

**Česká zemědělská univerzita**

**V Praze**

Technická fakulta



Diplomová práce

**Využití a možnosti 4. Průmyslové revoluce v  
údržbě ve zvolené organizaci**

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Jakub Škarka

PRAHA 2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jakub Škarka

Zemědělská technika

Název práce

**Využití a možnosti 4. Průmyslové revoluce v údržbě ve zvolené organizaci**

Název anglicky

**Usage and possibilities of Industry 4.0 in maintenance of selected company**

---

### Cíle práce

Popsat strategii implementace iniciativy Průmysl 4.0 do systému údržby výrobních zařízení vybrané organizace. Navrhnout změny stávajícího systému údržby a jejich implementaci. Provést porovnání mezi stávajícím systémem provádění údržby se systémem údržby po zavedení principů Průmysl 4.0 do údržby. Formou rešerší dostupných materiálů popsat možné principy zavádění vize Průmysl 4.0 do systému údržby zvoleného podniku. Navrhnout metodiku hodnocení produktivity systému (klíčové indikátory apod.). Navrhnout změny stávajícího systému údržby s detailním rozpracováním systému údržby u vybraných strojů. Zavedené řešení vyhodnotit z hlediska efektivity systému údržby.

### Metodika

1. Úvod
2. Cíl a metodika práce
3. Popis principů iniciativy Průmysl 4.0
4. Popis současného systému údržby v daném podniku
5. Návrh využití možností Průmysl 4.0 pro predikci stavu zařízení a digitalizaci systému údržby
6. Vyhodnocení skutečných přínosů zavedené strategie v podniku
7. Závěr

**Doporučený rozsah práce**

50-60

**Klíčová slova**

údržba, Průmysl 4.0

---

**Doporučené zdroje informací**

GOETSCH, David L. Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality.

Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, 2010. 634 s. ISBN 978-0-13-800354-8.

KREIDL, M. – ŠMÍD, R.: Technická diagnostika – senzory, metody, analýza signálu. BEN – technická literatura, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6

LEGÁT, V. at al. Management a inženýrství údržby. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2013, 570s. ISBN 978-80-7431-119-2.

LEGÁT,V., JURČA,V., HORÁKOVÁ,A.: Jakost, spolehlivost a obnova strojů. E-skripta, TF ČZU, Praha , 2006. ISBN 80-213-1514-8

PEXA, M., PETERKA, B. ALEŠ, Z., Technická diagnostika. Praha: CZU v Praze, 2011. . ISBN 978-80-213-2177-9.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – TF

**Vedoucí práce**

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

---

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2016

**doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 05. 01. 2018

---

## **Čestné prohlášení**

Čestně prohlašuji, že diplomovou práci na téma Využití a možnosti 4. Průmyslové revoluce v údržbě ve zvolené organizaci jsem vypracoval samostatně, s použitím uvedených zdrojů v seznamu použitých pramenů.

V Praze dne 14. 3. 2018

Jakub Škarka

## **Poděkování**

Děkuji prof. Ing. Vladimír Jurčovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a korekturu při konzultacích vedoucích k dokončení diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti MCSyncro Kolín s.r.o., zejména Ing. Anetě Janečkové PM a Janu Forštovi MM za poskytnutí součinnosti a informací potřebných pro zpracování diplomové práce a mým nejbližším za podporu a konzultaci v průběhu zpracování.

**Abstrakt:**

Cílem mé diplomové práce bylo popsat strategii implementace iniciativy Průmysl 4.0 do systému údržby ve vybraném podniku. V souvislosti s tím byly popsány systémy údržby vybraných strojních zařízení a navržena možná využití nástrojů Průmysl 4.0 pro zefektivnění údržby. Za tímto účelem bylo provedeno porovnání mezi stávajícím systémem provádění údržby a systémem údržby po zavedení principů Průmysl 4.0 do údržby. Následně bylo uskutečněno vyhodnocení možných přínosů ve vazbě na dostupnost zařízení.

**Klíčová slova:** údržba, Průmysl 4.0, průmyslová revoluce, predikce poruch, dostupnost zařízení

**Usage and possibilities of Industry 4.0 in maintenance of selected company Summary:**

The aim of my diploma thesis was to describe the strategy of implementation of Industry 4.0 in the maintenance system in the selected company. In this context, maintenance systems for selected machinery were described, and the possible use of Industry 4.0 tools for streamlining maintenance was suggested. In addition, a comparison was made between the existing maintenance system and the maintenance system after the introduction of the principles of Industry 4.0 into maintenance. Next, an evaluation of the possible benefits for device availability was made.

**Keywords:** maintenance, Industry 4.0, industrial revolution, prediction of failures, availability of the device

## Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Rozdělení systémů údržby.....	2
1.2 Charakteristické znaky jednotlivých systémů údržby [1] .....	3
1.3 Preventivní údržba [1] .....	4
1.3.1 Plánovaná údržba [1].....	5
1.3.2 Údržba předem stanovenými intervaly [1].....	5
1.3.3 Údržba podle technického stavu – diagnostická údržba [1] .....	6
1.3.4 Výhody a nevýhody preventivní údržby .....	7
1.4 Technická diagnostika [1] .....	8
1.4.1. Metody technické diagnostiky [1] .....	9
1.5 Vliv implementace Průmyslu 4.0 na jakost .....	10
1.5.1 Politika, cíle a plánování jakosti.....	10
2. Cíl a metodika práce .....	12
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika práce.....	12
3. Popis principů iniciativy Průmysl 4.0 .....	13
3.1 Co je to „Průmysl 4.0“ .....	13
3.2 Proč čtvrtá průmyslová revoluce.....	14
3.3 Obecný potenciál Průmysl 4.0 .....	15
3.4 Technologické předpoklady.....	15
3.5 Specifická situace průmyslu v ČR.....	16
3.6 Požadavky na bezpečnost a spolehlivost.....	16
3.7. Dopady Implementace Průmysl 4.0 na kvalifikaci pracovníků.....	17
3.8. Podpora investic do projektů zavádějících Průmysl 4.0 .....	17
3.9. Průmysl 4.0 v údržbě .....	18

3.10. Posouzení implementace průmyslu 4.0 SWOT analýzou [7], [9] .....	19
4. Popis současného stavu systému údržby v daném podniku .....	21
4.1. Popis výrobního procesu .....	21
4.2. Popis údržby ve společnosti .....	23
4.3. Nejlepší světová praxe v údržbě obdobných podniků .....	23
5. Návrh využití možnosti Průmysl 4.0 pro predikci stavu zařízení a digitalizaci systému údržby .....	24
5.1 Využití nástrojů 4.0 v oblasti bezpečnosti práce .....	25
5.2 Zavedení řídicího systému údržby .....	27
5.2.1 Evidence skladu náhradních dílů .....	28
5.2.2 Sběr informací o nákladech na údržbu.....	29
5.3 Digitalizace Pasportu .....	30
5.3.1 Nastavení přístupu do systému pro práci s daty .....	30
5.4 Sjednocení procesních řídicích systémů.....	31
5.5 Ukládání dat systému údržby .....	31
5.6 Využití chytrých brýlí pro Průmysl 4.0 .....	31
5.7 Možnosti implementace systému 4.0 do jednotlivých zařízení – sběr vytipovaných dat .....	32
5.7.1 Zařízení pro montáž pneumatik na disk (mounting) .....	32
5.7.2 Zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem + kalibrace (fitting + calibration).....	35
5.7.3 Zařízení pro automatické vyvažování kol (main and control balancing) .....	38
5.8 Důvody změny současného systému údržby na strojním zařízení.....	42
6. Vyhodnocení skutečných přínosů zavedené strategie v podniku .....	42
6.1 Vybrané klíčové indikátory pro hodnocení implementace .....	43
6.2 Vyhodnocení efektivity implementace nástrojů 4.0 .....	43



6.2.1 Použití čipové karty .....	44
6.2.2 Instalace tabletu na výrobní zařízení.....	45
6.2.3 Sledování odběru elektrického proudu – příkonu.....	47
6.2.4 Přenos dat polohy obouvacího nástroje .....	50
7. Závěr .....	51
8. Použité prameny.....	53

## 1. Úvod

Každý z nás vnímá, že žijeme obklopeni „chytrým světem“. Chytré telefony, chytrá auta, chytrá města, chytré stroje a roboty, ale i chytré spotřebiče v domácnosti nás provázejí na každém kroku. V dnešní době není problém se připojit pomocí chytrého telefonu, tabletu a počítače k jakémukoliv zařízení, které je na to vybaveno. Je známo, že pro další zefektivnění výroby, údržby, zvýšení bezpečnosti a snížení nákladů byla vládou České republiky dne 24.8.2016 přijata „INICIATIVA PRŮMYSL 4.0“ jako nosný program pro konkurenceschopnost.

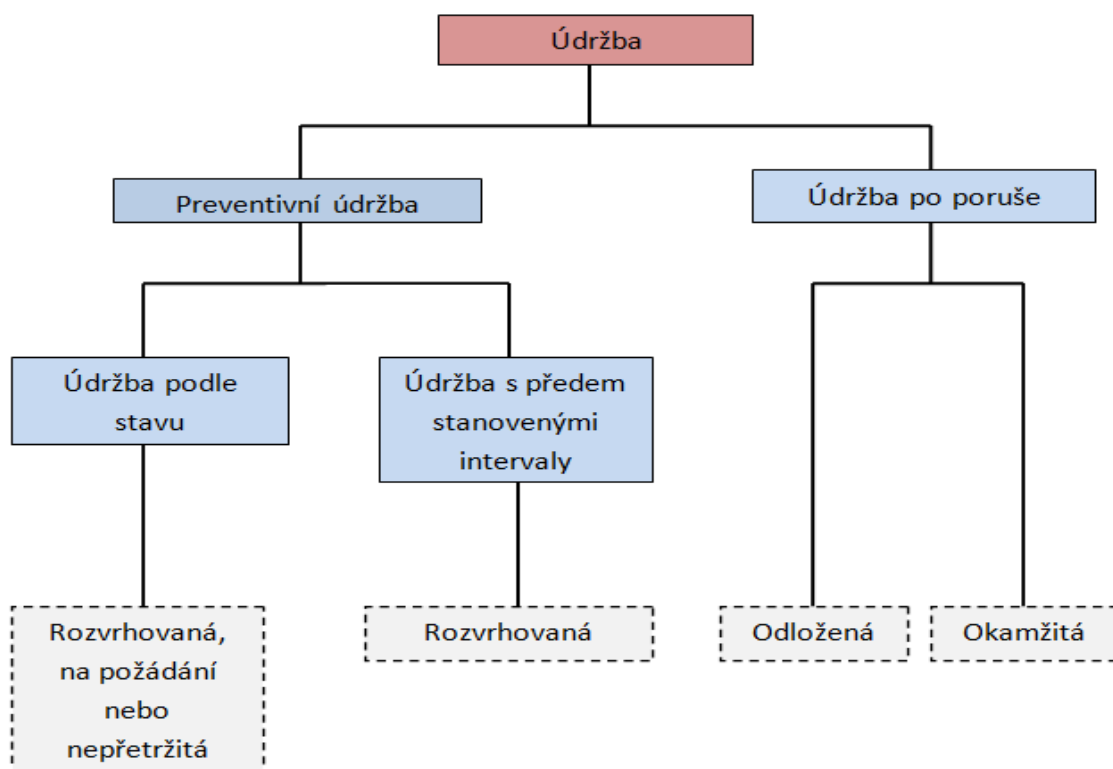
Jednou z významných oblastí, kde lze prakticky využít nástrojů průmyslu 4.0 je management a řízení údržby. Cílem údržby je udržovat výrobní zařízení v provozuschopném stavu při vynakládání přijatelných nákladů. Údržba dle ČSN EN 13 306 je kombinací všech technických, administrativních a manažerských činností během životního cyklu objektu, zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci. Vývojové trendy směřují k tomu, že pomocí dat získaných přímo z řídicích jednotek nebo implementovaných senzorů ve vybraných místech strojních zařízení bude predikován stav a signalizováno nebezpečí poruchy ještě před jejím vznikem. Základním nástrojem pro predikci vady je znalost systémů údržby a nástrojů technické diagnostiky.

Využitím možnosti 4. průmyslové revoluce v údržbě ve zvolené organizaci se zabývá tato diplomová práce. Cílem je ukázat praktický přínos implementace strategie průmysl 4.0 v procesu údržby konkrétního podniku na konkrétním zařízení.

## 1.1. Rozdělení systémů údržby

V současné době se převážná většina společností při údržbě svých zařízení řídí plánem preventivní údržby. V tomto plánu je přesně stanoveno, v jakých intervalech a v jakém rozsahu se u zařízení mají provádět jednotlivé stupně údržby (prohlídka, běžná údržba, revize, generální údržba apod.). Tyto intervaly byly stanoveny především podle doporučení výrobce na základě dlouhodobých zkušeností s provozem zařízení, případně na základě určitých optimalizačních výpočtů či zkušeností, které respektovaly nejen samotnou poruchovost zařízení, ale také náklady spojené s údržbou a opravou zařízení. Nedílnou součástí údržby jsou také legislativní požadavky na kontrolu (revizi), které ovlivňují odstavení zařízení [1]. Rozdělení systému údržby dle ČSN EN 13 306 viz obrázku č.1.

Obrázek 1 Systém údržby dle ČSN EN 13 306



Zdroj: ŠKARKA, Jakub. *Možnosti technické diagnostiky v údržbě vybraného podniku*. PRAHA, 2015.  
Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Josef Pošta, CSc

## 1.2 Charakteristické znaky jednotlivých systémů údržby [1]

Každý používaný systém údržby se vyznačuje specifickými znaky. Ve vazbě na použití má i své přednosti a nevýhody.

Norma 13 1306 uvádí definice jednotlivých systémů údržby.

- **Údržba po poruše**

Údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a zaměřená na uvedení objektu do stavu, ve kterém může vykonávat požadovanou funkci.

- **Preventivní údržba**

Údržba předem stanovených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a zaměřená na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování objektu.

- **Údržba podle stavu**

Preventivní údržba, která zahrnuje kombinaci monitorování stavu a/nebo inspekce a/nebo zkoušení, analýzy a zjištění zásahů údržby (monitorování stavu a/nebo inspekce a/nebo zkoušení může být časově plánováno, prováděno na požádání nebo může být nepřetržité).

- **Údržba s předem stanovenými intervaly**

Preventivní údržba prováděna v souladu se stanovenými časovými intervaly nebo stanoveným počtem jednotek používání, avšak bez předchozího zkoumání stavu objektu (časové intervaly nebo počet jednotek používání mohou být stanoveny na základě znalostí mechanismu poruch objektu).

### 1.3 Preventivní údržba [1]

Preventivní údržba je činnost, která se provádí před výskytem poruchy, aby se předešlo hrozícímu selhání. Tato údržba zahrnuje plánované aktivity založené na znalosti chování poruchových součástí a znalostí podmínek. Je prováděna buď za účelem vylepšení systému, nebo aby se prodloužil životní cyklus strojního zařízení. Je to tedy údržba stroje nebo zařízení prováděná podle předem stanoveného časového plánu. Má za cíl předcházet poruchám, včasným vyhledáváním a odstraňováním možných příčin jejich vzniku a sestavení harmonogramu dalších kroků v rámci preventivních oprav. Je navržena tak, aby udržovala a zvyšovala efektivní využití výrobních kapacit.

#### Hlavní zásady preventivní údržby jsou:

- zachování normálních podmínek,
- včasné odhalení abnormalit,
- rychlé reakce.

#### Základní činnosti preventivní údržby:

Při prvotním zavedení preventivní údržby je nezbytné se řídit osvědčenými zásadami:

- vytipovat stroje a zařízení pro program preventivní údržby,
- definovat činnosti, které budou v rámci preventivní údržby prováděny,
- stanovit časové intervaly mezi definovanými činnostmi,
- stanovit systém efektivního plánování dílčích činností preventivní údržby,
- vytvořit standardy pořizování a řízení dokumentace plynoucí z preventivní údržby.

#### Základní činnosti preventivní údržby:

Základní činnosti, jež jsou prováděny a vykonávány během preventivní údržby, spadají do tří skupin:

- plánovaná údržba,
- údržba předem stanovenými intervaly,
- údržba podle technického stavu – diagnostická údržba.

### 1.3.1 Plánovaná údržba [1]

Je preventivní údržba prováděná v souladu se stanoveným časovým plánem nebo stanoveným počtem jednotek používání.

Údržbářské zásahy se provádějí v pravidelných, předem stanovených intervalech doby provozu. Zásahy na jednotlivých částech daného objektu se pro zjednodušení řízení kumulují (podle klíčového prvku). Jednotlivé úkony všech zásahů jsou předem jednoznačně stanoveny.

#### Výhody:

- organizačně jednoduché,
- snadno a s velkým předstihem plánovatelné.

#### Nevýhody:

- pouze klíčové prvky jsou udržovány v optimálním okamžiku,
- časté narušování provozu zařízení.

### 1.3.2 Údržba předem stanovenými intervaly [1]

Je preventivní údržba prováděná v souladu se stanovenými časovými intervaly. Intervaly jsou stanoveny ze zákonů nebo zvláštních předpisů (např. vyhrazená technická zařízení) nebo stanoveným počtem jednotek používání, avšak bez předchozího zjišťování stavu objektu.

Údržbářské zásahy se provádějí v pravidelných a předem stanovených intervalech doby provozu. Zásahy na jednotlivých prvcích udržovaného objektu se pro zjednodušení řízení kumulují (podle klíčového prvku). Jednotlivé úkony všech zásahů jsou předem jednoznačně stanoveny.

#### Uplatnění:

- u zařízení, kde jsou kladeny vysoké požadavky na pohotovost,
- u zařízení, kde nevedí častější odstávky daného zařízení,
- u vyhrazených technických zařízení.

### 1.3.3 Údržba podle technického stavu – diagnostická údržba [1]

Je preventivní údržba, která se skládá z monitorování výkonnosti anebo sledování parametrů a následných opatření. Má prediktivní charakter. O následných opatřeních (tj. o okamžiku provádění, druhu a náplni následujících údržbářských zásahů) se rozhoduje podle získaných výsledků z prováděných měření.

#### Výhody:

- provádí se v okamžiku skutečné potřeby,
- údržba i udržování objektu jsou plně zúžitkovány.

#### Nevýhody:

- nutnost monitorování nebo diagnostikování,
- obtížné řízení a plánování.

#### Uplatnění:

- u klíčového, drahého, unikátního či jinak významného zařízení,
- u zařízení, jehož neplánovaná odstávka může způsobit závažné problémy,
- u zařízení, které musí dlouhou dobu nepřetržitě spolehlivě pracovat.

