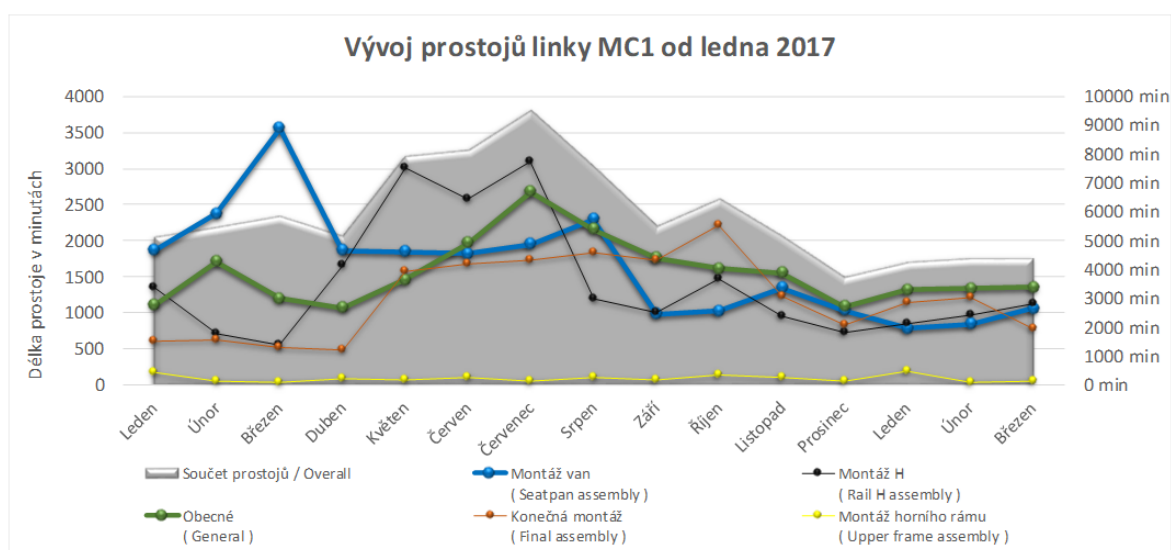
Tabulka 6 – Kalkulace nákupu podavače šroubů (vlastní zpracování)

Kalkulace	Částka
Pořizovací cena zařízení	41 407 Kč
Náklady na instalaci	15 000 Kč
Náklady celkem	56 407 Kč
Úspory průměrně za měsíc ($290 \cdot 16 \cdot (125/60)$)	9 667 Kč
Návratnost	5,8 měsíců

12.1.6 Analýza hodnot produktivity a prostojů po zavedených zlepšeních

Na výrobních stanicích van je velká spousta mechanických a elektronických součástek, navzdory všech provedených změn, se může vyskytnout další problémy, vlivem zavedení základů TPM a větší pozornosti seřizovačů by se případné budoucí problémy mělo podařit odhalit s předstihem a minimalizovat tak jejich dopad na celou výrobní linku.

Na konci roku 2017 došlo k poruše nasazovače C klipů, což je zařízení velmi náchylné na jakékoliv změny v programu systému i mechanické poruchy, jako je uvolnění šroubů, obroušení dosedacích a uchopovacích ploch. Vlivem používání může dojít k vychýlení chapače nasazujícího C klipy z jeho operační polohy. Toto vychýlení se pohybuje v řádech milimetrů a má za následek špatné nasazování a také uchopování. Problém se řeší operativně doseřizováním, znamená to ale, že se musí zařízení odstavit z provozu. Do budoucna je v plánu vytvoření kalibračních návodů i na tento podavač a provádění preventivní kalibrace v týdenních nebo měsíčních intervalech. Kalibrace by byla prováděna v době odstávek zařízení, při pravidelných pauzách či obecných prostojích, do kterých můžeme zahrnout porady, workshopy, zaučování personálu.



Graf 19 – Vývoj prostojů linky MC1 za celý rok 2017 (vlastní zpracování)

Razantní úbytek prostojů na montáži van je vidět od srpna do září. Na konci července byl vyměněn automatický podavač šroubů, což byl jeden z hlavních příčin přetrvávajících prostojů. Spolu s jeho výměnou byl kladen důraz na jeho pravidelné seřizování, a to podle kalibračních návodů, čímž by se mělo zamezit opakování poruch v takovém rozsahu, jak tomu bylo v minulém období. Do konce roku 2017 se nepovedly zavést základy TPM na tyto zařízení formou preventivní údržby a zapojení operátorů do ní. K implementaci došlo

na přelomu října a listopadu roku 2017. Snížení prostojů bylo dále dosaženo provedením kalibrací chapačů na obou stanicích, výměnou opotřebovaného pásu a dosedacího dílu, což jsou součástky automatického podavače C klipů. Již od začátku září mají seřizovači naskladněné veškeré opotřebitelné díly a když dojde k nějaké poruše způsobené opotřebovaným dílem, tak ji mohou rychle vyřešit.

Prostoje za sledované období od ledna do července roku 2017 dosahovaly průměrné hodnoty 2 200 minut na montáži van. Od srpna do března roku 2018 se průměrná hodnota snížila téměř o 50 % na 1 150 minut v měsíčním vyjádření. Celkové prostoje linky se snížily o 1 500 minut. Tento vývoj je patrný při pohledu na graf 19.

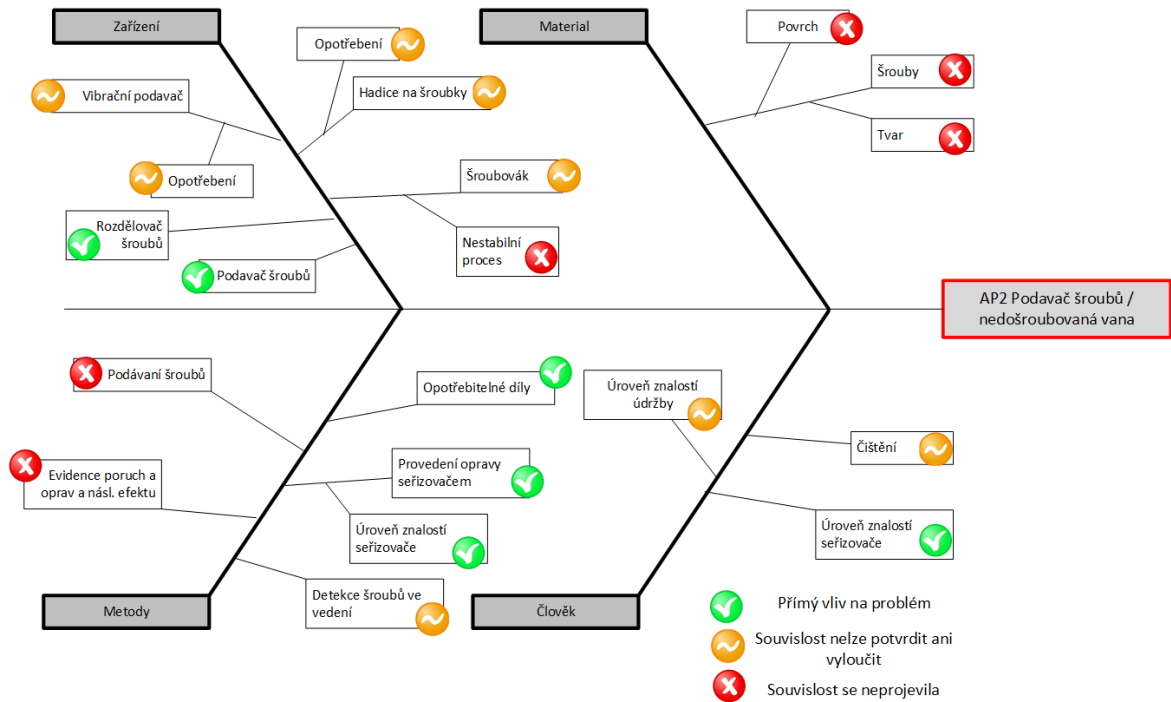
Pro pochopení všech možných příčin vzniku hlavního problému se zasekávajícími se C klipy v podavači na zařízení AP1 byl vytvořen Ishikawa diagram. V průběhu projektu byly příčiny vyhodnocovány a postupně odstraňovány. Příčiny jsou označeny třemi různými vizuálními prvky. Zelené znamená, že se v průběhu projektu podařilo tyto příčiny identifikovat jako problémové. Žluté zase, že si projektový tým není jistý, zda mají příčiny přímý vliv na problém. Červeně jsou pak označeny příčiny, jejichž souvislost s řešeným problémem se neprojevila.

12.1.6.1 Ishikawova analýza dvou hlavních problémů

Hlavní problém výrobního zařízení AP2 byl s automatickým šroubovákem, respektive s jeho podavačem šroubů. Docházelo k častým zasekáváním šroubů ve vodící liště. To si žádalo zásahy seřizovače. Tím vznikaly nechtěné prostoje celé linky.

K zasekávání šroubů dochází nepravidelně. Stává se, že za celý den se provádí jedna oprava podavače, ale o den později se musí vytahovat zaseknuté šrouby i desetkrát. K poruchám dochází nahodile. Tvar šroubu nelze ovlivnit, víceméně ani jeho povrch. Příčiny se musí hledat na samotném šnekovitém podavači. Proto byla provedena jeho výměna a podařilo se značně snížit výskyt zasekávání šroubů. Největším problémem je celý systém podávání šroubů spolu s rozdělovačem a zastavovačem šroubů. Pokud by se problém znovu objevil po uplynutí pár měsíců, bylo by vhodné objednat podavač od jiného dodavatele, s jiným systémem podávání šroubů. Důležité je, aby byl kompatibilní se současnými automatickými šroubováky. Nabízí se alternativa od společnosti DTI, vše ale záleží na budoucím chování zařízení. Návrh je uvedený v kapitole 12.1.5.3.

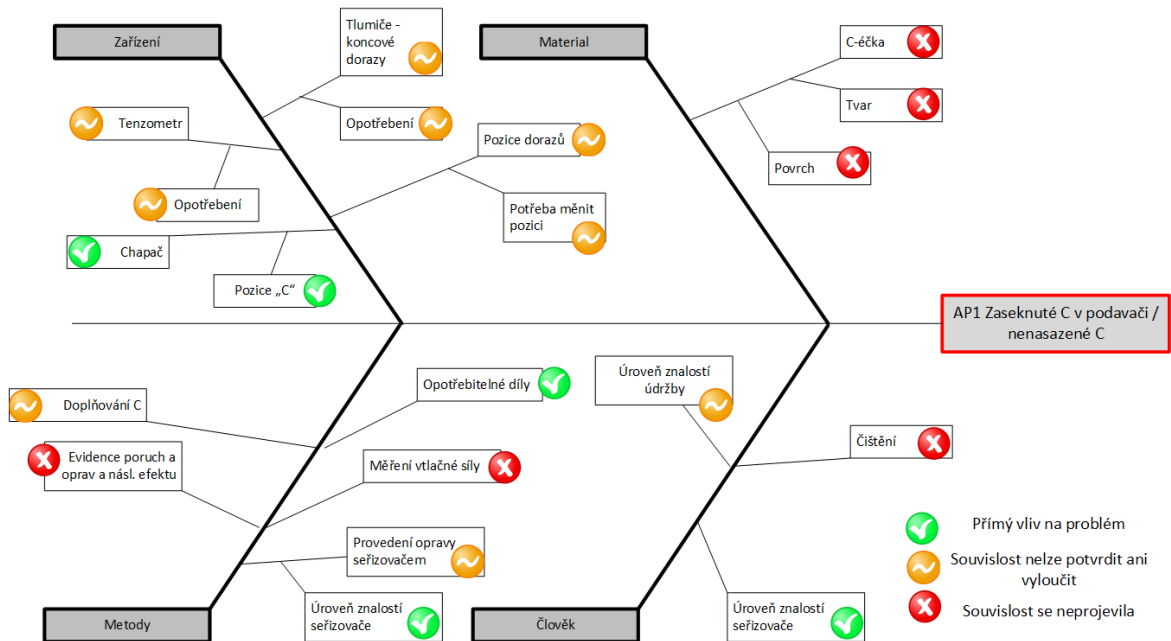
Seat pan assembly MCI-AP2 Ishikawa 2



Obrázek 47 – Ishikawa diagram na podávání šroubů (vlastní zpracování)

Hlavní příčina zasekávání C klipů je v design a konstrukci podávacího zařízení. To zapříčiňuje u některých kusů špatné uchopení a jejich následné spadnutí do prostoru zařízení.

Seat pan assembly MCI-AP1 Ishikawa 1



Obrázek 48 – Ishikawa diagram zaseknutého C klipu (vlastní zpracování)

Další příčinou vzniku problému se zasekávajícími C klipy v podavači jsou neodborné opravy seřizovači. Vlivem častého střídání seřizovačů na lince jim chybí zkušenosti s používanými technologiemi a konstrukci zařízení.