### 1.3.4 Výhody a nevýhody preventivní údržby

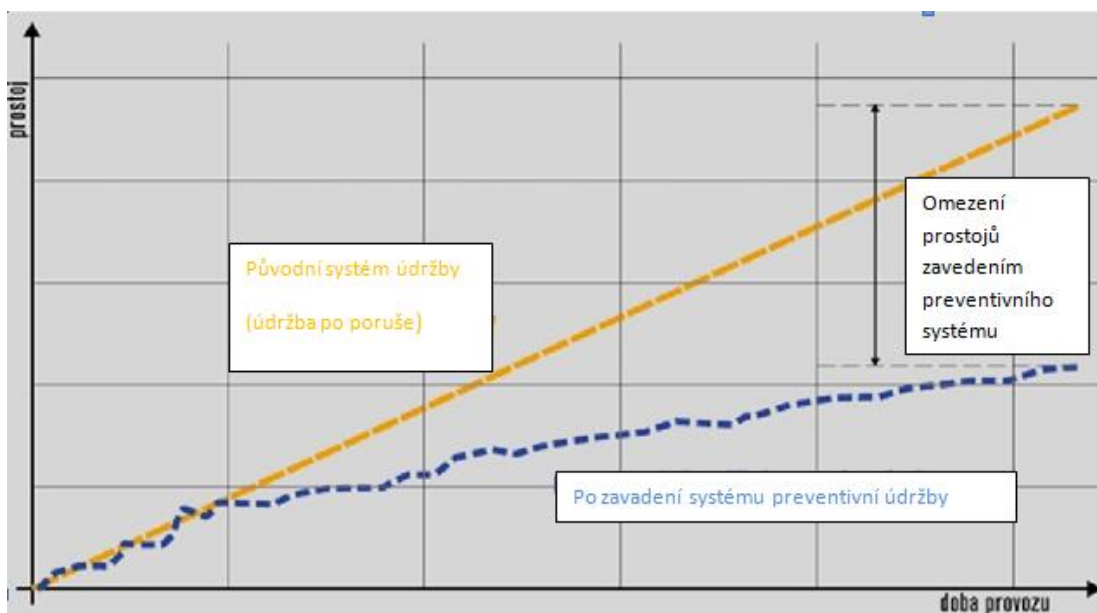
#### Výhody:

Výhodou systému preventivní údržby je bezesporu, že ve většině případů dochází k předcházení vzniku poruchy a snižování vzniků prostojů (viz obr. č. 2). Tento typ údržby se s výhodou zavádí na základě statistických údajů a záznamů z minulosti nebo na základě vědomostí a zkušeností pracovníků údržby. Pro zvýšení výhodnosti tohoto systému je třeba pružné reagování na změny ve výrobě (směnnosti, změny kategorie strojního zařízení nebo modifikace strojních částí).

#### Nevýhody:

Nevýhodou systému preventivní údržby jsou odstávky strojů, které je nutno uskutečnit na základě stanovených plánů. Tyto opravy (plánované výměny prvků nebo celých uzlů) mohou být časově náročné a často představují výměnu ještě zcela funkčních částí výrobního zařízení za nové.

Obrázek 2 Porovnání trendu prostojů při zavedení systému preventivní údržby



Zdroj: ŠKARKA, Jakub. Možnosti technické diagnostiky v údržbě vybraného podniku. PRAHA, 2015. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Josef Pošta, CSc



## 1.4 Technická diagnostika [1]

Technická diagnostika je obor, který se zabývá metodami a prostředky nedestruktivního a bezdemontážního rozpoznávání technického stavu objektu.

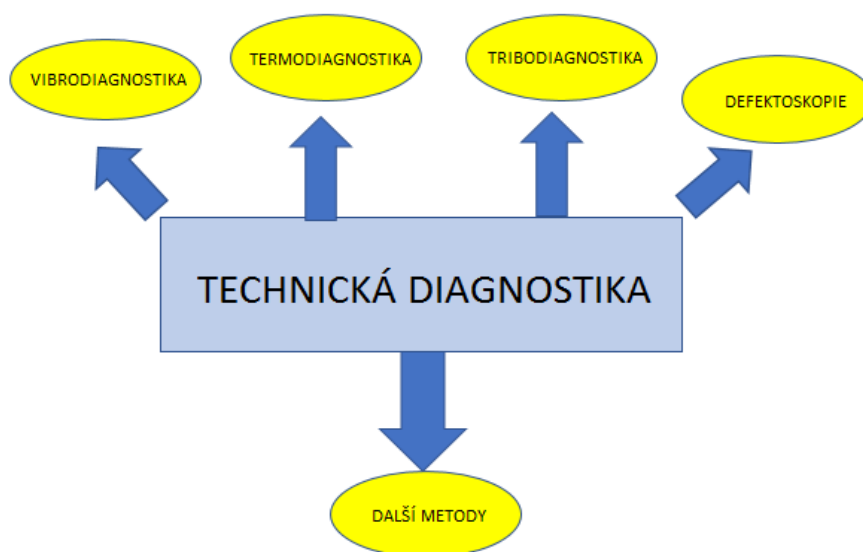
S rostoucí složitostí strojů a jejich cenou se zvyšuje význam spolehlivosti strojů. Proto je z ekonomických důvodů vhodné poruchám předcházet. Technická diagnostika je nepostradatelnou součástí všech systémů údržby směřujících k maximálnímu zajištění dostupnosti zařízení při vynaložení optimálních nákladů (zvláště u zařízení I. kategorie a u zařízení pracujících v nepřetržitém provozu).

Hlavními úkoly technické diagnostiky jsou určení příčiny a místa poruch, detekce postupně narůstajícího poškození, prognózování vývoje technického stavu a vzniku poruchy. Největší důraz je kladen na možnost stanovení doby životnosti do poruchy a zajištění naplánování opravy dříve, než ke kritickému stavu (poruše) dojde.

### **Hlavní cíle diagnostiky jsou:**

1. Předvídat poruchy a plánovaně je odstranit.
2. Zvýšení spolehlivosti stroje.
3. Zvýšit hospodárnost = snížit náklady

*Obrázek 3 Obory technické diagnostiky*



Zdroj: Vlastní

#### 1.4.1. Metody technické diagnostiky [1]

Diagnostická metoda je způsob měření a následné vyhodnocení naměřených údajů, na jejichž základě je s pomocí statických metod odhadována další doba provozu zařízení do poruchy. Dle využívané metodiky lze technickou diagnostiku rozdělit na:

##### **Subjektivní**

Subjektivní metody diagnostikování jsou založeny na individuálních schopnostech jednotlivých lidí. Každý člověk má jiné schopnosti vnímat chod zařízení a rozpoznat jeho vady na základě vnějších vjemů. Subjektivními nástroji jsou:

- Sluch = sledujeme zvuk zařízení. Pomůcku můžeme využívat technický stetoskop
- Zrak = sledujeme vizuální projevy zařízení, například barvu, drsnost, přítomnost jiných těles, lomy, vzhled povrchu. Jako pomůcky můžeme využívat například lupy, mikroskop atd.
- Hmat = sledujeme chvění, vibrace, vůle, teplotu 60 °C, drsnost
- Čich = sledujeme neobvyklý zápach, například pálení izolací, přehřívání stroje, pálení brzdného nebo spojkového obložení

##### **Objektivní**

Založena na vědeckém měření, jehož výsledky vykazují současný stav zařízení. K objektivní diagnostice jsou využívány speciální měřicí metody, které jsou uplatňovány ve vazbě na sledované strojní zařízení a prostředí, ve kterém jsou provozovány. Z pohledu největšího využití v praxi jsou jako samostatné obory vyprofilovány:

- nedestruktivní defektoskopie,
- tribotechnická diagnostika,
- vibrační diagnostika,
- termodiagnostika.

Těmito metodami je například prováděno sledování:

- provozních parametrů strojů (výkon, spotřeba, otáčky, tlak, rychlost atd.),
- kmitání strojů a jejich součástí (amplituda, rychlost, zrychlení kmitů atd.),
- produktů opotřebení v olejových náplních (množství a druh otěrových částic a nečistot, změna viskozity),
- tepelných polí diagnostikovaného objektu, nebo určených částí zařízení,
- fyzikálních veličin (proud, napětí, tlak atd.).

### 1.5 Vliv implementace Průmyslu 4.0 na jakost

Jakost vyjadřuje stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků. Podle starší definice je jakost schopnost souboru inherentních znaků výrobku, systému nebo procesu plnit požadavky zákazníků a jiných zainteresovaných stran. (ISO 9000:2000). [2]

Čtvrtá průmyslová revoluce neboli Průmysl 4.0, jak bývá nazývána současná proměna tržní ekonomiky, nese s sebou z pohledu průmyslových podniků potenciál zvýšení produktivity, jakosti a konkurenceschopnosti výroby. [3]

Implementací nástrojů 4.0 lze kontinuálně sledovat a s využitím různých typů čidel (sběru dat) diagnostikovat parametry, které mají vliv na kvalitu hotového výrobku a na efektivnost výroby.

#### 1.5.1 Politika, cíle a plánování jakosti

Politika jakosti je definována jako celkové záměry a směr působení organizace ve vztahu k jakosti oficiálně vyjádřené vrcholovým vedením. [2]

a) vyjadřuje hlavní záměry vedení organizace, co se týká jakosti: [2]

„NAŠE JMÉNO ZARUČUJE JAKOST“,

b) vyjadřuje definici jakosti organizace,

c) vyjadřuje hlavní principy:

- zákazník ve středu pozornosti,
- zakládej rozhodnutí na faktech,
- všichni jsou zodpovědní za své pracovní úkoly,
- práce s procesy, zlepšovací činnost,
- vztah k dodavateli, zaměstnanci,

d) musí být srozumitelná všem zaměstnancům a musí se používat na všech úrovních organizace,

e) musí se stále přizpůsobovat novým situacím (vize, cíle).

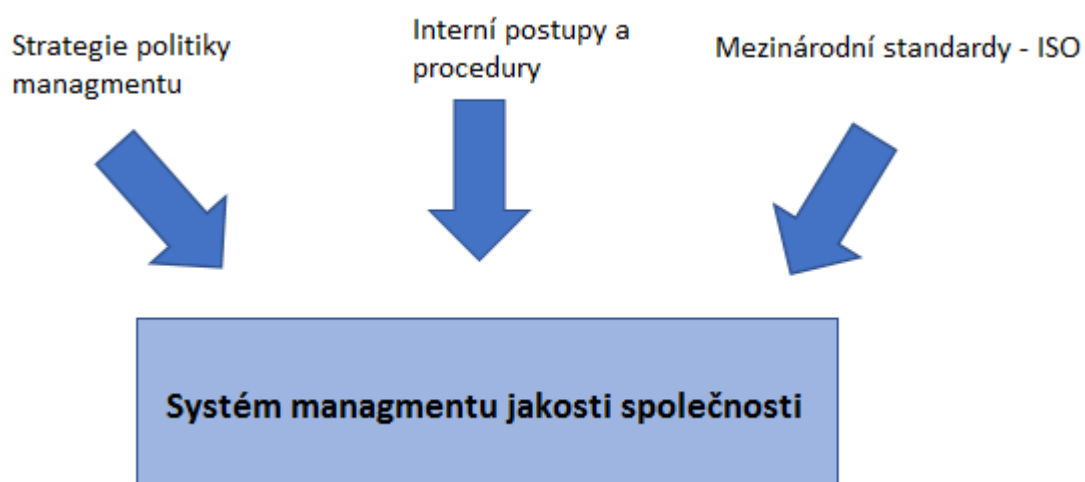
#### **Cíle jakosti: [2]**

- cíle jakosti mají být založeny na politice jakosti organizace,
- cíle jakosti jsou specifikovány na různých úrovních v organizaci. Na provozní úrovni mají být cíle jakosti kvantitativní a zcela srozumitelné.

#### **Plánování jakosti: [2]**

Část managementu jakosti zaměřená na stanovení cílů jakosti a na specifikování nezbytných provozních procesů a souvisejících zdrojů pro splnění cílů jakosti.

*Schéma 1 Systému managementu jakosti*



Zdroj: <https://www.tht.cz/cs/o-tht/system-jakosti>

## 2. Cíl a metodika práce

### 2.1 Cíl práce

Na základě rešerší získaných z odborných časopisů, ze zveřejněných prezentací z konferencí, které se týkaly této problematiky, popsat strategii implementace iniciativy Průmysl 4.0 do systému údržby výrobních zařízení vybrané organizace. Ve vazbě na získané informace a situace v dané organizaci navrhnout změny stávajícího systému údržby a postup při jejich implementaci. Provést porovnání mezi stávajícím systémem provádění údržby se systémem údržby po zavedení principů Průmysl 4.0 do údržby. V závěru této práce bude popsána důležitost systémového přístupu v zavádění nástrojů iniciativy Průmyslu 4.0.

### 2.2 Metodika práce

Rešeršní část diplomové práce bude zpracována hlavně pomocí informací z odborných časopisů, z odborné literatury, z dostupných dokumentů zveřejněných MPO ČR (Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky) k této problematice a ze zveřejněných prezentací z konferencí, které se týkaly problematiky. Dále z internetových zdrojů a ze zdrojů zahraničích.

Začátek praktické části bude vypracován ve vazbě na pozorování výrobního procesu činnosti jednotlivých zařízení. Nedílnou součástí bude konzultace s manažerem údržby v daného podniku pro popsání současného stavu údržby ve sledované společnosti.

V druhé praktické části bude na základě získaných poznatků z analýzy současného stavu procesu výroby a údržby sestavena metodika zavádění principů iniciativy Průmysl 4.0 do údržby.

Na závěr bude vyhodnocen přínos navržených řešení pro daná strojní zařízení a efektivitu procesu údržby.

### 3. Popis principů iniciativy Průmysl 4.0

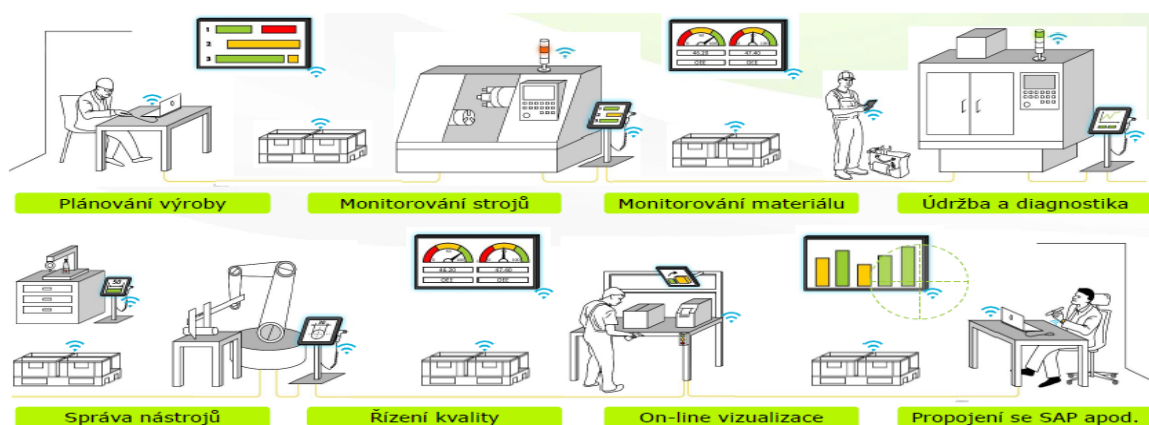
#### 3.1 Co je to „Průmysl 4.0“

Pojmem Průmysl 4.0 se označuje současný trend automatizace výroby a postupující digitalizace stále širšího spektra činností, které byly dříve vyhrazeny analogovým přístrojům nebo lidským operátorům. [4]

Řada vyspělých zemí se již několik let zabývá nástupem 4. Průmyslové revoluce, která zásadním způsobem mění povahu průmyslu, energetiky, obchodu, logistiky a dalších částí hospodářství i celé společnosti. I když jsou předpokládané dopady této revoluce celospolečenské, v jejím centru pozornosti stojí průmyslová výroba a vše co s ní souvisí např. údržba. Proto se tato iniciativa nazývá v SRN Industrie 4.0, u nás pak byl zaveden termín Průmysl 4.0. [5]

4. průmyslovou revoluci nazýváme proces, který zahrnuje kompletní digitalizaci, robotizaci a automatizaci většiny současných lidských činností pro zajištění větší rychlosti a efektivity výroby přesnějších, osobitějších, spolehlivějších a levnějších produktů. Zároveň vede k efektivnějšímu využití materiálů a ekologičtějšímu průmyslu i lidskému životu. Na průmyslové úrovni má jít o nahrazení manuální lidské práce robotizací, současné „manuální“ zadávání výrobních dat a postupů má být nahrazeno automatickým elektronickým předáváním informací mezi materiály, polotovary, obrobky a jednotlivými zpracovatelskými stroji, sklady atd. Na obrázku č. 3 je znázorněn přehled hlavních oblastí digitalizace výrobních procesů a údržby dle Průmyslu 4.0.