12.1.6.2 Vývoj produktivity na lince MC1

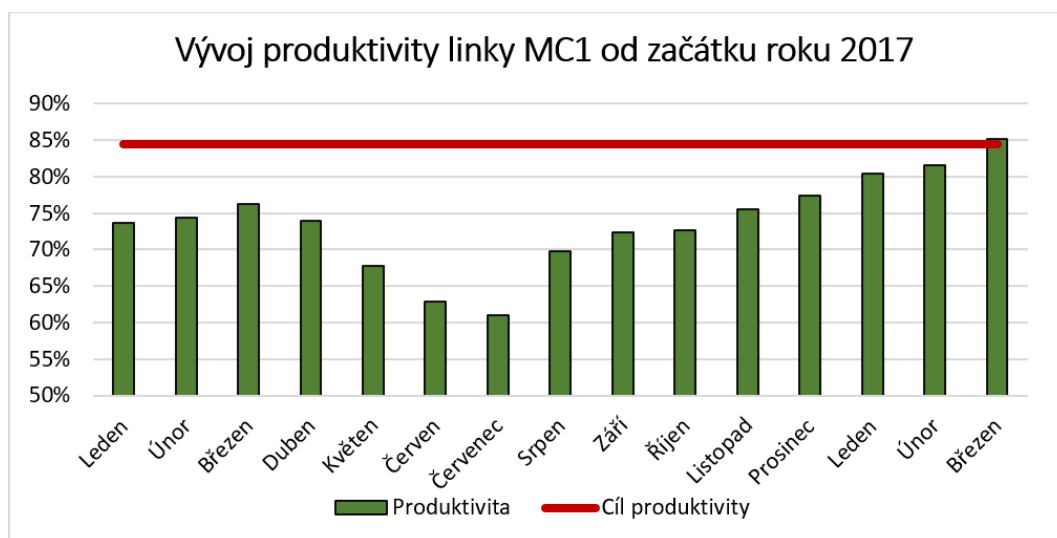
Celoroční cíl produktivity pro linku MC1 je nastaven na hodnotu 84,5 %. Každá výrobní linka má cíl nastavený jinak, podle jejich technických možností. O výsledcích se na měsíční bázi vytvářejí reporty. Některé výrobní týmy si sledují produktivitu i ve svých „cockpit“ sešitech, pak mají přehled o denním vývoji.

Vlivem letních prázdnin, častými poruchami zařízení a nevyhovující kvalitou nakupovaných materiálů, je propad produktivity v měsících červen a červenec tak markantní. V měsíci červenec dosahovala svého minima za celý rok 2017, hodnota byla 61 %. Naopak nejvyšší produktivita byla v březnu roku 2018 a dosahovala hodnoty 85,2 %. Od konce měsíce července má produktivita stoupající charakter a předpokládá se, že tomu tak bude i v následujících měsících roku 2018. Vzorec pro výpočet produktivity pro rok 2017.

Rovnice 4 – Výpočet produktivity v systémovém souboru (interní zdroje)

$$Produktivita = \frac{\text{Produktivní čas}}{\text{Produktivní čas} + \text{Neproduktivní čas}}$$

Porovnávají se produktivní a neproduktivní časy. Vychází se z dat ze systémového souboru, data nejsou tak podrobně strukturována, aby umožňovaly přesnější výpočet produktivity. V roce 2018 se bude pro nový výpočet produktivity využívat informační systém SAP.



Graf 20 – Vývoj produktivity linky MC1 (vlastní zpracování)

Po provedení hlavním nápravných opotřebení v podobně výměny poškozených dílů a zavedení základních prvků TPM se produktivita linky kontinuálně zvyšuje. Snížil se objem prostojů na montáži van a v současné době je výstup z této linky limitován výrobním taktům ostatních výrobních zařízení, převážně pak finální montážní buňkou. I tak se v roce 2018 daří dosahovat velmi dobrých výsledků v porovnání s rokem předchozím

Od nového roku 2018 se přešlo na zcela nový výpočet produktivity. Jednou ze složek, s kterou předchází výpočty nepočítaly, je počet vyrobených výrobků současně při využití jak produktivních, tak neproduktivních pracovníků. Mezi ty neproduktivní se řadí seřizovači, logistickí a opraváři sedáků, protože se přímo nepodílí na tvorbě hodnot. Na základě těchto faktů se pak celková produktivita změní a v její nové podobě ji nelze porovnat s daty z minulého roku. Vypočítává se pět stupňů produktivity (P1 – P5) od výkonové až po celkovou výrobní produktivitu. Nový systém výpočtu je přesnější a vlivem výpočtu pěti kategorií má vyšší vypovídající hodnotu pro manažerské řízení na všech stupních. Všechny typy se změnilo tak, že ji nelze porovnávat, máme ale k dispozici data a produktivitu je možné vypočítat podle starého způsobu, jen pro potřeby porovnání dat.

Stará produktivita počítala pouze s produktivními a neproduktivními časy, nová produktivita se vypočítává na přímou odvedenou práci, kdy víme, že se za měsíc vyrobilo určitý počet sedáků a každý z nich měl výrobní takt 34,8 sekundy. To se vynásobí a získá se tím celkový produktivní čas, ten se podělí s celkovým využitelným fondem. Výsledkem je základní ukazatel produktivity P1. Důvod změny byl hlavně v otevření cesty k porovnávání mezinárodních poboček mezi sebou v oblasti produktivity a zapojení do výpočtu výkon pracovníků. Po přechodu na nový výpočet hodnoty vstoupily. Produktivita zůstala stejná a jak nový, tak starý způsob výpočtu má stejný trend vývoje. Jeden z hlavních důvodů, proč se to stalo, je že se nyní do produktivity započítává práce operátorů na zařízeních nezávislých na procesním čase. Pokud operátor vyrobil vyšší počet kusů, nebylo to do produktivity započítáváno, protože se produktivita vypočítávala pomocí porovnání produktivních a neproduktivních časů, bez přihlédnutí na individuální výkon operátorů.

Společnost si nepřeje, aby nové vzorce pro výpočet produktivity byly uváděny v práci.

12.1.7 Nákladová a riziková analýza

V projektu šlo především o úpravu stávajícího systému zacházení s opotřebitelnými náhradními díly. V rozpočtu v položce nákladů jsou nejobjemnější položkou mzdové náklady, a to i když na projektu pracovali dva lidé.

Do nákladů projektu byla zahrnuta jednorázová cena nového podavače šroubů. Ten se kupoval na základě rozhodnutí členů projektového týmu. Nákup ostatních náhradních dílů bude také zahrnut do nákladů projektu, jako celková vynaložená částka. Byla objednávana velká spousta dílů a jejich nákladovou cenu nám oddělení nákupu poskytlo v celkové výši.

Součástí kalkulace je i pořízení skříně se zásuvkami. Zásuvky budou vybaveny krabičkami, aby byl zachován pořádek a přehlednost. Jakmile bude vytvořen seznam náhradních dílů i na ostatní zařízení bude postupně doobjednán potřebný počet zásuvek a krabiček.