Obrázek 4 Hlavní prvky a oblasti digitalizace výrobních procesů a údržby dle Průmyslu 4.0



Zdroj: Dr. Lubomír Sláma, Act-In, konference zámečnická Liblice 2017, přednáška

### 3.2 Proč čtvrtá průmyslová revoluce

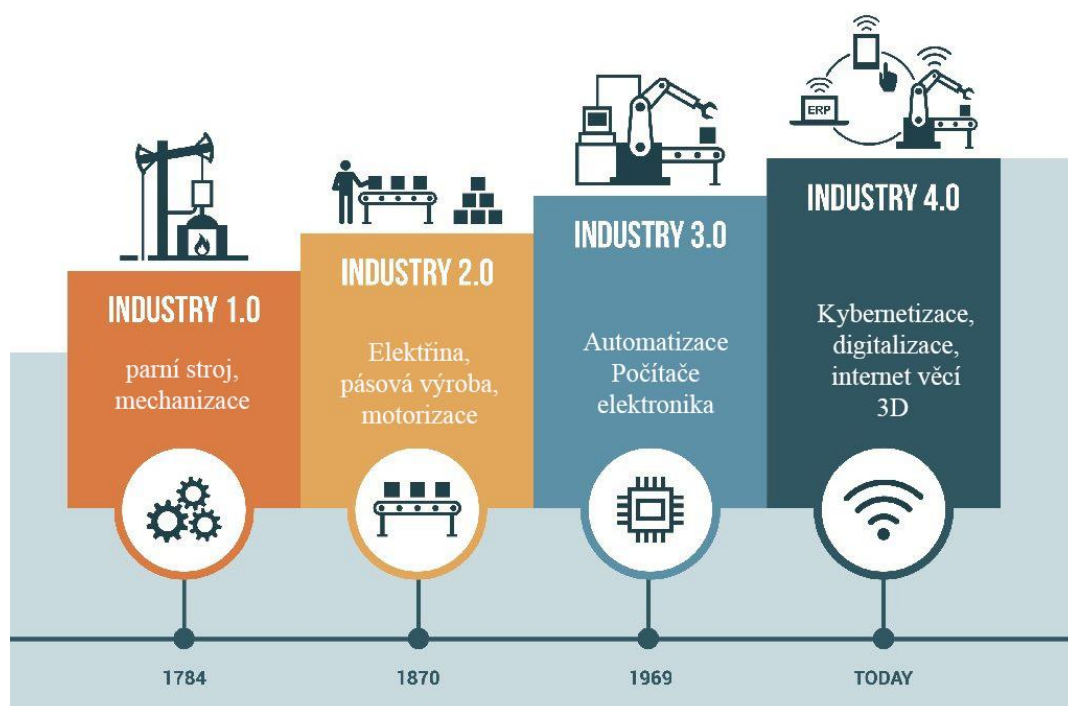
První průmyslová revoluce se odehrála na konci 18. století, kdy lidskou práci poprvé začaly ve větším měřítku přebírat stroje. Prvopočátkem byl vynález parního stroje. Masivní nástup mechanizace do průmyslu a zemědělství vedl k prudkému růstu produktivity, následovanému růstem populace a následně i ke společenským změnám. [4]

Druhá průmyslová revoluce přišla asi o 100 let později, kdy nastalo období elektrifikace a motorizace. Přelomovými vynálezy této éry byly: elektrická žárovka (Thomas Alva Edison), elektrický transformátor (Nicola Tesla) a spalovací motor (Gottlieb Daimler). [4]

Třetí průmyslovou revoluci lze datovat do konce 60. let dvacátého století s nástupem výpočetní techniky, která umožnila automatizaci řady odvětví lidské činnosti a urychlila technický vývoj, přenos informací jako např. nahrazení psacího stroje. Nasazení výpočetní techniky zajistilo také zjednodušení archivace dat a dokumentů. [4]

O čtvrté průmyslové revoluci se začalo hovořit od roku 2010. Má se za to, že jejím výsledkem bude téměř naprostá automatizace výroby včetně kontrolních a řídicích procesů, které dnes stále obstarávají lidé. [4]

Obrázek 5 Přehled průmyslových revolucí



Zdroj: <http://www.aberdeenessentials.com/opspro-essentials/industry-4-0-industrial-iot-manufacturing-sneak-peek/>

Chytrými továrnami budou otevřeny nové možnosti a kreativní cesty pro tvorbu vyšší přidané hodnoty a pro vznik zcela nových obchodních strategií a modelů. Zcela se změní vazby mezi zákazníky, výrobci a dodavateli a zcela zásadně se změní způsoby komunikací mezi obsluhou strojů a vlastním strojem. Významným přínosem pro funkci továren bude i využívání informací predikujících stav zařízení a informující obsluhu o blížících se poruchách či haváriích. Všechny tyto aspekty se promítnou do řešení globálních problémů týkajících se surovin, energetických účinností a způsobu života. Z velké části by měla být odstraněna fyzicky těžká a rutinní práce, naopak by se měl rozšířit prostor pro kreativní práci. To by mělo být přínosem pro prodloužení doby, po kterou budou lidé schopni vykonávat své zaměstnání, a naopak mnohem lépe než dříve skloubit svůj život soukromý a pracovní. [6], [7]

### 3.3 Obecný potenciál Průmysl 4.0

Digitalizace otevírá ve výrobě obrovské šance. Propojení informačních, automatizačních a výrobních technologií umožňuje efektivnější, rychlejší a individualizovanou výrobu. Průmysl 4.0 znamená víc než jen optimalizaci výrobních procesů. Průmyslové podniky budou v budoucnu prodávat i služby a s tím, jak poroste digitální propojení, bude zároveň vznikat stále více dat. To, jak se tato data budou využívat, vytvoří další nové obchodní modely. Přitom je reálné, že produktivita stoupne až o 30 procent. Digitalizace výroby a služeb je tedy důležitá pro konkurenceschopnost. [8]

### 3.4 Technologické předpoklady

Iniciativa Průmysl 4.0, znamenající přechod od izolovaně využívané počítačové a robotické podpory výrobních či administrativních úloh, je technologicky umožněna prudkým rozvojem v následujících oblastech: [8]

- v oblasti komunikačních technologií,
- v oblasti informačních a výpočetních technologií,
- ve sféře metod a technik kybernetiky a umělé inteligence,
- v oblasti nových materiálů a biotechnologií.



Digitální přenos dat a znalosti mezi jednotlivými komponentami výrobního systému jsou jen základními předpoklady nasazování inteligentních, optimálně se samo nastavujících výrobních systémů. Rozhodujícím faktorem je dodaná inteligence řešení pro všechny výrobní či nevýrobní procesy a služby na všech úrovních výrobních systémů. Prioritou pro zavedení implementace je kvalitní celoplošné pokrytí území státu vysokorychlostním internetem a digitálním přenosem dat. [8]

### 3.5 Specifická situace průmyslu v ČR

Česká republika je historicky průmyslovou zemí, kde můžeme najít mnoho průmyslových odvětví. Mezi hlavní odvětví v současné době patří automobilový průmysl, strojírenství, výroba elektrotechniky a elektroniky. České firmy jsou jak přímými vývozci, tak i dodavateli evropských i mimoevropských firem. [7]

Pro zachování rozvoje českých firem je nutné vytvořit takové podmínky, aby se české průmyslové podniky nevyvíjely odděleně, ale aby byly obeznámeny a přizpůsobily se zahraničním trendům – výrobní zařízení, která budou navzájem komunikovat. Český průmysl se musí do 4. průmyslové revoluce iniciativně zapojit, aby byl konkurenceschopný. Průběh celé revoluce (dle některých pramenů evoluce) je třeba brát jako celospolečenskou výzvu, na kterou Česká republika musí včas reagovat tak, aby neztratila pozici na mezinárodním trhu. [7]

### 3.6 Požadavky na bezpečnost a spolehlivost

Bezpečnost a spolehlivost je nutno chápat komplexně a systémově – od datové a komunikační bezpečnosti na nejnižší úrovni až po globální systémovou bezpečnost na úrovni celého podniků či jejich seskupení – a to při zachování privátnosti dat a práv intelektuálního vlastnictví.

Velká pozornost musí být věnována i bezpečnosti automatizovaného provozu zařízení, jak pro člověka, tak i pro dané zařízení, aby personál, který pracuje s daným zařízením, nemohl neodborným zásahem způsobit jeho poškození. Tento problém je nutno řešit proškolením personálu a zajištěním kontrolovaného přístupu do systému. Důležitá je instalace vhodných bezpečnostních prvků, které zamezí vzniku nekorektních zásahů obsluhy vedoucích k havárii stroje nebo úrazu. Důležitým prvkem je rovněž legislativní ošetření konkrétní zodpovědnosti za činnost autonomních systémů, zejména za škody, které by mohly vzniknout jejich chybnou funkcí. [7]

### 3.7. Dopady Implementace Průmysl 4.0 na kvalifikaci pracovníků

Vize Průmysl 4.0 zásadním způsobem ovlivní požadavky na kvalifikaci zaměstnanců a na trh práce. Její zavedení povede ke změnám ve struktuře organizace pracoviště, ale i ke změně pracovních náplní většiny profesí [7]. Příklady možných změn pracovních pozic viz tabulka č. 1.

*Tabulka 1 Příklady možných změn pracovních pozic*

Stávající pozice	Pozice po implementaci průmysl 4.0
Operátor	Seřizovač – kontrolor kvality
Elektrikář	Programátor
Údržbář	Diagnostik
Mistr	Správce dat – cloudů, serveru
Vedoucí výroby	Statistik – Analytik – Manažer

*Zdroj: Vlastní*

Z uvedeného textu je patrné, že automatizační a optimalizační procesy budou vytlačovat jednodušší a opakující se činnosti, což se projeví na uvolňování pracovníků dříve tradičních profesí. Zcela samozřejmý je i vliv na vzdělávací systém na všech úrovních, který by se měl této strategii přizpůsobit.

### 3.8. Podpora investic do projektů zavádějících Průmysl 4.0

Vzmemme-li v úvahu všechny aspekty související se zaváděním technologie Průmyslu 4.0 je jasné, že budou finančně náročné a pro některé podniky dokonce nedostupné. Ze současných informací je známo, že Ministerstvo Průmyslu a Svaz Průmyslu již připravují mechanismy pro operační programy a finanční nástroje pro podporu zavádění iniciativy Průmysl 4.0. [7]

### 3.9. Průmysl 4.0 v údržbě

Jedním z klíčových prvků koncepce Průmysl 4.0 spojeném s nastupující digitalizací průmyslu je prediktivní údržba. Praktické implementace prediktivní údržby již nacházíme v řadě průmyslových podniků, ať již v částečné podobě údržby dle technického stavu, či diagnostické údržby, tak i v podobě skutečné predikce opotřebení zařízení a dle toho plánované údržby. [7]

Nastupující digitalizace průmyslu ovšem přináší do oblasti prediktivní údržby příležitost pro její mnohem větší rozšíření. Na trhu se objevují nové senzory pro hodnocení technického stavu strojů se schopností rychlé výměny dat s úložišti. Implementací informačních systémů řízení údržby (ISÚ) se zvyšuje množství jejich instalací do nových strojů přímo výrobcí a rovněž zabezpečení výstupu dat ze strojů do softwarů na řízení údržby tzv. Condition Monitoring (monitorování stavu zařízení). Softwary na řízení údržby se dále více přizpůsobují práci s velkým množstvím on-line měřených dat ze strojů, jejich vyhodnocování a predikci budoucího stavu strojů. Mezi pozitivní faktory je potřeba rovněž vnímat větší míru popularizace prediktivní údržby jako jednoho z klíčových nástrojů pro zvýšení efektivity a produktivity výrobních podniků mezi manažery, kteří více než dříve podporují její zavádění. Začlenění vhodné prediktivní údržby do systému řízení údržby vede k úsporám nákladů na údržbu strojů a eliminaci rizika prostojů výroby a ztráty zákazníků či dopadů do bezpečnosti práce a životního prostředí, nebo spotřeby energií. [7]

Vytvoření vlastního systému není složité a znamená především: [12]

1. Analýzu záznamů o historii poruch, jejich projevech, příčinách a dopadech v informačním systému řízení údržby.
2. Výběr veličin vypovídajících o míře provozování daného zařízení a o míře opotřebení kritických funkčních částí.
3. Výběr mezi on-line odečítáním hodnot těchto veličin nebo jejich intervalovým pochůzkovým sběrem.
4. Výběr a hodnocení výsledků vlastním proškoleným pracovníkem, externím specialistou či SW.

5. Nákup příslušného vybavení, instalace senzorů, připojení strojů a konfigurace informačního systému.

6. Vyhodnocování získaných hodnot a optimalizace plánů preventivní údržby.

Mezi hlavní funkce informačního systému údržby patří zpracování, vizualizace, analýza a archivace měřených dat. Automatické generování alarmů při překročení nastavených mezních hodnot a hlášení ve formě SMS, e-mailů a generování požadavků na údržbu nebo pracovních příkazů. V analytické části informační systémy zobrazují historii a trendy sledovaných událostí s následnou predikcí. Tyto systémy posilují roli a význam kvalifikovaných techniků a inženýrů údržby k růstu a lepšímu uplatnění ve prospěch svých společností. [7]

3.10. Posouzení implementace průmyslu 4.0 SWOT analýzou [7], [9]

**Silné stránky:**

- zvýšená produktivita, efektivita, (globální) konkurenceschopnost a kvalita,
- růst vysoce kvalifikovaných a dobře placených pracovních míst,
- lepší spokojenost zákazníka – nové trhy: rozmanitost výrobků, přizpůsobení produktu,
- flexibilita a řízení výroby,
- náhrada rutinní pracovní činnosti robotizovaným pracovištěm (robot se dá koupit, pracovník ne),
- využití pro zvýšení bezpečnosti práce na pracovišti – BOZP,
- v oblasti údržby predikce vzniku možných vad.

### **Příležitosti:**

- posílit postavení Evropy (potažmo i ČR) jako předního světového lídra v oblasti zpracovatelského průmyslu (a dalších odvětvích),
- rozšiřovat trh pro nové produkty, služby a praktická vzdělávací střediska,
- možnost i pro malé a střední podniky účastnit se na nových projektech a nově vzniklých trzích,
- včasné zachycení nástupu Průmyslu 4.0 a jeho implementace,
- využití blízkosti německého průmyslu a dynamiky automotive,
- týmová spolupráce při implementaci,
- zvýšení prestiže pracovníků údržby v organizační struktuře.

### **Slabé stránky:**

- náklady na implementaci a vývoj Průmyslu 4.0,
- nutná změna kvalifikace pracovní síly,
- nezaměstnanost nekvalifikovaných lidí,
- závislost na celé řadě faktorů včetně standardizace a nabídky kvalifikovaných pracovníků,
- nelze realizovat bez dobré spolupráce mezi profesemi (IT, údržba, výroba, diagnostik, ekonom, pracovník kvality),
- současný vzdělávací systém zaostává za potřebami průmyslu 4.0,
- nedostatečné pokrytí území vysokorychlostním internetem,
- v oblasti údržby nepřipravenost řízeného systému dokumentů – PASPORT.

### **Hrozby:**

- kybernetická bezpečnost, duševní vlastnictví, ochrana osobních údajů,
- neexistující standardizace,
- současný vzdělávací systém není dostatečně schopen pružně reagovat na změny požadované implementací průmyslu 4.0 a realizovat je,
- negativní dopady na trh práce,
- snížení obezřetnosti pracovníku na rizikových pracovištích,
- v oblasti údržby nebezpečí odstranění subjektivní údržby.

## 4. Popis současného stavu systému údržby v daném podniku

Pro využití možností 4. Průmyslové revoluce v údržbě jsem si vybral společnost MCSyncro Kolín s.r.o., která vyrábí hotová kola pro TPCA (Toyota, Peugeot, Citroen, Automotive) Kolín s.r.o. [1]

V této společnosti jsem čtyři roky absolvoval prázdninovou praxi a měl jsem možnost seznámit se s obsluhu a údržbu jednotlivých zařízení. V průběhu celozávodních odstávek jsem poznal strategii plánování údržbářských úkonů a jejich realizaci. To mi umožnilo získat i praktické zkušenosti se zavedeným způsobem údržby. Tyto poznatky jsem již využil při zpracování mé bakalářské práce na téma „Možnosti technické diagnostiky v údržbě vybraného podniku“, kterou jsem v roce 2016 úspěšně obhájil.

V době, kdy jsem ve společnosti MCSyncro pracoval, byl instalován do všech rozvaděčů ochranných protipožárních systémů TEPOSTOP. Tento systém je schopen prostřednictvím komunikační sítě upozornit techniky údržby na zvýšenou teplotu či výskyt dýmu v rozvaděči a v případě překročení nastavených limitů zařízení odpojit. Lze říci, že tento systém byl již prvním krokem využití nástrojů 4. průmyslové revoluce.

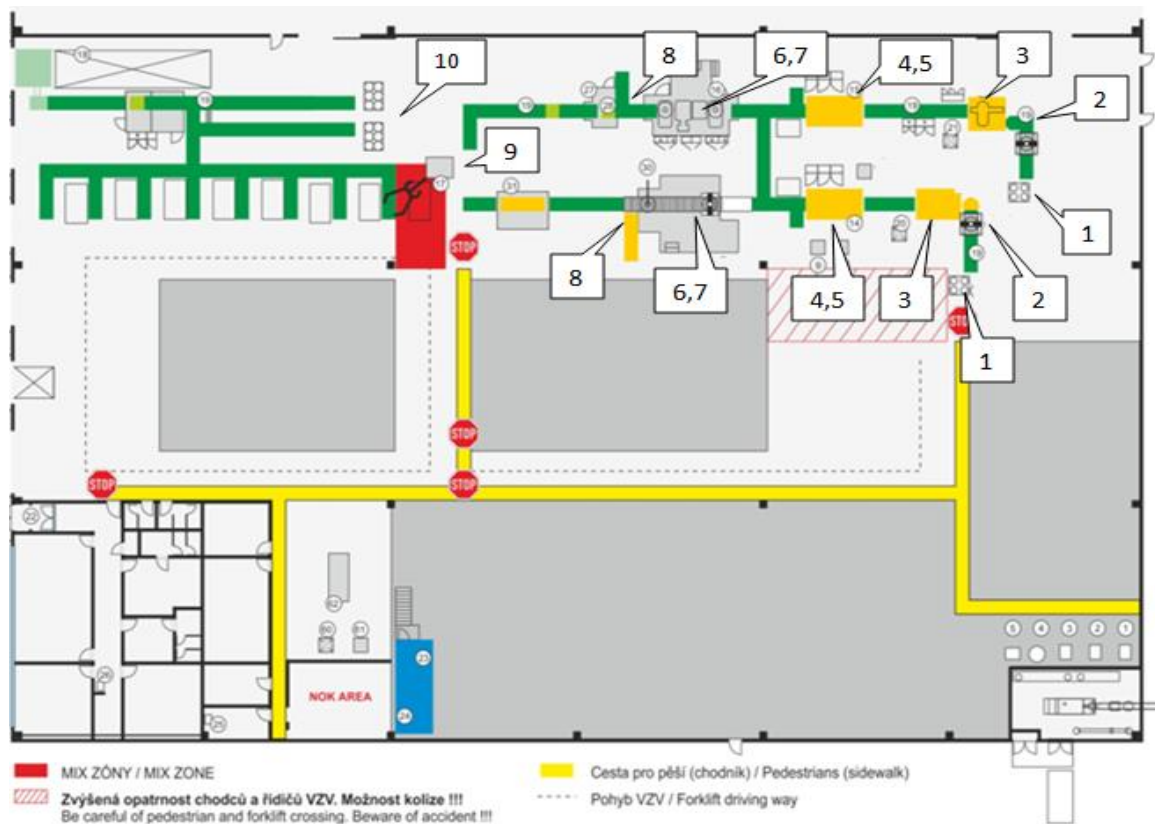
### 4.1. Popis výrobního procesu

Předmětem činnosti uvedené společnosti je zhotovování hotových kol dle potřeby zákazníka. Proces výroby, respektive servisu, probíhá tak, že na základě předem stanoveného týdenního plánu jsou do společnosti dodávány pneumatiky a disky (celkem 18 variant), ze kterých jsou zhotovována (montována) hotová kola. Disky i pneumatiky dodává zákazník.

Výrobní proces probíhá na dvou linkách (viz schéma č.2), které mohou pracovat společně, každá samostatně anebo v rámci back-up systému kombinovaně. Instalované výrobní technologie umožňují výrobu hotového kola následujícími operacemi: [1]

1. Montáž ventilku do disku kola.
2. Příprava disku a pneumatiky pro montáž (soaping).
3. Zařízení pro montáž pneumatik na disk (mounting).
4. Zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem (fitting).
5. Zařízení pro provedení kalibrace správné pozice pneumatiky na disku (calibration).
6. Zařízení pro automatické vyvážení a montáž závaží (main balancing).
7. Kontrola vyvážení (control balancing).
8. Kontrola správného nahuštění (press control).
9. Výstupní kontrola.
10. Expedice.

Schéma 2 Znárodnění výrobní linky



Zdroj: Interní materiál firmy

## 4.2. Popis údržby ve společnosti

Ve společnosti byl od založení zaveden systém údržby po poruše. Vzhledem k tomu, že do společnosti byly dodány nové stroje, použité stroje a některá zařízení byla v průběhu činnosti společnosti vyvinuta speciálně pro potřeby výroby, byly v průběhu prvních pěti let shromažďovány informace o jednotlivých údržbářských zásazích. Tyto informace byly následně využity k postupnému zavádění preventivní údržby. Hlavní a rozsáhlé údržbářské činnosti jsou plánovány vždy na letní odstávku (14 dní). Vysoký důraz je kladen na vedení technické dokumentace (pasport), který je veden u všech strojních zařízení na základě stejné osnovy. Tento systém je základem pro využití nástrojů implementace 4.0 do údržby.

## 4.3. Nejlepší světová praxe v údržbě obdobných podniků

Porovnání systému údržby zavedeném v MCSyncro Kolín s jinými světovými organizacemi, jako Rad systém, EUROFIT, SCHENK, bylo konzultováno s manažerem údržby. Systém preventivní údržby na bázi diagnostických měření je používán v podstatě ve všech podnicích podobného charakteru. Zavedený systém odpovídá stupni zkušeností, vzdělání a zaměření managementu údržby a koncepce strategie společnosti. U zahraničních organizací se ve větší míře objevuje využívání outsourcingu. To znamená, že pro údržbu jsou využívány dodavatelé pro speciální opravy, např. Siemens a Rockwell automatizací, pro řídicí systémy technologií a linek. Dále servisní organizace Festo pro servis pneumatických systémů, společnost Crane pro údržbu jeřábů, Společnost Still nebo Toyota pro údržbu vysokozdvíhacích vozíků. Společnost Demag a Sew jsou využívány pro údržbu technologických zařízení linek, společnost Veskom a Atlas Copco pro údržbu kompresorových stanic. [1]

Při využití těchto externích služeb role vlastní údržby spočívá hlavně v evidenci provedených zásahů a objednávání následných servisů dle stanovených lhůt. I u těchto světových organizací jsou prováděny některé opravy po poruše a velké opravy plánovány na období letní odstávky podniku. Vzhledem k tomu, že i ostatní dodavatelé těchto servisních služeb jsou přímo napojeni na výrobní závody automobilů, jsou servisní zásahy plánovány v návaznosti na odstávky těchto výroben. Ve vazbě na velikosti a typy dodávaných kol může být sestava linek ještě vybavena dalšími zařízeními pro měření uniformity TUV (SEIFTER). U podobných světových závodů je pro manipulaci s koly konec výrobní linky vybaven ještě robotizovaným pracovištěm. Jednotlivé závody se od sebe liší velikostí, technologickými



zařízeními, délkou výrobních linek a vyráběným sortimentem. Tyto skutečnosti mohou významným způsobem ovlivňovat řízení údržby a její nákladovost.

V posledních letech se stále objevují tendence nahrazení lidské činnosti robotem. Jedná se například automatickou montáž ventilku do disku (Ford), automatickou montáž závaží při vyvažování (3M), automatické provádění expedice hotových kol (RFID, GANTRI-Mercedes). Zavádění těchto moderních metod se následně odráží v systému údržby zvýšeným stupněm outsourcingu. To znamená, že pro údržbu jsou využívány pouze specialisté dodavatelů zařízení dle servisních smluv, nebo mohou být, hlavně v případě řídicích systémů, prováděny servisní zásahy i na dálku prostřednictvím sítě Intranet.

## 5. Návrh využití možnosti Průmysl 4.0 pro predikci stavu zařízení a digitalizaci systému údržby

Při vlastním návrhu využití možností Průmyslu 4.0 pro predikci stavu zařízení a digitalizaci systému údržby mi pomohla vize displeje moderního automobilu. Když může řidič automobilu dostat na displeji informaci jako například množství paliva, rychlost, otáčky, teplota oleje, opotřebením brzdových destiček, snížení tlaku pneumatikách, množství kapaliny v ostřikovači, ale i o kterémkoliv nefunkční žárovce a termínu blížícího se povinného servisu, proč nám tyto informace neposkytují i jednotlivá strojní zařízení zařazená do výrobního procesu sledované společnosti.

Návrh využití možnosti Průmyslu 4.0 pro predikci stavu jednotlivých výrobních linek ve společnosti MCSyncro Kolín vychází z dvanáctiletých záznamů o vzniklých poruchách, jejich odstranění a z řešení otázek bezpečnosti práce a kvality výrobních systémů.

Pro vlastní implementaci by měl být dodržen akční plán pro zavedení.

Akční plán se skládá z těchto kroků:

- sestavení realizačního týmu (stanovuje vedení společnosti),
- vytipování oblasti zavedení,
- stanovení specifických kroků,
- analýza kvalifikace pracovníků,
- analýza potřeb v oblasti vzdělání, doškolení,
- analýza potřeb oblasti kvalifikovaného personálu – nové lidi,
- harmonogram implementace a zodpovědnosti.

Seznam možných implementačních bodů ve společnosti:

1. Využití nástrojů 4.0 v oblasti bezpečnosti práce
  - Možnosti IBM
2. Zavedení řídicího systému údržby
  - Evidence skladu náhradních dílů (nákup a spotřeba)
  - Sběr informací o nákladech na údržbu
  - Celková efektivita zařízení
3. Využití digitalizace Pasportu
  - Převedení pasportů do elektronické podoby
  - Řazení dokumentů pasportu
  - Nastavení přístupu do systému pro provádění aktualizace dat
4. Sjednocení procesních řídicích systémů
  - Výměna řídicích systému Simatic S5 za řídicích systému Simatic S7
5. Ukládání dat systému údržby
  - Samostatný server
  - Zajištění přenosu dat
6. Využití chytrých brýlí pro Průmysl 4.0
  - Pomůcka pro řízení provádění oprav
7. Možnosti implementace systému 4.0 do jednotlivých zařízení – sběr vytipovaných dat
  - a) Zařízení pro montáž pneumatik na disk (mounting)
  - b) Zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem a kalibrace (fitting + calibration)
  - c) Zařízení pro automatické vyvažování kol (main and control balancing)

### 5.1 Využití nástrojů 4.0 v oblasti bezpečnosti práce

Bezpečnosti práce je ve společnosti věnována vysoká pozornost s ohledem na uvědomění managementu, že největším majetkem společnosti je lidský potenciál. V průběhu minulých let byl nainstalován do celé společnosti kamerový systém, jehož hlavním účelem bylo sledovat činnost strojních zařízení tak, aby byly detekovány případné možné příčiny vzniklých poruch, havárií nebo kvalitativních nedostatků. V průběhu používání kamerového systému se ukázalo, že může zároveň sloužit jako systém, kterým lze zjistit nedodržení stanovených postupů a předpisů.

Jako potenciální možnosti pro implementaci se jeví například IBM Watson Lot:

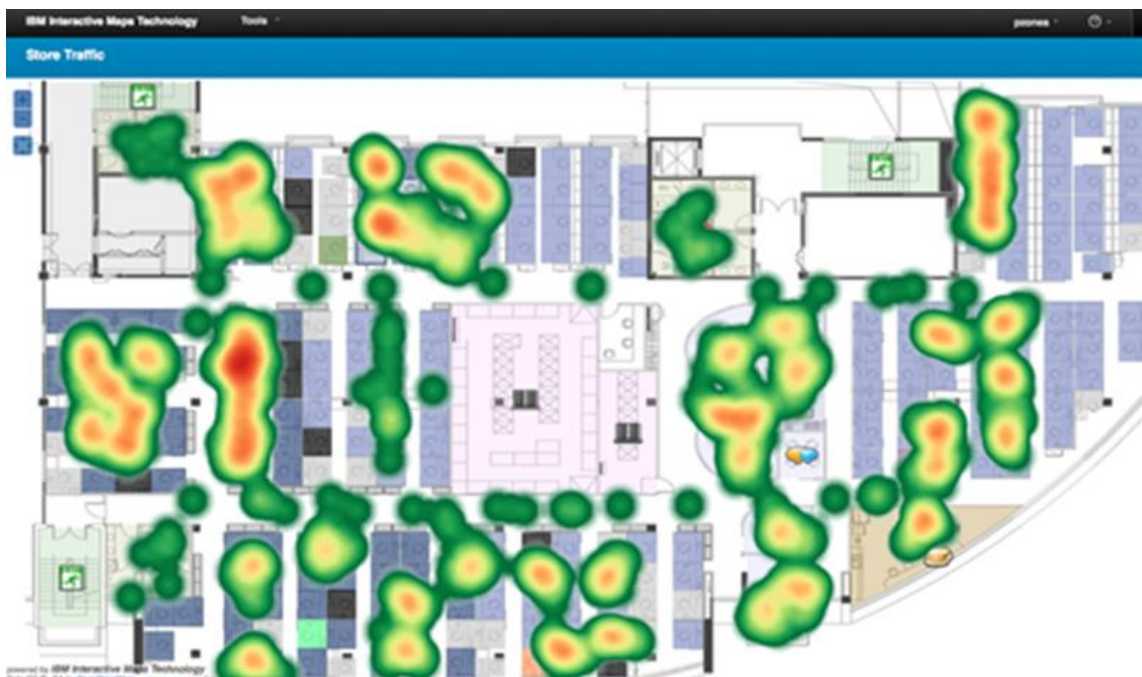
**a) Monitorování dělníků**

Tato technologie umožňuje monitorovat stav pracovníků v průběhu provádění pracovních činností. Pomocí chytrých náramků monitorujících tělesné hodnoty lze sledovat míru zatížení a fyzický stav v průběhu vykonávání pracovních činností (riziková pracoviště). [10]

**b) Teplotní mapa a analýza rizikových míst v podniku – Lokalizace pracovníků**

Tato bezpečnostní aplikace je schopna monitorovat, kde se pracovník právě pohybuje. V oblasti prevence rizik to lze využít při sledování míst s nejčastějším výskytem pracovních úrazů. Data jsou získávána pomocí senzorů umístěných do pracovních vest dělníků. Pomocí akcelerometru mohou signalizovat případný pád zaměstnance nebo vstup do prostoru se zvýšeným nebezpečím (rozvodna, sklad chemikálií...).[10]

*Obrázek 6 Příklad Heat mapy*



Zdroj: IBM Watson IoT, Bezpečnost práce a Industry 4.0, prezentace

### c) **Visual recognition – analýza obrazu z kamer**

Tento systém funguje na základě kamer, které jsou nainstalovány v podniku a dokáží analyzovat obraz v reálném čase a vyhodnotit nastavené parametry. Například je-li do systému zadán obraz dělníka s ochranou přilbou, tak v případě, kdy kamery zaznamenají pracovníka bez přilby, okamžitě vysílají signál k jeho nadřízenému. [10]

#### 5.2 Zavedení řídicího systému údržby

Úspěšné řízení údržby je stavěno na úplné dokumentaci všech souvisejících činností. Dobře fungující systém údržby musí být plánovaný a přehledně dokumentovaný – musí být zcela jasné kdy, kdo, jak a čím má kterou údržbu provádět. Dále musí být zpětně zjistitelné jak, kým, kdy, s jakou pracností, prostojem atd. byla údržba provedena, jaké náklady byly spojeny s údržbou. Tyto všechny faktory by měly být pravidelně dokumentovány a analyzovány.

V praxi to znamená, že podniky jsou nuceny využít informační systém údržby (ISÚ), aby mohly veškerá data ukládat do elektronické podoby. Výhodou zavedení informačního systému údržby je, že se nejen všechna data elektronické podobě ukládají, ale i skutečnost, že si je pracovník údržby vědom toho, že jeho činnost může být snadno zkontrolována (analýzou dat z ISÚ) a chová se výrazně zodpovědněji než za stavu, kdy si je téměř jist, že kontrola jeho činností je obtížná (záznamy v papírové podobě).

Základní myšlenkou počítačové podpory řízení údržby vychází ze zásad logického řídicího systému, jehož hlavním cílem je plánovat, řídit, kontrolovat materiálové a informační tok tak, aby byly dosaženy výkonové a ekonomické cíle. Podstatnou součástí řídicího systému je informační řídicí systém, jehož úkolem je pořizování, ukládání, zpracování a přenášení údajů plánovaných a skutečných. Správně vytvořený informační systém by měl současně stanovené analýzy provádět automaticky a na základě jejich výsledků upozorňovat manažera údržby na mezní stavy. [14]

Klíčový je automatický sběr dat přímo ze strojního zařízení, linek a pracovních stanic pro on-line záznamy začátků a konců prostojů, jejich příčin, počtu shodných a neshodných kusů, včetně příčin těchto neshod. Připojení může být realizováno mnoha způsoby, od přímé komunikace s řídicími počítači strojů, přes PLC, až po snímání signálu na svorkách v elektrorozvaděčích strojů nebo přidání nových snímačů. [17]

Základní vstupní informace, ukládané do bází dat, by především měly dát odpovědi na tyto otázky: [14]

1. CO (udržovat) – báze udržovaných objektů včetně cyklu preventivní údržby, diagnostického měření, postupů řešení havarijních poruch...
2. KDY – báze intervalů údržby, varovných signálů...
3. JAK – báze údržbářských postupů včetně potřebných pomůcek, náradí, měřících zařízení.
4. KDO – báze pracovníků údržby, včetně kvalifikace, outsourcovaných firem.
5. ČÍM – báze materiálu a náhradních dílů použitých na údržbu.
6. ZA KOLIK – báze nákladů na údržbu.

#### 5.2.1 Evidence skladu náhradních dílů

Evidence skladu náhradních dílů v elektronické podobě (nákup a spotřeba) je jednou ze základních informací pro sledování nákladů údržby. Je nezbytně nutné, aby systém skladování materiálu údržby a náhradních dílů umožňoval: [14]

1. Rychlý proces příjmu a zaskladnění na vhodné skladovací pozici.
2. Dostatečnou identifikaci skladovaných dílů a materiálů.
3. Rychlé nalezení dílu a přichystání.
4. Bezpracnou evidenci skladovaného materiálu.
5. Minimální chybovost a inventurní rozdíly.
6. Předpoklady pro efektivní řízení údržby.
7. Sledování pohybu (nákup a spotřeba).
8. Informaci o ceně.
9. Přehled o vystavených objednávkách a stavu dodávky.
10. Informovanost o kritickém stavu náhradních dílů.
11. Poskytnutí informace o nepotřebných náhradních dílech ve vazbě na likvidaci zařízení.

Současně zavedené systémy zároveň umožňují, aby k jednotlivým dílům mohly být dostupné další informace jako například: Způsobu montáže, způsobu skladování, použité materiály, výkres dílu apod. Data související s naskladňováním a vyskladňováním stejně tak jako o objednávkách a cenách je nutno vkládat do informačního systému pomocí vzájemně komunikujících modulů.

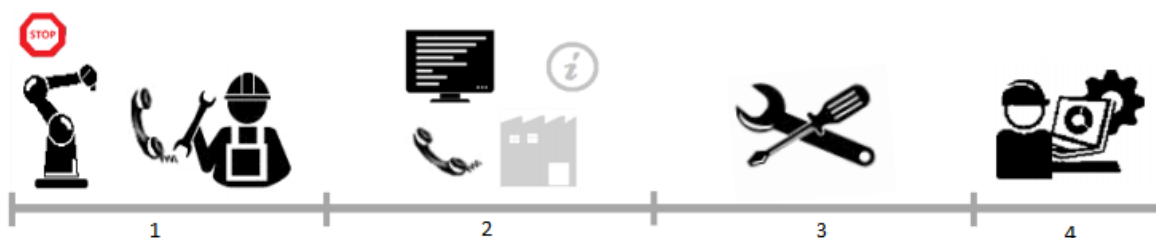
### 5.2.2 Sběr informací o nákladech na údržbu.

Vhodné aplikace údržby jsou schopny umožnit pracovníkům údržby využití chytrých mobilních telefonů, tabletů k zadávání požadavků na údržbu, vytváření nových pracovních příkazů, odepisování existujících pracovních příkazů po odstranění poruchy. Dále mohou umožňovat provádění záznamů z pochůzek, evidenci zjištěných závad a technického stavu zařízení a odběr náhradních dílů ze skladu pro provedení opravy. [18]

Takto získané informace sdílené prostřednictvím řídicího systému, zároveň zkrácení časových period, se projeví ve snížených nákladech na údržbu, viz schéma č. 3

*Schéma 3 Výhody implementací systému sběru a přenosu dat*

#### Před zavedením



#### Po zavedení



**Fáze:** 1 - zajištění závady 2 - zavolání údržbáře 3 - zajištění opravy 4 - informace o opravě

Zdroj: [https://theses.cz/id/dbpfht/zaverecna\\_prace.pdf](https://theses.cz/id/dbpfht/zaverecna_prace.pdf)

### 5.3 Digitalizace Pasportu

Hlavním cílem digitalizace dokumentací pro údržbu je převedení pasportu do digitální podoby. Při digitalizaci pasportu je nezbytné postupovat dle zavedeného systému řazení dokumentu (Tabulka č.2). Pokud jsou stávající dokumenty řazeny dle tohoto systému, je po digitalizaci umožněno uživateli okamžitě najít informace potřebné při provádění údržby, oprav, objednávání náhradních dílů, zjišťování náhradních dílů na skladě, revizích, záznamů o poruchách vždy pod stejným identifikačním číslem. Výhodou tohoto systému je, že lze již při nákupu nových strojů pasport vyžadovat na dodavateli v digitální podobě a řazení podle tohoto systému. Předností tohoto systému je efektivní využití času údržbáře při hledání potřebných informací.