Průměrně se snížily měsíční prostoje linky o 1 500 minut, to je více jak jeden den práce, který by jinak musel být nahrazen přes víkendové extra směny. Náklady na tyto směny jsou ušetřeny vlivem zvýšené produktivity linky díky sníženým prostojům. Uvedená hodinová sazba zahrnuje odvody sociálního a zdravotního pojištění.

Tabulka 7 – Kalkulace nákladů a úspor projektu (vlastní zpracování)

Náklady	Částka	Úspory	Částka
Skříň + zásuvky	45 085 Kč	Snížení prostojů	1 500 min
Krabičky 96x96	7 135 Kč		
Krabičky 96x144	2 141 Kč	Převedeno na hodiny	1 500 min / 60
Krabičky 96x192	535 Kč		
Podložka pro krabičky	3 568 Kč	Hodinová mzdová sazba včetně sociální a zdravotních odvodů	290 Kč
Náklady na mzdu PI	134 447 Kč		
Náklady na mzdu stážisty	45 000 Kč	Počet operátorů na lince	16
Schránky na TPM kartičky	2 300 Kč		
Automatický podavač šroubů	67 500 Kč		
Náhradní díly	45 586 Kč		
Ostatní – tisk, kancelářské potřeby, laminovací fólie	4 250 Kč		
Náklady celkem	357 547 Kč	Úspora na mzdách při směnách navíc za měsíc	116 000 Kč
		Návratnost	3 měsíce

Pro zjištění pravděpodobných rizik projektu byl vytvořen RIPRAN a je součástí práce v příloze PIII. Jeho tvorba probíhala v týmu pěti pracovníků, včetně průmyslového inženýra a seřizovačů popisované výrobní linky. Mezi největší rizika, kterých je potřeba se vyhnout a mohou ohrozit cíle a rozpočty projektu, byla zahrnuta neochota pracovníků spolupracovat a podílet se na zaváděných změnách. Vlivem zavedení TPM se zvedl čas věnovaný údržbě na výrobních zařízeních. Směnová údržba zůstala relativně nezměněna, přibyla dvoutýdenní údržba a kalibrace zařízení v měsíčních intervalech. Na všechny údržby má pracovník určený čas, tato činnost neovlivňuje jeho produktivitu a tím související variabilní složku mzdy.

Dále nelze s jistotou předpovědět, zda zavedené změny budou dlouhodobě udržitelné. Provádí se činnosti podporující dlouhodobé udržení změn, jako tvorba standardů a pořádání workshopů s operátory přímo na lince. Mistři dostali za úkol vysvětlit důležitost údržby operátorům. Jsou to totiž lidé, kteří se dostávají do kontaktu s operátory denně a operátoři od nich přijmou informace s větším respektem než od člověka, s kterým se vidí nepravidelně.

Mezi střední rizika patří chybějící podpora managementu společnosti, chybné vyhodnocení sbíraných dat, blíže pak zaměření se na nesprávné úzké místo. Dále může projekt ohrozit nedostatek informací, může dojít k chybě při zpracování analýz či přehlédnutí důležitých faktů.

12.1.8 Shrnutí praktické části

Pro získání potřebných dat z analýzy byla kvůli zjištěným nedostatkům LMS (Line Monitoring Systém) provedena druhá analýza dat ze systémového souboru – cockpitu. Data do tohoto souboru se sbírají nezávisle na LMS a sběr dat probíhá i nadále, i když do budoucna se počítá s nahrazením systémového souboru za LMS.

Při pozorování a dotazování pracovníků na lince i průmyslového inženýra bylo zjištěno, že výrobní zařízení van (AP1 a AP2) a jeho časté opravy jsou pravděpodobně způsobené opotřebenými díly. Následně se zařízení při spolupráci se seřizovači obešlo a nafotilo. Podle fotek se hledaly opotřebené díly v elektronických technických výkresech. Na obou zařízeních jsou 4 otočná zakládací lůžka, která jsou totožná. Opotřebením dílů probíhalo souměrně, díly se musely vyměnit na všech čtyřech lůžkách. Současné podmínky neumožňují skladování dílů na lince, tak byla objednána skříň se zásuvkami.

Další příčinou selhávání zařízení byla nepravidelná údržba, pomocí základních pravidel TPM byl vytvořen standard směnové a dvoutýdenní údržby zařízení. Operátoři byli řádně proškoleni. V počáteční fázi se bude dodržování standardů náhodně kontrolovat.

Na zařízení AP2 byly vytvořeny kalibrační návodky na podavač šroubů, což bylo doposud nejporuchovější zařízení. Jeho výměna byla provedena na konci července 2017. Prováděním pravidelných kalibrací spolu s jeho výměnou se snížily prostoje způsobené právě tímto zařízením na stroji AP2.

Z analýzy prostojů po zavedených zlepšeních vyplývá, že od srpna roku 2017 došlo k výraznému poklesu prostojů a tento trend si linka drží i v roce 2018. Současný stav se začal stabilizovat v srpnu, kdy byly na zařízení provedeny největší změny. V září proběhla výměna poškozených či opotřeбенých dílů spolu se zavedením pravidelného čištění základacích lůžek od nečistot a přebytku maziva. Dále byla provedena kalibrace důležitých součástí zařízení.

Současně se snížením objemů prostojů se zvedala produktivita linky a v posledním sledovaném měsíci březnu dosáhla stanového cíle.

V práci bylo naznačeno, že dojde ke změně způsobu balení van. Spolu s pořízením regálu na materiál, přímo u výrobního zařízení AP1, byla vypočítána změna MTM normy s cílem ověřit, zda by práci zvládal jeden operátor. U jednodušších variant by bylo možné přenechat obsluhu zařízení na jednom operátorovi. Složitější varianty se vyrábějí častěji a ty jeden operátor vyrábět nestíhá. Aby práci zvládal jeden operátor, muselo by dojít k úpravě obsluhujících zařízení. Z pohledů vzniklých nákladů a odstávek výroby, je ale tento krok v současnosti nemožné provést.

ZÁVĚR

Stanovený cíl na začátku projektu byl splněn, stejně tak i jeho podpůrné cíle. Byla provedena analýza prostojů výrobních zařízení AP1 a AP2 montující komponent sedáků nazývaný "vana". Bylo zjištěno, že monitorovací systém LMS nepodává relevantní data pro tvorbu analýzy prostojů. I když je vhodným nástrojem na každodenní monitorování výroby i sledování OEE linky, data o poruchách zařízení (prostojích) zaznamenává odděleně, i když nastanou v překrytém čase. Proto byly vybrány údaje zapisované ručně seřizovači linky. Data disponují kategorizací prostojů i dostatečným popisem. Na jejich základě je v současné době nevhodnější provádět analýzu prostojů.