Tabulka 2 Řazení dokumentů pasportu

1	POPIS STROJE – FOTO
2	POKYNY PRO TRANSPORT
3	SCHÉMA ZAŘÍZENÍ / S, E, MaR, H,P
4	MAZACÍ PLÁNY – NÁVODY
5	POKYNY PRO PROVOZ A ÚDRŽBU
6	CERTIFIKACE – ATESTY – REVIZE
7	KATALOG NÁHRADNÍCH DÍLŮ
8	BEZPEČNOSTNÍ PŘEDPISY – NORMY
9	PLÁN ÚDRŽBY
10	PREVENTIVNÍ ÚDRŽBA – DIAGNOSTIKA
11	ZÁZNAMY O PORUCHÁCH + ODSTRANĚNÍ
12	ZÁRUČNÍ LÍSTY – PODMÍNKY
13	VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ
14	DATA ŘÍDICÍHO SYSTÉMU PRO PRŮMYSL 4.0

Zdroj: Interní materiál firmy

#### 5.3.1 Nastavení přístupu do systému pro práci s daty

Při implementaci vhodného systému je nutné stanovit architekturu práce s daty. Architektura představuje jasný přehled o oprávněních a možnostech vstupu do systému za účelem čerpání dat a zároveň stanovuje oprávněné osoby pro aktualizaci těchto dat, popřípadě pro jejich čerpání do analytických systémů pro zjišťování nákladovosti a efektivity údržby.

## 5.4 Sjednocení procesních řídicích systémů

Pro zjednodušení komunikace a zavedení jednotného systému sběru dat je nutno sjednotit řídicí systém jednotlivých strojních zařízení. S ohledem na rozličné stáří jednotlivých zařízení má tento bod prioritu. V současné době se jeví jako nejvhodnější využití systému Siemens Simatic S7.

## 5.5 Ukládání dat systému údržby

Z dosud získaných zkušeností i a ve vazbě na velikost společnosti se jeví vzhledem k bezpečnosti dat jako výhodnější ukládání dat do vlastního serveru oproti ukládání dat do cloudů. Vzhledem důležitosti tohoto bodu byl samostatný server již nainstalován. Z dosud získaných informací se jeví v podmínkách organizace jako vhodnější pro přenos dat využití optických kabelů.

## 5.6 Využití chytrých brýlí pro Průmysl 4.0

Chytré brýle s aplikacemi pro Průmysl 4.0 patří mezi nejnovější technologie výrobních informačních systémů.

Využití chytrých brýlí rozšiřuje možnosti využití digitální technologie pro denní činnost seřizovačů, údržbářů a kontrolorů kvality. Umožňuje například po načtení kódu zařízení přístup k datům potřebným pro seřízení stroje, provedení údržbářských úkonů, popřípadě k získání údajů pro kontrolu kvality. Kromě toho rovněž výrazně zjednodušuje, zkvalitňuje a zkracuje dobu zaškolování nových pracovníků a rozšiřování znalostí stávajících pracovníků.

Mezi typické úkony, kde je plánováno využití chytrých brýlí v průmyslu patří: [11]

- Práce s pracovními příkazy – evidence provedení jednotlivých kroků opravy.
- Kontrola postupů – evidence provedení kontrolních plánů
- Inspekce kvality a bezpečnosti práce – zobrazování a evidence provedení inspekci včetně jejich lokací.
- Vzdálená podpora – sdílení obrazu a zvuku mezi pracovníky v terénu, dispečery a odborníky poskytujícími vzdálenou podporu.
- Náповěda – zobrazování nápovědy, manuálů, pasportů, výkresů a 3D modelů a přehrávání instruktážních videí.
- Stav skladů – identifikace náhradních dílů na skladě a jejich pohyb.
- Dokumentování a sdílení – záznamy prováděné práce, fotografie, videa, včetně tvorby instruktážních videí.



## 5.7 Možnosti implementace systému 4.0 do jednotlivých zařízení – sběr vytipovaných dat

Při posuzování možnosti využití strategie Průmysl 4.0 pro údržbu jednotlivých zařízení bylo postupováno v souladu se znázorněním výrobní linky (schéma č. 2 - strana 22). Posouzení bylo provedeno na těchto zařízeních:

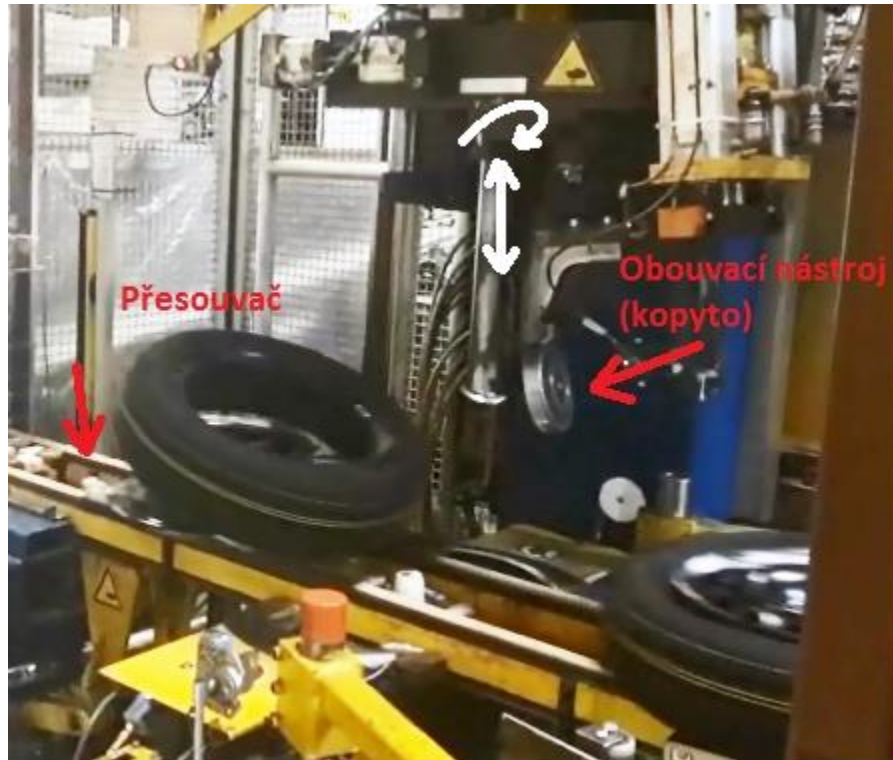
- a) zařízení pro montáž pneumatik na disk (mounting),
- b) zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem a kalibrace (fitting + calibration),
- c) zařízení pro automatické vyvažování kol (main and control balancing).

### 5.7.1 Zařízení pro montáž pneumatik na disk (mounting)

#### **Popis strojího zařízení a výrobního procesu:**

Toto strojní zařízení slouží k obutí pneumatiky na disk. Disk a pneumatika jsou po automatickém namazání dosedacích ploch vloženy do přesouvače montážního zařízení a odblokováním je zahájena montážní operace. Disk je v místě montáže upnut pomocí čelistí a montážní nástroj po dojetí na montážní pozici rotačním pohybem provede obutí (montáž). Po ukončení tohoto cyklu se automaticky posouvá smontované kolo na další operaci.

*Obrázek 7 Zařízení pro montáž pneumatiky na disk – Hofman*



*Zdroj: Interní materiál firmy*

## Údržba strojního zařízení:

Současná údržba strojního zařízení je prováděna formou:

1. TPM – Total Productive Maintenance
  - a) kontrola funkce světelné závoře, optických čidel (rozsvícení led světel na závoře, čidla),
  - b) kontrola funkce tlačítek TOTAL STOP,
  - c) kontrola rozvodu tlakového vzduchu (manometr na levé straně stroje – 8 bar)
  - d) kontrola hladiny oleje v redukčním ventilu (nádobka na levé straně stroje s ryskami Min / Max),
  - e) kontrola neporušenosti nástrojů (obouvací kolečko, kopyto bez ostrých hran),
  - f) kontrola světel na ovládacím panelu (musí se rozsvítit všechna světla),
  - g) očištění magnetického čidla,
  - h) kontrola neporušenosti (očištění dosedacích ploch disku),
  - i) kontrola správné funkce přípravku pro montáž ventilku.

Všechny tyto úkony jsou prováděny formou TPM a jsou zaznamenávány na předepsaný formulář (viz příloha č. 1, 2)

2. Preventivní údržby – Provedení předepsaných činností, které jsou stanoveny v pasportu (Tabulka č. 2 řazení dokumentů pasportu – strana 30), v plánu preventivní údržby a mazacím plánu zpracovaném na základě zkušeností managementu údržby viz příloha č.7, 8.
3. Údržby po poruše – při poruše je údržbář přivoláván operátorem linky pomocí zvukového signálu. Údržbář na místě zjišťuje příčinu poruchy a zajišťuje opětovné uvedení stroje do provozu. Pro zjištění příčiny využívá dat z displeje řídicího panelu. Provedené úkony jsou zaznamenávány do knihy evidence poruch tohoto zařízení.

#### **Využití a možnosti 4. Průmyslové revoluce v údržbě**

a) Čipová karta

Operátor by využíval čipovou kartu pro uvedení stroje do provozu a zároveň by tím potvrzoval, že provedl TPM. Tento systém by umožňoval identifikaci vad ve vazbě na obsluhu. Zároveň operátor čipovou kartou po provedení opravy potvrzuje převzetí stroje do výrobního procesu (potvrzuje délku opravy). Údržbář by prováděl pomocí čipové karty potvrzení příchodu ke strojnímu zařízení. Pomocí tohoto systému lze sledovat reakční čas od oznámení poruchy a délku opravy (OEE – celková efektivnost zařízení).

b) Instalace tabletu na výrobní zařízení

Využitím tabletu dojde k nahrazení knihy poruch a formulářů TPM. Instalovaný SW do tabletu umožňuje digitalizaci a archivaci provedení pracovních úkonů. Další možnosti tabletu je, při digitalizaci pasportu, umožnění náhledu do potřebných dokumentů pro provedení opravy (katalog náhradních dílů, schéma zařízení – strojní, elektro, pneumatické) a do skladu náhradních dílů.

c) Sledování odběru elektrického proudu – příkonu

Pomocí příslušného čidla umístěném na motoru obouvacího nástroje lze sledovat odběr elektrického proudu (příkon) v průběhu montážní operace. Tento systém by umožnil predikovat zhoršení stavu motoru (poškozené – zadírající se ložisko) nebo upozorňovat na chybu při předchozí operaci namazání. Pokud nejsou správně namazány dosedací plochy u disku a pneumatiky, je k obutí potřebný vyšší krouticí moment, který je signalizován vyšším odběrem proudu. Nedostatečně namazaný disk nebo pneumatika vede ke vzniku neshodného výrobku.

d) Přenos dat polohy obouvacího nástroje

Přenosem dat polohy obouvacího nástroje do správné polohy pro obouvání (informace lze získat z PLC) je možné predikovat blížící se poruchový stav. Tato informace umožňuje signalizaci špatného stavu brzdy motoru nástroje a vyslání signálu o blížící se poruše do počítače údržbáře.

e) Snímání čárového kódu jednotlivých pneumatik

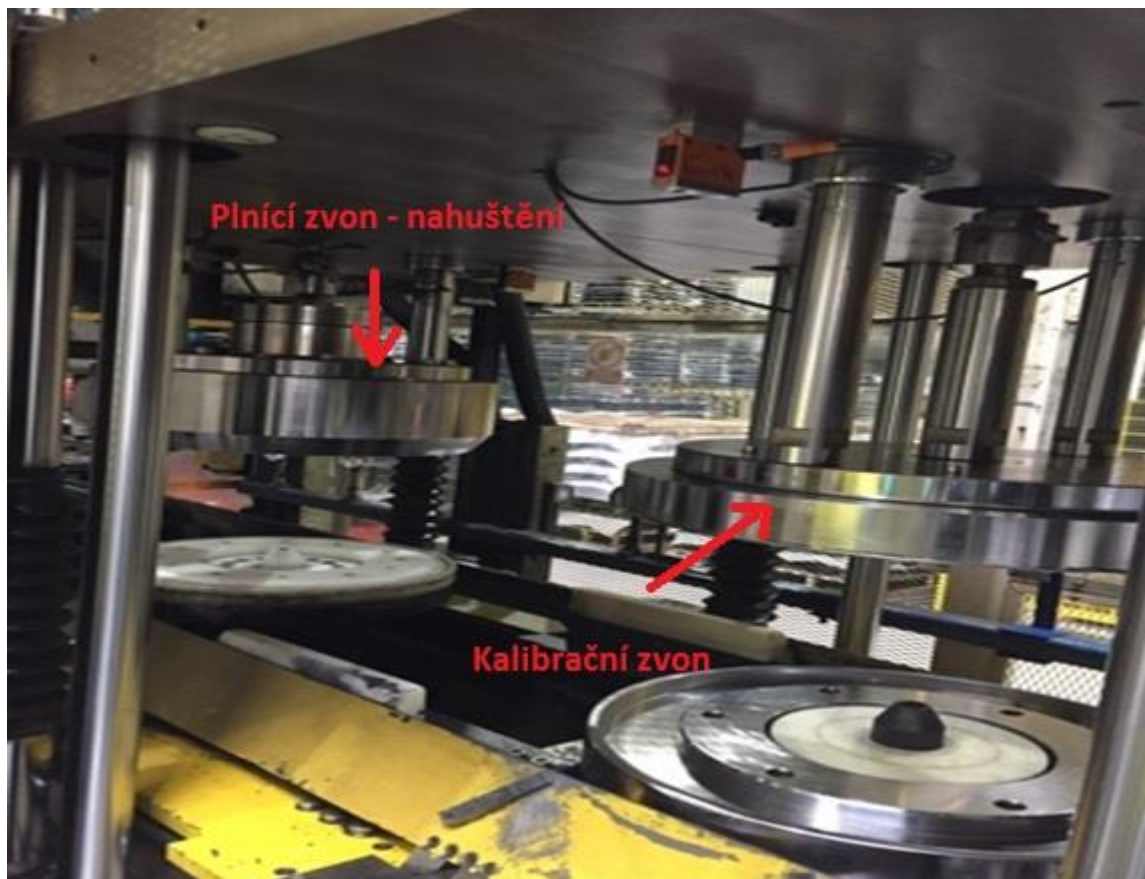
Snímání čárového kódu jednotlivých pneumatik umožňuje identifikaci každého výrobku. To znamená, že v případě signalizace např. vadné polohy nástroje nebo nedokonale namazané pneumatiky lze dohledat výrobek s vadou.

## 5.7.2 Zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem + kalibrace (fitting + calibration)

### **Popis strojího zařízení a výrobního procesu:**

Zařízení slouží k provedení nahuštění pneumatiky na daný stanovený tlak. Z předchozí operace obuté kolo najíždí z dopravníku do tohoto stroje, kde po automatickém vycentrování dojde po přitlaku plnicího zvonu k nahuštění. Následná operace po přesunutí kola je automatická kalibrace. Zde přitlakem kalibračního nástroje dojde k dosednutí pneumatiky po celém obvodě do správné pozice.

*Obrázek 8 Zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem + kalibrace - Gyselink*



*Zdroj: Interní materiál firmy*

## Údržba strojního zařízení:

Současná údržba strojního zařízení je prováděna formou:

1. TPM – Total Productive Maintenance
  - a) kontrola tlačítka TOTAL STOP a koncových spínačů dveří,
  - b) kontrola množství oleje,
  - c) očistit a zkontrolovat snímače a zrcadla, funkčnost (rozsvícení ledky na snímači),
  - d) očistit a zkontrolovat hranu foukacího a formovacího zvonu,
  - e) kontrola světel na ovládacím panelu (všechna světla se musí rozsvítit),
  - f) očistit dosedací plochy disku a pneumatiky, žluté vodící lišty,
  - g) očistit a zkontrolovat silonový kruh pod foukacím zvonem, centrovací pin,
  - h) očistit a zkontrolovat kovový kruh pod formovacím zvonem.

Všechny tyto úkony jsou prováděny formou TPM a jsou zaznamenávány na předepsaný formulář (viz příloha č. 3, 4)

2. Preventivní údržby – Provedení předepsaných činností, kterou jsou stanoveny v pasportu (Tabulka č. 2 řazení dokumentů pasportu – strana 30), v plánu preventivní údržby a mazacím plánu zpracovaném na základě zkušeností managementu údržby viz příloha č. 8, 9.
3. Údržby po poruše – při poruše je údržbář přivoláván operátorem linky pomocí zvukového signálu. Údržbář na místě zjišťuje příčinu poruchy a zajišťuje opětovné uvedení stroje do provozu. Pro zjištění příčiny využívá dat z displeje řídicího panelu. Provedené úkony jsou zaznamenávány do knihy evidence poruch tohoto zařízení.

#### **Využití a možnosti 4. Průmyslové revoluce v údržbě**

a) Čipová karta

Operátor by využíval čipovou kartu pro uvedení stroje do provozu a zároveň by tím potvrzoval, že provedl TPM. Tento systém by umožňoval identifikaci vad ve vazbě na obsluhu. Zároveň operátor čipovou kartou po provedení opravy potvrzuje převzetí stroje do výrobního procesu (potvrzuje délku opravy). Údržbář by prováděl pomocí čipové karty potvrzení příchodu ke strojnímu zařízení. Pomocí tohoto systému lze sledovat reakční čas od oznámení poruchy a délku opravy (OEE – celková efektivnost zařízení)

b) Instalace tabletu na výrobní zařízení

Využitím tabletu dojde k nahrazení knihy poruch a formulářů TPM. Instalovaný SW do tabletu umožňuje digitalizaci a archivaci provedení pracovních úkonů. Další možností tabletu je, při digitalizaci pasportu, umožnění náhledu do potřebných dokumentů pro provedení opravy (katalog náhradních dílů, schéma zařízení – strojní, elektro, pneumatické, hydraulické) a do skladu náhradních dílů.

c) Sledování odběru elektrického proudu – příkonu

Pomocí příslušného čidla umístěném na motoru zubového čerpadla hydraulického systému lze sledovat odběr elektrického proudu (příkon) v průběhu provozu. Tento systém by umožnil predikovat zhoršení stavu motoru (poškozené – zadírající se ložisko), stavu zubového čerpadla (poškozené ložisko zubového čerpadla) a zhoršení kvality oleje (snížení viskozity).

d) Instalace senzorů pro zajištění správné polohy kola

Pomocí instalace senzorů (fotobuněk) zajistit kontrolu správné pozice kola před provedením operace huštění a kalibrace kola. Zapojením senzorů do řídicího systému je predikována špatná poloha kola, zajištěno zastavení stroje a automatický přenos informace do počítače údržbáře. Implementací toho systému se sníží možnost poškození nástrojů a vzniku neshodného výrobku.

e) Snímání čárového kódu jednotlivých pneumatik

Snímání čárového kódu jednotlivých pneumatik umožňuje identifikaci každého výrobku (traceability). To znamená, že lze identifikovat v jakém okamžiku došlo k zastavení linky nebo od kterého kola stroj pokračoval ve funkci po opravě.

f) Snímání teploty oleje

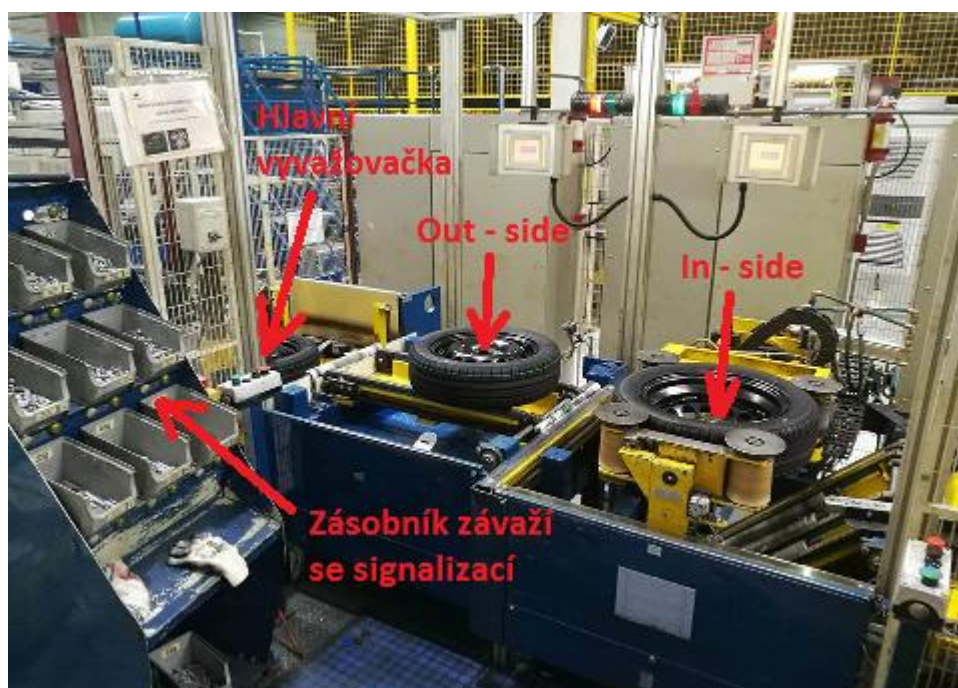
Stroj je vybaven ochranným prvem, kdy při teplotě oleje nad 80 °C dojde k zastavení stroje. Ke ztrátě dochází čekáním, než teplota oleje klesne na stanovenou mez. Tím dochází k zastavení celé linky a snížení produktivity. Příčinou může být špatná kvalita oleje, nadměru znečištěný filtr chladiče oleje. Instalací teplotního čidla by bylo možné predikovat stoupání teploty souběžně se zanášením filtru nebo poklesem kvality oleje. Zásah údržby by bylo možné provést plánovaně.

### 5.7.3 Zařízení pro automatické vyvažování kol (main and control balancing)

#### **Popis strojího zařízení a výrobního procesu:**

Následným zařízením výrobní linky je hlavní a kontrolní vyvažovačka. Kolo po nahuštění a kalibraci vstupuje do hlavní vyvažovačky, kde je po vycentrování upnuto na vřeteno a vyzvednuto mimo dosedací plochy. Poté je provedena vlastní vyvažovací operace, která spočívá v tom, že při rotaci kola automatický vyvažovací systém změří nevyváženost a stanoví pozice pro implementaci závaží a značkovače označí na vnitřní a vnější straně tato místa. V další pozici operátor implementuje závaží, jehož velikost určuje vyvažovací systém a rozsvícená kontrolka nad příslušným závažím (POKA-YOKA). Při následující operaci dojde k obrácení kola pro implementaci závaží na vnitřní stranu kola (in-side) stejným způsobem jako na vnější stranu (out-side). Po otočení kola do původní pozice kolo odjíždí na kontrolní vyvažovačku. Vyvažovací proces se opakuje a správně vyvážené hotové kolo odchází na stanoviště kontroly tlaku. Pokud při kontrolním vyvážení kolo vykazuje nevyváženost, je automaticky z linky separováno na separační dopravník. Další operací na vyváženém kole je kontrola správného nahuštění. V případě nahuštění mimo stanovenou toleranci je kolo také separováno. Směnový mistr provádí posouzení vadných kol na separačním dopravníku a rozhoduje o odstranění vady nebo vyřazení kola.

*Obrázek 9 Zařízení pro automatické vyvažování kol – Cemb*



*Zdroj: Interní materiál firmy*



## Údržba strojního zařízení:

Současná údržba strojního zařízení je prováděna formou:

1. TPM – Total Productive Maintenance
  - a) kontrola funkce tlačítka TOTAL STOP,
  - b) kontrola optických bariér,
  - c) kontrola zabezpečovacích mikropsínačů,
  - d) kontrola hladiny oleje v nádržce,
  - e) kontrola a očištění všech optických čidel,
  - f) očištění všech zrcadel,
  - g) kontrola čistoty nástroje,
  - h) kontrola světel panelu,

Všechny tyto úkony jsou prováděny formou TPM a jsou zaznamenávány na předepsaný formulář (viz příloha č.5,6)

2. Preventivní údržby – Provedení předepsaných činností, kterou jsou stanoveny v pasportu (Tabulka č. 2 řazení dokumentů pasportu – strana 30), v plánu preventivní údržby a mazacím plánu zpracovaném na základě zkušeností managementu údržby viz příloha č. 9, 10.
3. Údržby po poruše – při poruše je údržbář přivoláván operátorem linky pomocí zvukového signálu. Údržbář na místě zjišťuje příčinu poruchy a zajišťuje opětovné uvedení stroje do provozu. Pro zjištění příčiny využívá dat z displeje řídicího panelu. Provedené úkony jsou zaznamenávány do knihy evidence poruch tohoto zařízení.



#### **Využití a možnosti 4. Průmyslové revoluce v údržbě**

a) Čipová karta

Operátor by využíval čipovou kartu pro uvedení stroje do provozu a zároveň by tím potvrzoval, že provedl TPM. Tento systém by umožňoval identifikaci vad ve vazbě na obsluhu. Zároveň operátor čipovou kartou po provedení opravy potvrzuje převzetí stroje do výrobního procesu (potvrzuje délku opravy). Údržbář by prováděl pomocí čipové karty potvrzení příchodu ke strojnímu zařízení. Pomocí tohoto systému lze sledovat reakční čas od oznámení poruchy a délku opravy (OEE – celková efektivnost zařízení)

b) Instalace tabletu na výrobní zařízení

Využitím tabletu dojde k nahrazení knihy poruch a formulářů TPM. Instalovaný SW do tabletu umožňuje digitalizaci a archivaci provedení pracovních úkonů. Další možnosti tabletu je, při digitalizaci pasportu, umožnění náhledu do potřebných dokumentů pro provedení opravy (katalog náhradních dílů, schéma zařízení – strojní, elektro, pneumatické, hydraulické) a do skladu náhradních dílů.

c) Snímání čárového kódu jednotlivých pneumatik

Snímání čárového kódu jednotlivých pneumatik umožňuje identifikaci každého výrobku (traceability). Na tomto zařízení lze identifikovat v jakém okamžiku došlo k zastavení linky nebo od kterého kola stroj pokračoval ve funkci po opravě.

d) Lineární sledování stavu oleje

Instalací lineárního snímače lze kontinuálně sledovat hladinu oleje sloužícího k přimazávání vřetene vyvažovacího stroje. Predikuje nutnost doplnění oleje, ale může též predikovat vadu na mazacím systému (možnost zadírání vřetene – nesprávná funkce) a vyslání signálu o blížící se poruše do počítače údržbáře.

e) Digitální kontrola správné kalibrace

Pomocí digitálního snímače ní hotového kola při rotaci na hlavní vyvažovačce lze identifikovat nedokonalou kalibraci (špatně dosednuté kolo na disku). Program linky by musel být upraven tak, aby v případě zjištění nedokonalé kalibrace operátor dostal informaci, že na tomto kole nemá provádět implementaci závaží. Řídicí systém by pak zajistil, aby neprobíhala operace kontrolního vyvážení a operace kontroly tlaku a kolo prošlo vyvažovací linkou a bylo vyjmutο z výrobního procesu na separační dopravník. (MUDA – nepokračuje práce na vadném výrobku).

f) Implementace digitálního analyzátoru vad

V současné době může být na separační dopravník separováno až 5 kol. V případě, že tato situace nastane, linka se automaticky zastaví a může být spuštěna až je separační dopravník uvolněn. Uvolnění dopravníku smí provést pouze směnový mistr nebo pracovník údržby.

Při vyjímání kol ze separačního dopravníku však nemá informaci o tom, z jakého důvodu bylo kolo separováno.

Možné příčiny:

- špatně nahuštěné kolo,
- špatně zkalibrované,
- špatně vyvážené kolo,
- chyba na upínací kleštině,
- NOK kolo – kolo nelze vyvážit (NOK disk či pneumatika – vada od výrobce),
- chybná montáž pneumatiky (In-side, Out-side).

Implementací digitálního analyzátoru by bylo možno vizualizovat typy vady, pro které bylo příslušné kolo separováno. Určený pracovník by okamžitě získal informaci o typu vady na vyjímaném kole ze separačního dopravníku. Tato implementace by umožnila archivaci dat a pomocí statistických metod hodnotit kvalitu komponentů, spolehlivost práce jednotlivých operátorů a predikci délky cyklu pro provedení kontroly nástroje (v současné době je nutný čas pro provedení kontroly nástroje cca 2 hodiny).

g) Digitální kontrola správného obutí pneumatiky (In-side, Out-side)

Vzhledem k tomu, že desén pneumatiky je odlišný na vnější a vnitřní straně, lze implementací digitálních kamer kontrolovat správnou polohu pneumatiky na disku. Tuto kontrolu by bylo možné provést na stanovišti kontroly nahuštění, kdy kolo nemá pohyb. Kamera je schopna rozlišit, zda nedošlo ke špatné montáži a v případě, kdy vnější strana pneumatiky je na vnitřní straně disku kolo se separuje jako vadné. Tato implementace by umožnila zvýšení kvality a snížila riziko výroby neshodného výrobku.

### 5.8 Důvody změny současného systému údržby na strojním zařízení

Při posuzování možnosti zavedení nástrojů 4.0 by byl brán zřetel na skutečnost, že bude-li údržba řízena prostřednictvím vhodného informačního systému a SW, lze podle aktuální situace například plánovat opravy a nemusí docházet k neplánovaným prostojům, jejichž důsledkem je snížení efektivity výroby, spokojenosti zákazníků a maření drahého času zaměstnanců. [13]

## 6. Vyhodnocení skutečných přínosů zavedené strategie v podniku

S rozvojem vědy a techniky je spojena řada požadavků kladených na výrobní stroje a zařízení. Jedním z hlavních ukazatelů sledovaných při provozu výrobních zařízení je jejich efektivnost (OEE). Při sledování efektivnosti výrobních zařízení je pozornost věnována především jakosti produkce, výkonnosti a pohotovosti výrobních strojů a zařízení. Jakost produkce je ovlivňována celou řadou faktorů (základní materiál, výrobní zařízení, obsluha výrobního zařízení, použitá technologie, okolní prostředí, aj.). Pohotovost a do jisté míry výkonnost výrobního zařízení je ovlivňována prováděnou údržbou. Správně nastavený a zavedený systém údržby pozitivně ovlivňuje spolehlivost výrobního zařízení, čímž přispívá i k požadované výsledné jakosti výrobků. Jedním z důležitých kritérií pro hodnocení chodu podniku je průběžné zjišťování efektivnosti údržby. [19]

Měření efektivnosti údržby je základem pro vyhodnocování dopadů jakýchkoli změn v systému údržby a je také i rozhodující stimulací pro trvalé zlepšování, neboť teprve znalost výsledků umožňuje posoudit účinek přijatých opatření.

Z pohledu zavádění strategie Průmysl 4.0 do údržby je dána produktivita údržby správně stanoveným rozsahem údržby a poměrem mezi preventivní údržbou a údržbou po poruše, což představuje dopad údržby na provozuschopnost a způsobilost výrobního zařízení. Celkovou produktivitu daného zařízení lze pak vyjádřit efektivitou výrobního zařízení, což je v našem případě množství čisté produkce za jednotku času.

## 6.1 Vybrané klíčové indikátory pro hodnocení implementace

Ukazatelé (KPI) jsou pomůckou pro měření výkonnosti, která se běžně používá k měření úspěšnosti nové aktivity ve společnosti. Pro hodnocení implementovaných opatření je nezbytné zvolit vhodné indikátory, aby bylo možné posoudit, jaké přínosy lze očekávat.

Pro vyhodnocení efektivnosti zavedených řešení jsem vybral indikátor OEE.

### **OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS**

OEE je nejvíce používaným klíčovým výrobním ukazatelem KPI (klíčový ukazatel výkonnosti) pro hodnocení efektivity výroby. Hodnota OEE se udává v procentech a spočívá jako součin tří faktorů:

1. Dostupnost zařízení – skutečný čas výroby / plánovaný čas výroby.
2. Výkonnost zařízení – skutečné množství vyrobených výrobků / Normované množství výrobku.
3. Kvalita výroby – Množství shodných výrobků / Množství vyrobených výrobků.

Objektivním měření těchto 3 faktorů získáme údaje, jejichž součinem vypočítáme „celkovou efektivitu zařízení „. [15]

$$OEE = \text{Dostupnost zařízení} * \text{Výkonnost zařízení} * \text{Kvalita výroby} * 100 \quad [\%]$$

## 6.2 Vyhodnocení efektivity implementace nástrojů 4.0

Pro demonstraci přínosu zavedení nástrojů Průmyslu 4.0 do údržby bylo vybráno strojní zařízení pro montáž pneumatiky na disk – mounting (kapitola 5.6.1 strana 31).

Z navržených implementací byly pro posouzení vybrány:

- a) čipová karta,
- b) instalace tabletu na výrobní zařízení,
- c) sledování odběru elektrického proudu – příkonu,
- d) přenos dat polohy obouvacího nástroje.

### 6.2.1 Použití čipové karty

Operátor by využíval čipovou kartu pro uvedení stroje do provozu a zároveň by tím potvrzoval, že provedl TPM. Tento systém by umožňoval identifikaci vad ve vazbě na obsluhu. Zároveň operátor čipovou kartou po provedení opravy potvrzuje převzetí stroje do výrobního procesu (potvrzuje délku opravy). Údržbář by prováděl pomocí čipové karty potvrzení příchodu ke strojnímu zařízení. Pomocí tohoto systému lze sledovat reakční čas od oznámení poruchy a délku opravy (OEE – celková efektivnost zařízení).

#### Příklad hodnocení přínosů:

Předpoklad pro hodnocení: Celkovou efektivitu výrobního zařízení lze vyjádřit množstvím čisté produkce za směnu.

Výrobní takt linky (výroba 1 kola)	12 s
Uvažované snížení reakčního času (1 směna)	10 min
Denní snížení reakčního času (2 směna)	20 min
Výkonnost linky	5 kol / min
Zvýšení produkce snížením reakčního času	100 kol /den
Plánovaný počet pracovních dní v roce*	250 dní
Zvýšení produkce za 250 dní	25 000 kol
Uvažovaná cena na zhotovené kolo**	50 Kč / kus

**Celkový přínos za 1 rok = 1 250 000 Kč**

Poznámka: \*Dle pracovního kalendáře pro rok 2017

\*\* Při sériové výrobě uvažována cena za 1 kolo poloviční oproti běžné ceně přezutí kola v pneuservisů (100 Kč / kus)

### 6.2.2 Instalace tabletu na výrobní zařízení

Využitím tabletu dojde k nahrazení knihy poruch a formulářů TPM. Instalovaný SW do tabletu umožňuje digitalizaci a archivaci provedení pracovních úkonů. Další možnosti tabletu je, při digitalizaci pasportu, umožnění náhledu do potřebných dokumentů pro provedení opravy (katalog náhradních dílů, schéma zařízení – strojní, elektro, pneumatické) a do skladu náhradních dílů.

#### Modelový příklad hodnocení přínosů

##### **Současný stav:**

Výrobní takt linky (výroba 1 kola)	12 s
Plánovaný čas výroby (1 směna)	7,5 hodin
Skutečný čas výroby (1 směna)	6,75 hodin
Normované množství výrobku (1 směna)	2 250 kol
Skutečné množství vyrobených výrobků (1 směna)	2 025 kol
Počet neshodných výrobků za 1 směnu *	5 kol

Poznámka: \* Za neshodný výrobek je považováno: Špatně obuté, špatná pozice pneumatiky (In-side, Out-side), poškrabaný disk od obouvacího nástroje, poškozená pneumatika – integrity test)

##### **Výpočet OEE:**

1. Dostupnost zařízení – skutečný čas výroby / plánovaný čas výroby

$$Dostupnost\ zařízení = 6,75 / 7,5$$

$$Dostupnost\ zařízení = 0,9$$

2. Výkonnost zařízení – skutečné množství vyrobených výrobků / Normované množství výrobku

$$Výkonnost\ zařízení = 2\ 025 / 2\ 250$$

$$Výkonnost\ zařízení = 0,9$$

3. Kvalita výroby – Množství shodných výrobků / Množství vyrobených výrobků

$$Kvalita\ výroby = 2\ 020 / 2\ 025$$

$$Kvalita\ výroby = 0,99$$

$$Celkové\ OEE = 0,9 * 0,9 * 0,99 * 100 = 80,2 \%$$

### Po zavedení:

Výrobní takt linky (výroba 1 kola)	12 s
Plánovaný čas výroby (1 směna)	7,5 hodin
Skutečný čas výroby (1 směna) *	6,9 hodin
Normované množství výrobku (1 směna)	2 250 kol
Skuteční množství vyrobených výrobků (1 směna)	2 070 kol
Počet neshodných výrobků za 1 směnu	5 kol

Poznámka: \* Při implementaci tabletu je uvažováno zkrácení reakčního času údržbáře o 10 min, zkrácení času opravy o 2 minuty – hledání pasportu, zkrácení času zajištění a zajištění náhradního dílu o 2 min a zkrácení administrativních úkonů souvisejících s poruchou, opravou a provedením TPM o 1 min.

### Výpočet OEE:

1. Dostupnost zařízení – skutečný čas výroby / plánovaný čas výroby

$$\text{Dostupnost zařízení} = 6,9 / 7,5$$

$$\text{Dostupnost zařízení} = 0,92$$

2. Výkonost zařízení – skutečné množství vyrobených výrobků / Normované množství výrobku

$$\text{Výkonost zařízení} = 2 070 / 2 250$$

$$\text{Výkonost zařízení} = 0,92$$

3. Kvalita výroby – Množství shodných výrobků / Množství vyrobených výrobků

$$\text{Kvalita výroby} = 2 020 / 2 025$$

$$\text{Kvalita výroby} = 0,99$$

$$\text{OEE} = 0,92 * 0,92 * 0,99 * 100 = 83,8 \%$$

V praxi by tento výsledek znamenal zvýšení celkové roční produkce o cca 3 %.