Při sledovací fázi a sběru dat v období od ledna do července roku 2017 dosahovala v průměru produktivita linky 72 %. Po zavedených zlepšeních v období od srpna 2017 do března 2018 hodnota produktivity pravidelně roste. Linka v tomto období dosahovala průměrné produktivity 76,5 %. Průměrný nárůst produktivity byl 4,5 % v porovnání s předchozím půlročním obdobím. Cíle projektu, tedy zvýšit produktivity alespoň o 1,2 %, bylo dosaženo. Přičemž v posledním sledovaném měsíci produktivita dosáhla nad cílovou hodnotu, byla ve výši 85,2 %

Vzhledem k rozsáhlosti výrobní haly a rozmanitosti výrobních zařízení nebylo v současných podmínkách možné skladovat náhradní díly pro veškeré výrobní zařízení v oddělení údržby. Byl navržen, a i zrealizován nákup skříně, kde jsou uloženy náhradní díly pro dvě velké výrobní linky zahrnující 34 výrobních zařízení. Skříň je umístěna na lince MC1 v blízkosti druhé linky MC2.

Byly nastaveny podmínky pro zavádění totálně produktivní údržby. Společnost chce pokračovat touto cestou a již v současnosti probíhá implementace navržených standardů na ostatních linkách. Zavádění změn by nemělo skončit společně s ukončením projektu, ale mělo by pokračovat i na další linky, s cílem obnovit původní potenciál výrobních zařízení.

Při práci na projektu byla vytvořena finanční analýza souhrnně za celý projekt. Největší podíl na nákladech představovaly mzdy členům projektu, pak pořízení automatického podavače šroubů a skříně na náhradní díly. Bylo objednáno pár nejvíce potřebných náhradních dílů. Objednávání dalších dílů bude probíhat v průběhu roku 2018. Vlivem zavedených změn a zvýšením produktivity linky došlo k plnění požadavků zákazníků za plánované směny. Už nedochází k plánování směn navíc o víkendech, a tak došlo každý měsíc k úspoře 116 000 Kč na mzdách zaměstnanců. Návratnost všech počátečních investic je za 3 měsíce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BORRIS, Steven, 2006. *Total productive maintenance [proven strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency]*. New York: McGraw-Hill. ISBN 00-715-8926-0.
- DLABAČ, Jaroslav © 2005-2017, Analýza a měření práce. *API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- EARLEY T. © 2018 Lean Manufacturing Tools: What is 5S; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke [online]. June 2011 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/>
- Frank Bunker Gilbreth © 2018, *Encyclopedia Britannica* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Frank-Bunker-Gilbreth>
- GREENE, Jack, 2013. *Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity*. [North Charleston: CreateSpace], 411 s. ISBN 9781482301793.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-058-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2015. *Zvyšování výkonnosti výrobních a administrativních procesů*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80.8154-122-3.
- Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0 © 2017. *I-SCOPP* [online]. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>
- JINDRA Libor © 2001–2018 CCB spol. s r.o. Technologie automatického sběru dat ve výrobních podnicích [online]. 2011 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <https://systemonline.cz/rizeni-vyroby/technologie-automatickeho-sberu-dat-ve-vyrobnich-podnicich.htm>
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck , xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KLEČKA, Jiří © 2000–2018, Produktivita a její měření – nové přístupy - VŠE. *Vysoká škola ekonomická* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=eam&pdf=13.pdf>

KRIŠŤAK, Jozef © 2012, MTM - Methods Time Measurement. *IPA Czech* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/mtm-methods-time-measurement>

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9. Dostupné také z: http://toc.nkp.cz/NKC/200701/contents/nkc20061651846_1.pdf

KOŠTURIAK, Ján, 2016. *Vlastní cestou: jak v podnikání rozvíjet výkonnost, výjimečnost a vášeň*. Praha: PeopleComm, 275 s. ISBN 978-80-87917-21-3.

Managementmania.com © 2011-2016, *TPM (Total Productive Maintenance)* [online] [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/tpm-total-productive-maintenance>

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. *TPM: management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 246 s. ISBN 8090223559.

ORTIZ, Chris A., 2016. *The 5S playbook: a step-by-step guideline for the lean practitioner*. Boca Raton. ISBN 978-149-8730-358.

PARMENTER, David © 2010. *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs*. 2nd ed. Hoboken, N.J. ISBN 978-047-0545-157.

PFM PRODUCTION Fall © 2018 *Production Machine Maintenance and Repair*, | *MH Corporate basic by MH Themes* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: http://americanmouldingandpictureframes.com/wp-content/uploads/2016/06/pfmp_fall08_equipmaint.pdf

PLAČEK, Petr © 2001–2018 CCB spol. s r.o.: Úvod do automatizovaného sběru dat ve výrobě [online]. 8/2009 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/uvod-do-automatizovaneho-sberu-dat-ve-vyrobe.htm>

SALVENDY, Gavriel. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*, 2001. 3rd ed. New York: Wiley, xxxiv, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

SUSAN K. LAND, DOUGLAS B. SMITH a JOHN W. WALZ, 2008. *Practical support for lean six sigma software process definition: using IEEE software engineering standards*. Online-Ausg. New York: Wiley-IEEE. ISBN 978-047-0170-809.

SZYDLOWSKI, Tomáš © 2001–2018 CCB spol. s r.o.: Jak na data ve výrobních procesech? [online]. 2015 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/jak-na-data-ve-vyrobnich-procesech.htm>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 378 s. Expert. ISBN 978-80-247-1479-0. Dostupné také z: http://toc.nkp.cz/NKC/200705/contents/nkc20051573315_1.pdf

TPM (Total Productive Maintenance) © 2011–2017. *Vorne Industries Inc.: LeanProduction* [online]. [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/tpm.html>

VOJÁČEK, Antonín © 2016. Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0? 1997–2014 HW server s.r.o [online]. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>

WIREMAN, Terry, 2004. Total productive maintenance. 2nd ed. New York: Industrial Press, 196 s. ISBN 0-8311-3172-1.