### 6.2.3 Sledování odběru elektrického proudu – příkonu

Pomocí příslušného čidla umístěného na motoru obouvacího nástroje lze sledovat odběr elektrického proudu (příkon) v průběhu montážní operace. Tento systém by umožnil predikovat zhoršení stavu motoru (poškozené – zadírající se ložisko) nebo upozorňovat na chybu při předchozí operaci namazání. Pokud nejsou správně namazány dosedací plochy u disku a pneumatiky, je k obutí potřebný vyšší krouticí moment, který je signalizován vyšším odběrem proudu. Nedostatečně namazaný disk nebo pneumatika vede ke vzniku neshodného výrobku. Při implementaci tohoto čidla je nutné, aby veškeré hodnoty byly ukládány do vhodného SW. Všechny tyto hodnoty se pak automaticky analyzují ve vazbě na stanovené toleranční pásmo, nastavené dle statistických metod.

Vzhledem k zavedenému systému preventivní údržby by v případě poškozeného ložiska čidlo vyvolalo nutnost naplánování opravy včetně jejího zajištění. V případě špatného namazání disku nebo pneumatiky zvýšený odběr elektrického proudu predikuje možnost vzniku poškození pneumatiky (vznik neopravitelného neshodného výrobku!). Což v praxi znamená, že při této predikci údržbář ve spolupráci s mistrem musí provést integrity test na kole, na kterém byla vada detekována, popřípadě i na dalších následných.

V současné době tato situace vzniká ojediněle a nelze predikovat. Z prováděných rozborů vyplývá, že průměrně za jednu směnu dochází k poškození 1 ks pneumatiky.

#### Modelový příklad hodnocení přínosů

##### **Současný stav:**

Výrobní takt linky (výroba 1 kola)	12 s
Plánovaný čas výroby (1 směna)	7,5 hodin
Skutečný čas výroby (1 směna)	6,75 hodin
Normované množství výrobku (1 směna)	2 250 kol
Skuteční množství vyrobených výrobků (1 směna)	2 025 kol
Počet neshodných výrobků za 1 směnu	5 kol



### Výpočet OEE:

1. Dostupnost zařízení – skutečný čas výroby / plánovaný čas výroby

$$\text{Dostupnost zařízení} = 6,75 / 7,5$$

$$\text{Dostupnost zařízení} = 0,9$$

2. Výkonnost zařízení – skutečné množství vyrobených výrobků / Normované množství výrobku

$$\text{Výkonnost zařízení} = 2\,025 / 2\,250$$

$$\text{Výkonnost zařízení} = 0,9$$

3. Kvalita výroby – Množství shodných výrobků / Množství vyrobených výrobků

$$\text{Kvalita výroby} = 2\,020 / 2\,025$$

$$\text{Kvalita výroby} = 0,9975$$

$$\text{OEE} = 0,9 * 0,9 * 0,9975 * 100 = 80,798 \%$$

### Po zavedení:

Výrobní takt linky (výroba 1 kola)	12 s
Plánovaný čas výroby (1 směna)	7,5 hodin
Skutečný čas výroby (1 směna)	6,75 hodin
Normované množství výrobku (1 směna)	2 250 kol
Skutečné množství vyrobených výrobků (1 směna)	2 025kol
Počet neshodných výrobků za 1 směnu	4 kol

### Výpočet OEE:

1. Dostupnost zařízení – skutečný čas výroby / plánovaný čas výroby

$$\text{Dostupnost zařízení} = 6,75 / 7,5$$

$$\text{Dostupnost zařízení} = 0,9$$

2. Výkonnost zařízení – skutečné množství vyrobených výrobků / Normované množství výrobku

$$\text{Výkonnost zařízení} = 2\,025 / 2\,250$$

$$\text{Výkonnost zařízení} = 0,9$$

3. Kvalita výroby – Množství shodných výrobků / Množství vyrobených výrobků

$$\text{Kvalita výroby} = 2\,021 / 2\,025$$

$$\text{Kvalita výroby} = 0,998$$

$$\text{OEE} = 0,9 * 0,9 * 0,998 * 100 = 80,84 \%$$

### Další modelový příklad:

Pokud budeme sledovat stav motoru pomocí čidla (sledování elektrického proudu – příkonu), můžeme predikovat změnu stavu motoru oproti normálu, například stav ložiska. V praxi to znamená, že při detekci zvýšení proudu jsme upozorněni na blížící se poruchu. Lze pak naplánovat výměnu motoru tak, aby nebyla ohrožena výroba, a tím předcházet opravě po poruše. V tomto případě je oprava prováděna externí firmou a výměna motoru trvá cca 5 hodin. Pokud by došlo k opravě po poruše, znamená těchto 5 hodin výpadek linky. Výpadek linky má za následek snížení dostupnosti zařízení při této směně.

Dostupnost zařízení = skutečný čas výroby / plánovaný čas výroby

$$\text{Dostupnost zařízení} = 6,75 - 5 / 7,5 = 0,23$$

$$\text{Dostupnost zařízení na této směně by tedy byla 23 \%}$$

V praxi to znamená, že strojní zařízení bylo využito pouze na 23 % za směnu. Pokud bychom predikovali stav motoru, tak jsme schopni naplánovat výměnu motoru, například na víkend či na jinou směnu, a tím bychom zamezili ztrátám ve výrobě. Obecně tento výpadek má za následek nevyrobení cca 1500 kol.

#### 6.2.4 Přenos dat polohy obouvacího nástroje

Přenosem dat polohy obouvacího nástroje do správné polohy pro obouvání (informace lze získat z PLC) je možné predikovat blížící se poruchový stav. Tato informace umožňuje signalizaci špatného stavu brzdy motoru nástroje a vyslání signálu o blížící se poruše do počítače údržbáře. Tato data by měla být sbírána do vhodného SW, ve kterém by byly nastaveny limitní stavy pro správnou funkci nástroje. V případě, že by nástroj sjel mimo tyto limitní hodnoty, znamenalo by to v praxi riziko, že na kole nebude správně provedena montáž nebo v druhém krajním případě může být nástrojem poškozen disk. V nejhorším případě při překročení dolní krajní polohy může dojít až k havárii nástroje. Tato implementace je další možností, jak zvýšit OEE.

V praxi zavedení této implementace znamená, že v případě výskytu signalizace blížící se špatné polohy nástroje, lze v čas naplánovat seřízení brzdy, popřípadě její výměnu. Vlastní opravou lze provést o přestávce nebo ve volné směně.

#### Modelový příklad:

V tomto případě je uvažováno, že pomocí implementace dojde k odstranění 90 % možných zastavení stroje z důvodu špatné polohy nástroje. Pokud uvažujeme, že seřízení brzdy trvá 20 minut a brzda je seřizována po montáži každých cca 80 000 – 100 000 kol, jedná se tedy o odstranění prostoje stroje cca 10–12krát za rok. Lze předpokládat, že při pouhé 90% úspěšnosti se vyrobí za rok o 900 – 1 100 kol více.

## 7. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo popsat možnou strategii implementace iniciativy Průmysl 4.0 do systému údržby výrobních zařízení ve vybrané organizaci. Navrhnout změny stávajícího systému údržby a jejich implementaci. Provést porovnání mezi stávajícím systémem provádění údržby se systémem údržby po zavedení principů Průmysl 4.0. Formou rešerší dostupných materiálů popsat možné principy zavádění vize Průmysl 4.0 do systému údržby zvolené organizace. Navrhnout metodiku hodnocení produktivity systému (klíčové indikátory apod.). Navrhnout změny stávajícího systému údržby s detailním rozpracováním systému údržby u vybraných strojů. Zavedené řešení vyhodnotit z hlediska efektivity systému údržby.

Při zpracování diplomové práce jsem navazoval na moji bakalářskou práci z roku 2015, která se zabývala „Možnostmi technické diagnostiky v údržbě vybraného podniku“. V úvodu byly popsány jednotlivé typy údržby dle ČSN 13 306. Následně byly popsány jednotlivé diagnostické metody využívané k predikci stavu strojních zařízení. Diagnostické metody v údržbě jsou vlastně základním kamenem při tvorbě strategie implementace nástrojů iniciativy Průmysl 4.0 do údržby. Dále jsem zmínil aspekty Průmyslu 4.0 ve vztahu k jakosti.

Ve třetí kapitole byly formou rešerší dostupných materiálů vysvětleny pojmy: 4. Průmyslová revoluce, obecný potenciál Průmyslu 4.0, technologické předpoklady a vlivy na dalších oblasti související s tímto tématem. Detailně byla věnována pozornost vlivům Průmyslu 4.0 na údržbu. V závěru této kapitoly byly vyjmenovány slabé a silné stránky, příležitosti a hrozby implementace Průmyslu 4.0.

Následně jsem popsal současný systém údržby ve vybraném podniku a na jednotlivých zařízeních výrobní linky a navrhnul postup pro využití nástrojů Průmysl 4.0 v údržbě. V návrhu byly vyjmenovány některé možnosti vhodné k implementaci ve vybraném podniku a detailně jsem se zaměřil na možnosti využití těchto nástrojů pro vybrané zařízení.

Pro vyhodnocení efektivnosti implementace do systému údržby jsem vybral strojní zařízení pro montáž pneumatiky na disk – mounting. Na tomto zařízení jsem po stanovení možných alternativ implementace provedl modelový výpočet přínosů zavedení ve vazbě na množství čisté produkce za jednotku času.

Pokud shrnu všechny získané informace v průběhu zpracování diplomové práce, dovolím si konstatovat, že dnes nikdo neumí říci, co budou za dvacet či třicet let dělat všichni ti zaměstnanci, kteří dnes pracují ve výrobě. Díky předchozím průmyslovým revolucím ale víme, že zástupů dlouhodobě nezaměstnaných se obávat nemusíme. Řada lidí nalezne uplatnění v oborech, které dnes ještě neexistují, což se určitě odrazí i v celém vzdělávacím systému. Z uvedených informací je patrné, že půjde nejen o prosté zavedení digitalizace do podnikových procesů, ale stále bude rozhodující, v jaké míře dokážou technici a manažeři rozpoznat a využít veškerých nových možností digitálních řešení pro zavádění inovací ve svém oboru, a to jak procesních, výrobních, tak i do údržby. Při zavádění aplikací nástrojů Průmysl 4.0 do údržby je vhodné se inspirovat základním vzorcem štíhle výroby:

$$\text{ZISK} = \text{CENA} - \text{NÁKLADY}$$

Provádění údržby s využitím nástrojů 4. Průmyslové revoluce lze náklady snížit. V praxi to znamená, že by se nemělo otálet s implementací popsaných možností.

Jak by řekl před mnoha lety básník Jan Neruda:

Jen dál! Čas nový nové chce mít činy,

den nový vzešel k nové práci nám,

jeť sláva otcův krásný šperk pro syny –

však kdo chceš ctěn být, dobuď cti si sám!

... kdo chvíli stál, již stojí opodál,

den žádný dvakráte se nenarodí,

čin dvakrát nezraje – jen dál, jen dál!

## 8. Použité prameny

- [1.] ŠKARKA, Jakub. *Možnosti technické diagnostiky v údržbě vybraného podniku*. PRAHA, 2015. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Josef Pošta, CSc.
- [2.] LEGÁT, V., JURČA, V., HORÁKOVÁ, A.: *Jakost, spolehlivost a obnova strojů, E – skripta, TF ČZU, Praha 2006. ISBN 80-2013-1514-8*
- [3.] Současná 4. průmyslová revoluce vyžaduje profesionalizaci, některá povolání zanikají. *CENY ENERGIE*[online]. [cit. 2018-01-08]. Dostupné z: <https://www.cenyenergie.cz/soucasna-4-prumyslova-revoluce-vyzaduje-profesionalizaci-nektera-povolani-zanikaji/#/promo-ele>
- [4.] PRIMA BILAVČÍK, s.r.o.: *Průmysl 4.0 - otázky a odpovědi* [online]. 2014 [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.merici-pristroje.cz/novinky/detail/prumysl-4-0-otazky-a-odpovedi.htm>
- [5.] INICIATIVA PRŮMYSL 4.0. MPO [online]. 2015 [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz>
- [6.] Industry 4.0 and Industrial IoT in Manufacturing: A Sneak Peek. *Aberdeen Essentials* [online]. 2017 [cit. 2018-01-08]. Dostupné z: <http://www.aberdeenessentials.com/opspro-essentials/industry-4-0-industrial-iiot-manufacturing-sneak-peek/>
- [7.] MAŘÍK, Vladimír, MAREK, Jiří, ed. *Národní iniciativa Průmysl 4.0*. Září 2015. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015.
- [8.] *MarketingSalesMedia: INDUSTRIE 4.0* [online]. časopis pro klienty a příznivce KPMG Česká republika, 2017 [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://marketingsales.tyden.cz/priloha/201704/58f8d2615f23a/marwick-58f9b58d1e4a8.pdf>
- [9.] MARCOŇ, Petr. *Průmysl 4.0. Institut experimentálních technologií* [online]. ©2018, 14.10.2016, [cit. 2018-01-08]. Dostupné z: [http://www.utee.feec.vutbr.cz/iet/wp-content/uploads/sites/2/2016/10/Industry4\\_0\\_Marcon.pdf](http://www.utee.feec.vutbr.cz/iet/wp-content/uploads/sites/2/2016/10/Industry4_0_Marcon.pdf) Ing. Petr Marcoň,

- [10.] IBM Watson IoT, Bezpečnost práce a Industry 4.0, prezentace [cit. 2018-01-08].
- [11.] ACT - IN. *Chytré brýle pro Průmysl 4.0* [online]. Brno: ACT – IN, ©2017 [cit. 2018-01-08]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/smart-glasses-i4-0>
- [12.] Prediktivní údržba v digitalizovaném průmyslu. *ACT-IN* [online]. Brno: Dr. Lubomír Sláma [cit. 2018-01-11]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/nase-publikace/prediktivni-udrzba-v-digitalizovanem-prumyslu>
- [13.] SKOTÁK, Jan. *Industry 4.0 – Vítejte v budoucnosti výroby* [online]. 2016, , [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/industry-4.0-vitejte-v-budoucnosti-vyroby.htm>
- [14.] Legát, V. a kol.: Management a inženýrství údržby. Professional Publishing, 2013, 572 s., ISBN 978-80-7431-119-2
- [15.] COMES OEE. *Co je OEE* [online]. Žďár nad Sázavou, ©2018 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.oeec.cz/co-je-oeec>
- [16.] KAMENICKÝ, Jan. STANOVENÍ SPOLEHLIVOSTI ZAŘÍZENÍ Z PROVOZNÍCH DAT [online]. In: . Praha: Česká společnost pro jakost, 2017 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: [http://www.csq.cz/fileadmin/user\\_upload/Spolkova\\_cinnost/Odborne\\_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/28\\_Spolehlivost\\_tradicni\\_netradicni.pdf](http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/28_Spolehlivost_tradicni_netradicni.pdf)
- [17.] Performance Analyser - měření OEE. ACT-IN [online]. BRNO: ACT-IN, ©2017 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/monitorovani-oeec>
- [18.] Mobile Maintenance - Mobilní údržba. ACT-IN [online]. BRNO: ACT-IN, ©2017 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/mobile-maintenance>
- [19.] Zdeněk Aleš, Václav Legát a Vladimír Jurča. Měření výkonnosti údržby prostřednictvím ukazatelů efektivnosti. Česká společnost pro jakost [online]. Praha, 2016, , 9 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: [http://www.csq.cz/fileadmin/user\\_upload/Spolkova\\_cinnost/Odborne\\_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/Ales\\_indikatory\\_udrzby.pdf](http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/Ales_indikatory_udrzby.pdf)

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 Systém údržby dle ČSN EN 13 306 .....	2
Obrázek 2 Porovnání trendu prostojů při zavedení systému preventivní údržby .....	7
Obrázek 3 Obory technické diagnostiky .....	8
Obrázek 4 Hlavní prvky a oblasti digitalizace výrobních procesů a údržby dle Průmyslu 4.0 ..	13
Obrázek 5 Přehled průmyslových revolucí .....	14
Obrázek 6 Příklad Heat mapy .....	26
Obrázek 7 Zařízení pro montáž pneumatiky na disk – Hofman .....	32
Obrázek 8 Zařízení pro plnění pneumatiky stlačeným vzduchem + kalibrace - Gyselink .....	35
Obrázek 9 Zařízení pro automatické vyvažování kol – Cemb .....	38

## **Seznam schémat**

Schéma 1 Systému managementu jakosti .....	11
Schéma 2 Znázornění výrobní linky .....	22
Schéma 3 Výhody implementací systému sběru a přenosu dat .....	29

## **Seznam tabulek:**

Tabulka 1 Příklady možných změn pracovních pozic .....	17
Tabulka 2 Řazení dokumentů pasportu .....	30

## **Seznam příloh:**

Příloha 1 TPM – Plán denní údržby na Hofmanu .....	56
Příloha 2 TPM – Plán denní údržby na Hofmanu .....	57
Příloha 3 TPM – Plán denní údržby na Gyselinku .....	58
Příloha 4 TPM – Plán denní údržby na Gyselinku .....	59
Příloha 5 TPM – Plán denní údržby na Cembu .....	60
Příloha 6 TPM – Plán denní údržby na Cembu .....	61
Příloha 7 Plán preventivní údržby – Hofman .....	62
Příloha 8 Mazací plán – Hofman .....	63
Příloha 9 Plán preventivní údržby – Gyselink .....	64
Příloha 10 Mazací plán – Gyselink .....	65
Příloha 11 Plán preventivní údržby – Cemb .....	66
Příloha 12 Mazací plán – Cemb .....	67



Příloha 1 TPM – Plán denní údržby na Hofmanu



# TPM - Plán denní údržby - provádí výroba

Platí pro: MCSyncro Kolín

Měsíc, rok : /

**Před zahájením údržby stroj vždy vypněte!!!**

**Hofmann I**

Denní údržba zařízení	Den Star	Dni měsíce																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31								
Kontrola funkce světelné závoje, optický/čiť deli – rozsvícení led světla na závore, čidle	OK/NOK Podpis																																							
Kontrola funkce lištinek TOTAL STOP č.:9,10	OK/NOK Podpis																																							
Kontrola rozvodu tlakového vzduchu, měření na leze straně stroje – 8 bar	OK/NOK Podpis																																							
Kontrola hladiny oleje v redukčním ventilu – nádobka na levé straně stroje s pyklemi MIN/MAX	OK/NOK Podpis																																							
Kontrola neporušenosti těsnění – oboustranné kolečko, kopyřo bez ostrých hran,	OK/NOK Podpis																																							

Rozsah a popis činností je určen podle 05-VY-PP-09.01

<b>Pro oddělení:</b>	Výroby, Kvality	Rozsah a popis činností je určen podle TU-PP-09.xx Údržba strojů Hofmann	
Dok.-Nr.	Vypracoval	Schválil	Platí od
VY-ZA-06.01	Hora /OM, Foš /MT	Šarka /PM	12/2/2016
			Stránek
			1/2

Zdroj: Interní materiál firmy

Příloha 2 TPM – Plán denní údržby na Hofmanu

**TPM - Plán denní údržby - provádí výroba**

Platí pro: MCSyncro Kolin



Měsíc, rok : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Před zahájením údržby stroj vždy vypněte!!!

Hofmann I

Denní údržba zařízení	Den	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	Stav																																
Kontrola světel na ovládacím panelu – musí se rozsvítit všechna světla	OK/NOK Podpis																																
Očištění magnetického čidla	OK/NOK Podpis																																
Kontrola neporušenosti, očištění dosedacích ploch disku	OK/NOK Podpis																																
Kontrola správné funkce přípravku pro montáž ventilku	OK/NOK Podpis																																

Rozsah a popis činností je určen podle TU-PP-09.01

Pro oddělení:	Výroby, Kvality	Rozsah a popis činností je určen podle TU-PP-09.01 Údržba strojů Hofmann
Dok.-Nr.	Vypracoval	Schválil
VY-ZA-06.01	Hora /OM, Foršl MT	Šárka VM
		Platí od
		Stránek
		12/2/2016
		2/2

Příloha 3 TPM – Plán denní údržby na Gyselinku

	TPM - Plán denní údržby - provádí výroba	Platí pro: MCSyncro Kolín
---	--	------------------------------

Denní údržba zařízení	Měsíc, rok :		Před zahájením údržby přepněte stroj do ručního režimu !!!																															
	Den	Stav	Gyselínck I																															
Kontrola tlačítka TOTAL STOP č. 14 a koncových spínačů averí	OK/NOK	Podpis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Kontrola množství oleje	OK/NOK	Podpis																																
Očistit a zkontrolovat snímače a zrcadla, funkčnost – rozsvícení ledky na snímači	OK/NOK	Podpis																																
Očistit a zkontrolovat Hranu foukacího formovadla zvonu	OK/NOK	Podpis																																
Kontrola světel na ovládacím panelu – vše musí svítit	OK/NOK	Podpis																																


<b>Pro oddělení:</b> <b>Výroby, Kvality</b>		Rozsah a popis činnosti je určen podle TU-PP-03.xx Údržba strojů Gyselínck	
Dok. Nř.	Vypřáček	Schvářil	Platí od
VY-ZA-07.01	Fořš / MT	Škarka / PM	12/2016
			Stránek 1/2

Zdroj: Interní materiál firmy







		<b>TPM - Plán denní údržby - provádí výroba</b>		Plati pro: MCSyncro Kolín																															
Měsíc, rok : _____ / _____		<b>Před zahájením údržby přepněte stroj do ručního režimu !!!</b>		<b>CEMB</b>																															
Denní údržba zařízení	Den Stav	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Očištění všech zrcadel	OK/NOK Podpis																																		
Kontrola čistoty nástroje	OK/NOK Podpis																																		
Kontrola světelné panelu	OK/NOK Podpis																																		

Pro oddělení:	Výroby, Kvality	Rozsah a popis činností je určen podle TU-PP-06.xx Údržba strojů CEMB	
Dok.-Nr.	Vypracoval	Schválil	
VY-ZA-11.01	Hora / GM <i>Plněn</i>	Škarka / PM <i>[Signature]</i>	
	Platí od	Stránek	
	24.10.2014	2/2	

Zdroj: Interní materiál firmy



MG SYNGRO		9.0. PLÁN ÚDRŽBY		MCS		9			
Obouvací zařízení		Hofmann		v.č.: 7025 - 7100		LINKA			
číslo	Místo na stroji	Činnost							
			D	2x M	M	1x 2M	4x R	2x R	1x 2R
1	Centrování kola - Poz.1-Válec Festo	Kontrola vzd.válce Festo - přetěsnění						X CZO	
2	POHYB přepr.STOLU nahoru a dolu - Válec Festo	Kontrola vzd.válce Festo - případ.přetěsnění při CZO						X CZO	
3	DOPRAVNÍK - řetěz pogumovaný	Kontrola , případně seřízení vále řetězu				X			
4	Maznice na hřidel.dopr. ( pogum.řetězy )	Kontrola ložísek v domečcích					X CZO		
5	Řetězy - převodovka na dopravníku	Kontrola , případně seřízení vále řetězu					X		
6	Kontrola připadně výměna spojky mezi Spindelem a motorem	Demont., vyčištění,kontrola a mont.zpět					X CZO		
7	Dosedací plochy pro upnutí kola pod OB.hlavou	Očištění,kontř. poškození dosed.ploch ( z červené um.hmoty ),případ.výměna				X			
8	Tlakový vzduch do zařízení úpravena vzduchou Festo	Kontř. hladiny oleje v nádržce - kontř. nádržky na kondenzát - vyprázdnění		X					
9	upnutí kola pod OB.hlavou vycentrování	Kontrola vzd.válce Festo - případ.přetěsnění při CZO					X CZO		
10	Kopyto - přísun a odsun ke kolu a od kola	Kontrola vzd.válce Festo - případ.přetěsnění při CZO					X CZO		
11	Motory - Demag	Kontrola motorů,brzd a převodovky 2 ks Demag při CZO / Servis					X CZO		
12	Motory - SEW	Kontrola motorů a brzd 2 ks + 1 SEW při CZO / Servis					X CZO		
13	Spindel	Kontrola opotřebení a funkčnosti šroubovice a ložísek					X CZO		
14	Čidla a zrcátka / 2 + 2	Očištění ploch	X Oper						
15	Očištění	Očištění stroje od nečistot - oper. - Při měs. údržbě		X Oper					
16	Kontrola spoju	Kontrola,případně dotažení					X CZO		
17	Kontrola pneumatiky	Kontrola pneum.prvků vedení ( Hadice,had.spojky,ventily ) poslech					X CZO		
18	Ventily	Demont.,vyčištění,kontrola a mont.zpět ( Břichnáč -Festo )					X CZO		
19	Výměna EL.prvků	Výměna vybraných stykačů a jiné - ( Dušek )					X CZO		
20	Měření výšky rátku	Kontrola,případně výměna - PVC dílu na měření výšky				X			
21	EL.-Revize zařízení	Revize zařízení - Josef Dušek						X	
Poznámka :		Modře označené plochy - Práce vykonávají technici MCS Oranžově označené plochy - Práce vykonávají externí pracovníci							

Zdroj: Interní materiál firmy

Mazací místa		Linka	L	OBOUVAČKA	7025 - 7100	4			
číslo	Mazací místa	počet	Způsob použití	Interval	Mazivo	Dodavatel	Značka - druh	Výrobce	Mazivo - náhrada
1	Pogum.ŘETĚZ.DOPRAVNÍK	2	SPREY 1	1 x M	Weicon na řetězy	Mrkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocaine
2	Klouby-pohyb stolu nahoru,zpět	4	SPREY 2	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocaine
3	CENTROVÁNÍ KOLA Poz.1	4	SPREY 2	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocaine
4	Klouby-pohyb stolu nahoru,zpět	4	SPREY 2	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocaine
5	Vedení pinu	4	SPREY 2	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocaine
6	Zdvih ( vedení ) OB. HLAVY	2	Autom.patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGE 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
7	Niederhalter - Špindel	1	Tlak.maznice	1 x M	Tuk - Mogul	Jeřicha - Korarmo	Mogul LV 2EP	Paramo	Valar Intensive C2 EP
8	Převodovka motoru Demag	1	Výměna oleje	1 x 3 R	Olej převod.	Mogul trans 80H	Mogul trans 80H	Paramo	
9	Rameno OB.hlavy	3	Tlak.maznice	1 x 3 M	Tuk - Mogul	Jeřicha - Korarmo	Mogul LV 2EP	Paramo	Valar Intensive C2 EP
10	Převodovka motoru - točení hlavy	1	Výměna oleje	1 x 3 R	Olej převod.	Mogul trans 80H	Mogul trans 80H	Paramo	
11	Upnutí ráfku - kluzné plochy	2+2	Autom.patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGE 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
12	Tlakový vzduch do zařízení z úpravny vzduchu Festo	1	Aut.olej,maz-nice Festo	stále prima-závání	Olej speciál	Festo Praha	OFSW - 32	Festo	Schell - Tona
13	ŘETĚZ.DOPRAVNÍK - Pohon	2	SPREY 1	1 x M	Weicon na řetězy	Mrkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocaine
14	Převodovka motoru - posun kopyta / doprava-doleva	1	Výměna oleje	1 x 3 R	Olej převod.	Mogul trans 80H	Mogul trans 80H	Paramo	
15	Trapézové vedení	1	SPREY 1	1 x 3 M	Weicon na řetězy	Mrkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocaine
16	Převodovka motoru - dopravník	1	Výměna oleje	1 x 3 R	Olej převod.	Mogul trans 80H	Mogul trans 80H	Paramo	
17	Odměňování výšky ráfku-vod.týče	2	SPREY	1 x 2M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocaine

Poznámka : č.6 + 11 / Výměna při CZO - CELOROČNÍ AUTOMATICKÉ maznice LAGD - 125

Zdroj: Interní materiál firmy



MAGSINI GYRO		9.0. PLÁN ÚDRŽBY		MCS		9						
Foukací		Ghyselink		V.č. : 6985		LINKA						
číslo	Místo na stroji	Činnost	D									
			T	M	M	2M	4x R	2x R	1x R	1x R		
1	Centrování kola - Poz.1-Válce Festo ( 2 )	Kontrola vzd.válců Festo - případně přetěsnění ( 2 válce )							X			
2	Centrování kola - Poz.1-centr.system	Celý centr.blok - Vedení válců / kontrola opotřebení vod.hřídeli							X			
3	DOPRAVNÍK - řemen plastový	Kontrola , případně seřízení vůle a vedení řemenů / na stroji 2 + 2					X					
4	DOPRAVNÍK - stůl malý nahoru a zpět	Kontrola vzd.válce Festo - případ.přetěsnění při CZO							X			
5	Maznice na ložiskách posun žliabky vpřed a zpět	Mazničky na ložiskách - Kontrola ložísek					X					
6	Maznice na ložiskách posun žliabky nahoru a dolů	Maznice automat. SKF na ložiskách VEDENÍ - Kontrola a vým.při CZO							X			
7	Motor a převodovka na dopravníku 2 ks	Kontrola , případně doliti oleje do PŘEVODOVKY							X			
8	Motor a olej.čerpadlo	Kontrola , příp.výměna ozub.plast.spojky / motor.čerp.							X			1x3 R
9	Dosedací plochy pro centr.kola pod foukacím zvonek	Očištění,kontrola poškození dosed.ploch ( z um.hmoty ),případ.výměna										
10	Takový vzduch do zařízení úprava vzduchu Festo	Kont. hladiny oleje v nádržce , kont. nádržky na kondenzát - vypřázdnění						X				
11	Chladicí oleje	Dem.vyčištění -WAP - mont.zpět									X	
12	Vzduch.filtr	Výměna vzduchového filtru							X			
13	Válce hydr. Plnici + MPT	Kont. opotřebení a funkčnosti HYDR.VÁLCŮ - případ. přetěsnění / vizuálně										
16	Kontrola spojů	Kontrola,případně dotázení										
17	Kontrola pneumatiky	Kont. pneum.prvků vedení ( Hadice,had.spojky,ventily ) poslech							X			
18	Kont. Skupiny HYDR. VENTILŮ - NAHOŘE	Kont. SKUPINY hydr.au.VENTILŮ - funkčnost /úník oleje - vizuálně							X			
19	Kontrola celé hydrauliky	Kontrola hydr.au.prvků - vedení ( Hadice.spoje a ventily ) vizuálně							X			
20	Ventily pneumatiké	Demont.,vyčištění,kontrola a mont.zpět ( Břichnáč -Festo )										
21	Výměna EL.prvků	Výměna vybraných stýkačů a jiné - ( Dušek )										
22	Olaj a olej.filtr	Výměna oleje a olej.filtru / Dle naměřených hodnot										
23	Plnici zvon, Formovací zvon	Dotázení spojů, celková kontrola upevnění a vedení!!!							X			
24	Revize EL.zařízení	Revize EL.zařízení - Josef Dušek										X
Poznámka :		Modře označené plochy - Práce vykonávali technici MCS										
		Oranžově označené plochy - Práce vykonávali externí pracovníci										

Zdroj: Interní materiál firmy



# 4.0. MAZACÍ PLÁN

# 4

## GHYSELINCK

### Linka

## PLNIČKA vzduchu

# 6985

číslo	MAZACÍ MÍSTO	Počet	Způsob použití	Interval	Mazivo	Dodavatel	Značka - druh	Výrobce	Mazivo - náhrada
1	Vodící tyče válců Festo: Centrování - sevrít , otevřít	2 + 2	Autom. patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGD 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
2	Vodící tyče válce Festo: vstupní dopr. dolů a zpět	2	SPREJ	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscochaine
3	Vodící tyče válce Bosch Rexroth Plnicí zvon - dolů a zpět	2 + 2	Autom. patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGD 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
4	Vodící tyče válce Festo: výstupní dopr. dolů a zpět	2	SPREJ	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscochaine
5	Ložisko vedení posuvného stolu ( žluté lišty )	6 + 6	Tlak maznice	1 x M	Tuk - Mogul	Jeřicha - Koramo	Mogul LV 2EP	Paramo	Valar Intensive C2 EP
6	Vodící tyče válce Bosch Rexroth Formovací zvon - dolů a zpět	2 + 2	Autom. patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGD 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
7	Automat.mazání centr.tyčí - PINŮ	2	Autom. patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGD 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
8	Vodící tyče přepravního stolu nahoru - dolu	2 + 2	Autom. patrona	1 x R	LGWA 2	SKF - CZ	LAGD 125 / WA 2	SKF	Valar Intensive C2 EP
9	Pomocné vodící tyče přepravního stolu nahoru - dolu	2 + 2	SPREJ	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscochaine
10	Tlakový vzduch do zařízení z úpravny vzduchu Festo	1	Aut.olej.maz-nice Festo	stále přima-závání	olej speciál	Festo Praha	OFSW - 32	Festo	Schell - Tona
11									
12									

Poznámka : č.1 + 3 + 6 + 7 + 8 / Výměna při CZO . CELOROČNÍ AUTOMATICKÉ PATRONY LAGD / 125  
 č. 10 / Kontrola hladiny oleje - případné doliti

Zdroj: Interní materiál firmy



		MCS		9				
		9.0. PLÁN ÚDRŽBY						
		CEMB		LINKA				
		V.č. : 201 979						
		Činnost						
		Misto na stroji						
číslo		D	2x M	1x 2M	4x R	2x R	R	1x 2R
1	Centrování kola - Poz.1.Válec Festo						CZO	
2	POHYB vyvaž. STOLU nahoru a dolu - Ozubený řemen plastový					X		
3	DOPRAVNÍK - řetěz pogumovaný				X			
4	Mazanice na hřídel.dopr. ( pogum.řetězy )						CZO	
5	Řetězy - převodovka na dopravníku					X		
6	Klešтина - nástroj pro uchycení kola		X					
7	Kuličkový stůl - vedení válců Festo ( malých )			X				
8	Trakový vzduch do zařízení úprava vzduchu Festo		X					
9	Centrování kola Ozubená kola						CZO	
10	Otočení kola - Ozubená kola						CZO	
11	Odsun kola po aplikaci závaží - uchycení							CZO
12	Přiblížení kola - KLUZNÉ VEDENÍ - Vozík						CZO	
13	Značkováč - horní - vedení		X					
14	Značkováč - spodní - vedení			X				
15	Otočení kola - LOŽISKO						CZO	
16	Stůl pro aplikaci závaží zklopot a zpět						CZO	
17	Dosedací plochy na vyvaž.hlavě		X					
18	Čidla a zrcátka		X					
19	Systém vyvažování Kontrolní kolo				X			
20	Systém vyvažování Masterad						X	
21	EL.- Revize zařízení							X
22	Revize závěr							X
		Modře označené plochy - Práce vykonávají technici LMCS						
		Oranžově označené plochy - Práce vykonávají externí pracovníci						

Zdroj: Interní materiál firmy

 <b>4.0. MAZACÍ PLÁN</b>									
<b>Cemb</b>		<b>Linka</b>	<b>Vyvažovačka</b>			<b>201 979 / po inovaci EL. 205 197</b>		<b>4</b>	
№.č.	MAZACÍ MÍSTO	Počet	Způsob použití	Interval	Mazivo	Dodavatel	Značka - druh	Výrobce	Mazivo - náhrada
1	CENTR. KOLA - hřídele - Poz.1	2+2	SPREY	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocchaine
2	POHYB vřaz. STOLU nahoru a dolu - Maznice	4	Tlak.maznice	1 x M	Tuk - Mogul	Jeřicha - Koramo	Mogul LV ZEP	Paramo	Valar Intensive C2 EP
3	DOPRAVNÍK - řetěz pogumovaný	7	SPREY	1 x 2 M	Weicon na řetězy	Mřkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocchaine
4	Maznice na hřídel.dopr. ( pogum.řetězy )	2+2 +2	Tlak.maznice	2 x R	Tuk - Mogul	Jeřicha - Koramo	Mogul LV ZEP	Paramo	Valar Intensive C2 EP
5	Řetězy - převodovka na dopravníku	3	SPREY	1 x 2 M	Weicon na řetězy	Mřkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocchaine
6	Klešřina - nástroj pro uchycení kola	1	Ruční mazání	2 x M	Bílá maz.pasta	Fuchs oil corpor. Strančice - CZ	Gleitmo 800	Fuchs oil	
7	Kuličkový stůl - vedení válců Festo ( malých )	4	SPREY	4 x R	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocchaine
8	Tlakový vzduch do zařízení z úpravny vzduchu Festo	1	Aut.olej.maznice Festo	stále přimazává váni	Olej special	Festo Praha	OFSW - 32	Festo	Schell - Tona
9	Centrování kola - Ozubená kola	1	SPREY	1 x 2 M	Weicon na řetězy	Mřkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocchaine
10	Otočení kola - Ozubená kola	1	SPREY	1 x 2 M	Weicon na řetězy	Mřkvička s.r.o.	Weicon	Weicon	IGOL Viscocchaine
11	Odsun kola po aplikaci závazí - hřídel uchycení	1	SPREY	4 x R	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocchaine
12	Přiblížení kola - KLUZNÉ VEDEDÍ	2+2	Tlak.maznice	1 x M	Tuk - Mogul	Jeřicha - Koramo	Mogul LV ZEP	Paramo	Valar Intensive C2 EP
13	Značkováč - horní - vedení	1	SPREY	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocchaine
14	Značkováč - spodní - vedení	1	SPREY	1 x M	Konkor 101	ZZN nebo Jeřicha	Coyote	Paramo	IGOL Viscocchaine

Zdroj: Interní materiál firmy