ZIKMUND, Martin © 2010–2011, Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. *BusinessVize – Nitana s. r. o.* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AP	Pracovní stroj (zařízení) – zkratka z německého slova
BMW	Zákazník – německá automobilka
DAG	Zákazník – německý automobilový koncern
DIN	Deutsches Institut für Normung – Německý institut pro standardizaci
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
LMS	Program na monitorování dat z výrobních zařízení – Line Monitoring System
MC1	MegaCella 1 – název linky
MTM	Metoda předem určených časů (Methods Time Measurement)
OP	Operátor – obsluha výrobního zařízení
SQL	Strukturovaný dotazovací jazyk
STV	Sedákový polštář – seat cushion
TMU	Time Measurement Unit – jednotka používána v nepřímých metodách měření práce
WS	Pracovní stroj (zařízení) – zkratka z anglického slova

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Jednotlivé prvky výrobního procesu (Tomek a Vávrová, 2014).....	13
Obrázek 2 – Tradiční model TPM (TPM © 2011-2017).....	19
Obrázek 3 – Ukázka složek OEE a TEE (Mašín, 2000a)	29
Obrázek 4 – Příklad využití standardizace v operativním řízení výroby (Tomek a Vávrová, 2017).....	39
Obrázek 5 – Vizuální znázornění prvků průmyslu 4.0 (kaercher.com © 2018).....	40
Obrázek 6 – Typy výrobků vyráběných ve společnosti (interní zdroje).....	43
Obrázek 7 – Pohled na ostravský závod z ptačí perspektivy (interní zdroje).....	45
Obrázek 8 – Layout linky MC1 (interní zdroje).....	48
Obrázek 9 – Posloupnost zařízení na lince MC1 (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 10 – Ukázka vany (interní zdroje).....	51
Obrázek 11 – Přípravek na zakládání kompletovaných dílů (interní zdroje)	52
Obrázek 12 – Pracoviště 1 (AP1) montážní buňky van (interní zdroje).....	53
Obrázek 13 – Vana s traverzou (interní zdroje).....	54
Obrázek 14 – Nakontaktování kabelu (interní zdroje).....	55
Obrázek 15 – Traverza (interní zdroje).....	55
Obrázek 16 – Detail hnízda pracoviště AP2 (interní zdroje).....	56
Obrázek 17 – Pracoviště 2 (AP2) montážní buňky van (interní zdroje).....	57
Obrázek 18 – Rozhraní monitorovacího systému LMS (interní zdroje)	60
Obrázek 19 –Karta směnových výkonností systému LMS (interní zdroje).....	62
Obrázek 20 – Požadavek LMS monitorování (interní zdroje).....	70
Obrázek 21 – Ishikawa diagram na problém podavače šroubů (vlastní zpracování) .	74
Obrázek 22 – Ishikawa diagram na problém podavače C klipů (vlastní zpracování)	75
Obrázek 23 – Opotřebený běhoun C klipů (vlastní zpracování)	76
Obrázek 24 – Model poškozeného chapače na AP2 (vlastní zpracování).....	77
Obrázek 25 – Struktura sedákového systému (interní zdroje).....	85
Obrázek 26 – Seznam náhradních dílů (vlastní zpracování)	88
Obrázek 27 – Nová podoba seznamu opotřebitelných dílů (vlastní zpracování)	88
Obrázek 28 – Detail umístění jednotlivých dílů (interní materiály).....	89
Obrázek 29 – Skříň na opotřebitelné díly (vlastní zpracování)	90
Obrázek 30 – Modulární krabičkový systém (Hoffmann-group.com © 2017)	90
Obrázek 31 – Detail zásuvky s díly (vlastní zpracování)	91

Obrázek 32 – Vlevo situace před a vpravo po zavedení 5S ve skříni na opotřebitelné díly (vlastní zpracování).....	91
Obrázek 33 – Kanban štítek pro náhradní díly (vlastní zpracování)	92
Obrázek 34 – Ukázka 1. kalibrační návodky (vlastní zpracování).....	94
Obrázek 35 – Ukázka 2. kalibrační návodky (vlastní zpracování).....	95
Obrázek 36 – Ukázka 3. kalibrační návodky (vlastní zpracování).....	95
Obrázek 37 – TPM kartička (theleanwarehouse.co.uk © 2017).....	97
Obrázek 38 – Standard směnové údržby (interní zdroje)	98
Obrázek 39 – Standard dvoutýdenní údržby (interní zdroje)	99
Obrázek 40 – Špinavý přípravek (vlastní zpracování).....	100
Obrázek 41 – Očištěný přípravek (vlastní zpracování)	100
Obrázek 42 – Vnitřní prostor druhé stanice (vlastní zpracování).....	101
Obrázek 43 – Regál s materiálem (vlastní zpracování)	102
Obrázek 44 – Prostor pro nový regál u zařízení AP1 (vlastní zpracování)	103
Obrázek 45 – Regál používaný na jiné lince (vlastní zpracování)	103
Obrázek 46 – Detail podávacího zařízení od DTI (Design Tool, Inc. © 2018).....	105
Obrázek 47– Ishikawa diagram na podávání šroubů (vlastní zpracování)	108
Obrázek 48 – Ishikawa diagram zaseknutého C klipu (vlastní zpracování).....	108

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Základní pohyby MTM (Krišták © 2012)	33
Tabulka 2 – Typy MTM analýzy (Krišták © 2012)	33
Tabulka 3 – Kategorie prostožů linky MC1 (vlastní zpracování)	49
Tabulka 4 – Kategorie chybových hlášek (vlastní zpracování)	66
Tabulka 5 – Harmonogram projektu (vlastní zpracování)	86
Tabulka 6 – Kalkulace nákupu podavače šroubů (vlastní zpracování)	105
Tabulka 7 – Kalkulace nákladů a úspor projektu (vlastní zpracování)	111

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Hodnoty obratu ostravského závodu (interní zdroje)	44
Graf 2 – Vývoj produktivity linky MC1 (vlastní zpracování)	46
Graf 3 – Vývoj celkových prostojů a montáže van (vlastní zpracování).....	50
Graf 4 – Vývoj prostojů v čase - AP2 (interní zdroje).....	62
Graf 5 – Porovnání plánovaných a vyrobených OK a NOK kusů (interní zdroje).....	63
Graf 6 – Graf počtu výskytů poruch (interní zdroje)	64
Graf 7 – Délka trvání prostojů (interní zdroje)	64
Graf 8 – Celkový vývoj prostojů (data z LMS) (vlastní zpracování)	65
Graf 9 – Podíl chyb montáže van – AP1 a AP2 (vlastní zpracování).....	67
Graf 10 – Procentuální výskyt chyb montáže van (vlastní zpracování)	68
Graf 11 – Přehled prostojů linky MC1 a van (interní zdroje).....	73
Graf 12 – Přehled prostojů linky MC1 za srpen (interní zdroje)	75
Graf 13 – Paretova analýza poruch montáže van (interní zdroje)	76
Graf 14 – Snímek pracovního dne operátora van AP1 (vlastní zpracování)	79
Graf 15 – Složky OEE za sledovanou směnu (interní zdroje).....	80
Graf 16 – Vývoj vyrobených a požadovaných kusů (interní zdroje).....	81
Graf 17 – Snímek pracovního dne operátora van AP2 (vlastní zpracování)	82
Graf 18 – Analýza prostojů linky MC1 (vlastní zpracování)	82
Graf 19 – Vývoj prostojů linky MC1 za celý rok 2017 (vlastní zpracování)	106
Graf 20 – Vývoj produktivity linky MC1 (vlastní zpracování)	109

SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1 – Výpočet TEE (interní zdroje)	61
Rovnice 2 – Výpočet potenciální ztráty výrobků (vlastní zpracování)	62
Rovnice 3 – Výpočet výkonu přes LMS (interní zdroje).....	80
Rovnice 4 – Výpočet produktivity v systémovém souboru (interní zdroje).....	109

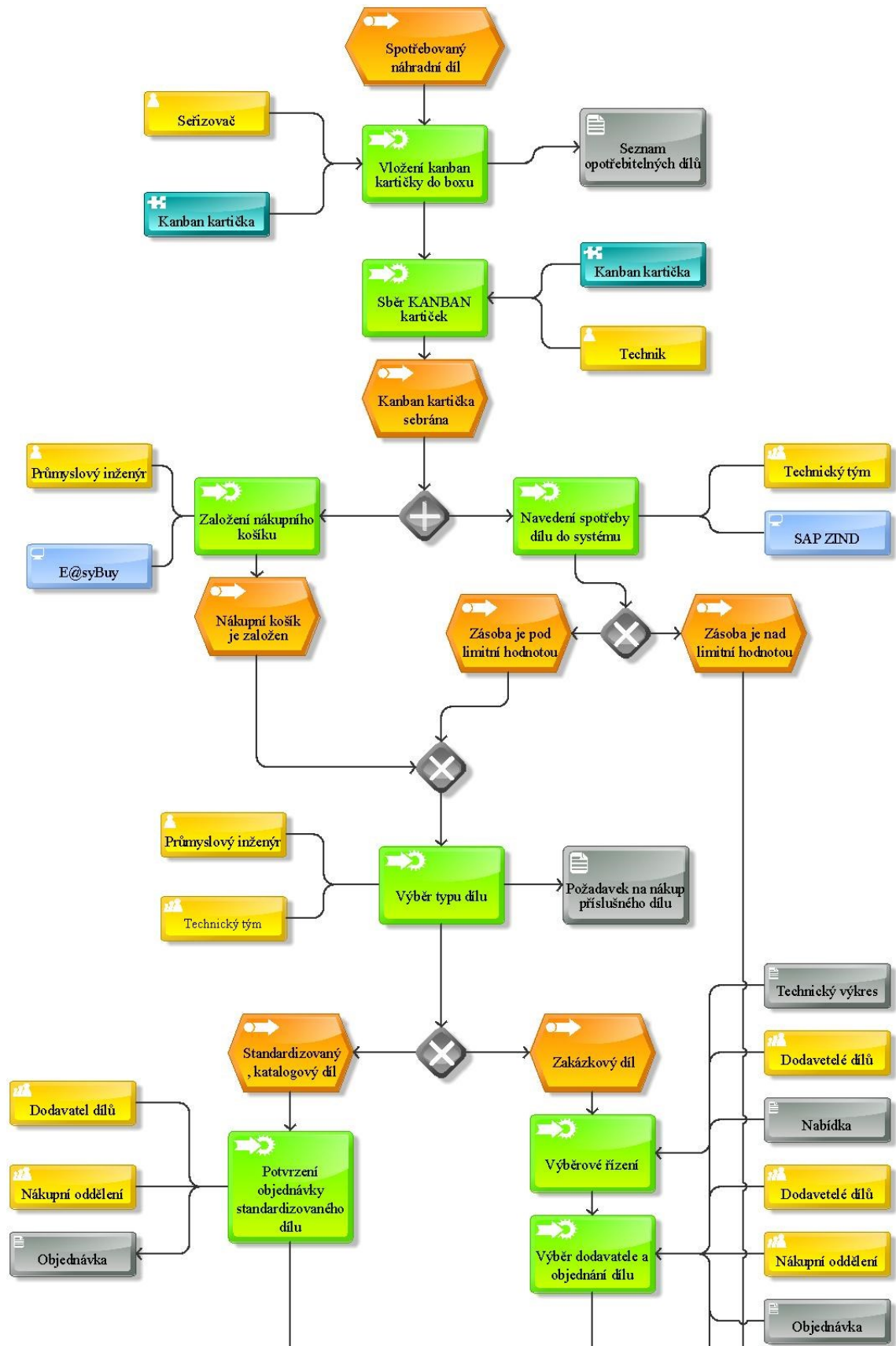
SEZNAM PŘÍLOH

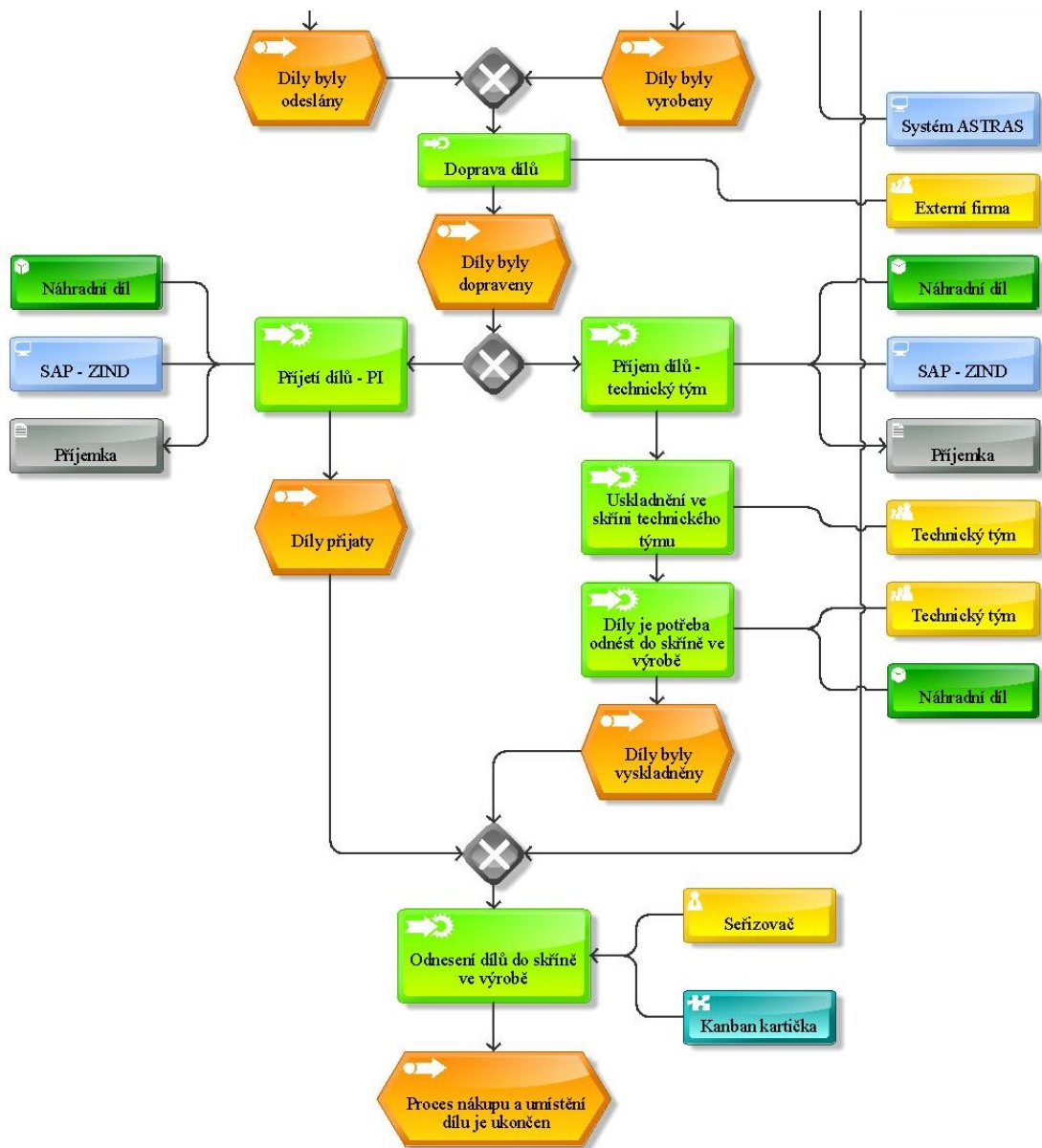
Příloha PI – Proces nákupu opotřebitelných dílů

Příloha PII – Kartačka poruch

Příloha PIII – Analýza RIPRAN

PŘÍLOHA PI: PROCES NÁKUPU OPOTŘEBITELNÝCH DÍLŮ





PŘÍLOHA PII: KARTIČKA PORUCH

KARTIČKA PORUCH		ČÍSLO KARTIČKY	<input type="text"/>
OPERÁTOR		JMÉNO A PŘÍJMENÍ	<input type="text"/>
ZAŘÍZENÍ <input type="text"/>		DATUM	<input type="text"/>
		PRIORITA	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C

ABNORMALITA		ZNEČIŠTĚNÍ	
<input type="checkbox"/> 1	Netěsnost	<input type="checkbox"/> 15	Mazivo
<input type="checkbox"/> 2	Opotřebení	<input type="checkbox"/> 16	Voda/tekutina
<input type="checkbox"/> 3	Rozbité	<input type="checkbox"/> 18	Procesní odpad
<input type="checkbox"/> 4	Volné / povolené	<input type="checkbox"/> 20	Špína
<input type="checkbox"/> 5	Chybějící	<input type="checkbox"/> 21	Koroze
<input type="checkbox"/> 6	Pokřivené/ohnuté	<input type="checkbox"/> 22	Jiné _____
<input type="checkbox"/> 7	Zablokované		_____
<input type="checkbox"/> 8	Nadměrné vibrace		TĚŽKÝ PŘÍSTUP K
<input type="checkbox"/> 9	Nadměrný hluk	<input type="checkbox"/> 23	Čištění
<input type="checkbox"/> 10	Nadměrná teplota	<input type="checkbox"/> 24	Kontroly
<input type="checkbox"/> 11	Porucha / selhání	<input type="checkbox"/> 25	Mazání
<input type="checkbox"/> 12	Přebyčná součástka	<input type="checkbox"/> 26	Výměně
<input type="checkbox"/> 13	Chybí standard	<input type="checkbox"/> 27	Dotáhnutí
<input type="checkbox"/> 14	Jiné - Prosím upřesnit	<input type="checkbox"/> 28	Jiné - Prosím upřesnit
_____		_____	
_____		_____	

POPIS PROBLÉMU	

PŘÍLOHA PIII: ANALÝZA RIPRAN

Číslo	Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Číslo	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Zaměstnanci nebudou spolupracovat	48%	1.1	Nedodržení standardů údržby zařízení operátorem	80,00%	38,40%	VD	VHR	Setkání se zaměstnanci a vysvětlení jim výhody pravidelné údržby zařízení, případně zavést její dodržování na jejich varšabní složku mzdy.
			1.2	Nespokojenost zaměstnanců s novými změnami	75,00%	36,00%	VD	VHR	
2	Nedostatek informací	50%	2.1	Přehlédnutí důležitých faktů	50,00%	25,00%	VD	SHR	Konzultovat projekt napříč odděleními ve společnosti a snažit se posbírat maximální objem dat.
			3.1	Chybné vypracování analýz nákladnějších návrhů	60,00%	21,00%	SD	MHR	
4	Nedodržení časového harmonogramu	50%	4.1	Nedodržení termínu realizace projektu	55,00%	27,50%	MD	MHR	Stanovení deadlinů jednotlivým fázím projektu, pravidelná kontrola dodržování termínů.
			4.2	Snižena kvalita jednotlivých etap projektu z důvodu nedostatku času	70,00%	35,00%	MD	MHR	
5	Chybné vyhodnocení sbraných dat	40%	5.1	Zaměření se na nesprávné úzké místo	60,00%	24,00%	VD	SHR	Průběžné konzultování analýzy s vedoucím projektu, kontrola jejich správnosti.
			5.2	Nenaplnění cíle projektu	50,00%	20,00%	SD	MHR	
6	Navržené změny nebudou udržitelné	70%	6.1	Po určité době se zlepšený stav údržby zařízení vrátí do původního stavu	85,00%	59,50%	VD	VHR	Pravidelnými audity kontrolovat dodržování standardů údržby, schůzka mistra s operátory, vysvětlení jim, proč se má zařízení udržovat.
7	Chybějící podpora managementu	35%	7.1	Nedostatečná informovanost	40,00%	14,00%	SD	MHR	Informovat management o důležitosti zavedení TPM a jejich podpory.
8	Ztráta nasbíraných i analyzovaných dat	15%	8.1	Nutnost sběru ztracených dat opakovaně	100,00%	15,00%	SD	MHR	Záloha dat na více úložných zařízeních i cloud.

Dopad	
MD	Malý dopad - určité zásahy do projektu
SD	Střední dopad - ohrožení termínů, nákladů, zdrojů
VD	Velký dopad - ohrožení cíle a rozpočtu projektu

Riziko	NP	SP	VP
MD	MHR	MHR	SHR
SD	MHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR

Celková pravděpodobnost	
NP	Nízká pravděpodobnost pod 33%
SP	Střední pravděpodobnost 33% – 66%
VP	Vysoká pravděpodobnost nad 66%

Hodnota rizika a reakce	
MHR	Malá - akceptace
SHR	Střední - tvorba rizikového plánu
VHR	Vysoká - vyhnutí se rizika