



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

# NÁVRH VYLEPŠENÍ STRATEGIE ÚDRŽBY V KONTEXTU PRŮMYSLU 4.0

PROPOSAL TO IMPROVE MAINTENANCE STRATEGY IN THE INDUSTRY 4.0 CONTEXT

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nikoleta Allinová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Daniel Zuth, Ph.D.

BRNO 2020



## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky  
Studentka: **Nikoleta Allinová**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost  
Vedoucí práce: **Ing. Daniel Zuth, Ph.D.**  
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Návrh vylepšení strategie údržby v kontextu Průmyslu 4.0

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Práce se bude zabývat konkrétními návrhy vylepšení strategie údržby ve vybrané firmě s ohledem na Průmysl 4.0. Ve vybraném výrobním závodě bude zdokumentován současný stav strategie údržby a bude navržena série opatření pro zlepšení současného stavu, a to jak z kvalitativního, tak ekonomického hlediska.

#### **Cíle bakalářské práce:**

Rešerše o oblasti údržby v kontextu Průmysl 4.0.  
Zdokumentování současného stavu strategie údržby.  
Návrh možných vylepšení pro strategii údržby.  
Zhodnocení navrhovaných úprav.

#### **Seznam doporučené literatury:**

HELEBRANT, František. Technická diagnostika a spolehlivost - Provoz a údržba strojů. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1690-6.

LEGÁT, Václav. Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

.....  
doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

.....  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Táto bakalárska práca sa venuje návrhu vylepšenia stratégie údržby v kontexte Priemyslu 4.0 vo vybranom podniku, konkrétne v prevádzke firmy Subtil v Myjave.

V prvej časti práce je rozobraná teória týkajúca sa údržby samotnej, jej stratégií a vývoja naprieč priemyselnými revolúciami a s tým spojená teória konceptu Priemyslu 4.0 a jeho kyberneticko-fyzických princípov.

Praktická časť sa venuje opisu aktuálnej stratégie údržby v podniku a opisu súčasného stavu poznania v oblasti údržby v kontexte Priemyslu 4.0. Následne sú zistené fakty aplikované do stratégie údržby firmy Subtil podľa jej potrieb a možností.

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis deals with a proposal of a maintenance strategy refinement in the context of Industry 4.0 in a selected company, particularly in the operating center of Subtil corporation located in Myjava.

The first part of the thesis deals with the theory of maintenance itself, its strategies and development across industrial revolutions and the related theory of the Industry 4.0 concept and its cyber-physical principles.

The practical part is devoted to the description of the current maintenance strategy in the company and the description of the current state of knowledge in the field of maintenance in the context of Industry 4.0. Subsequently, the findings are applied to the maintenance strategy of Subtil according to its needs and capabilities.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

údržba, stratégia údržby, priemysel 4.0, údržba 4.0, prediktívna údržba, trendy v údržbe, CMMS softvér

## **KEYWORDS**

maintenance, maintenance strategy, industry 4.0, maintenance 4.0, predictive maintenance, maintenance trends, CMMS software



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA**

ALLINOVÁ, Nikoleta. *Návrh vylepšenia stratégie údržby v kontexte Priemyslu 4.0*. Brno, 2020. Fakulta strojního inženýrství, 2020. 58 s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Daniel Zuth, Ph.D..





## **POĎAKOVANIE**

Moja veľká vďaka patrí školiteľovi, pánovi Ing. Danielovi Zuthovi, Ph.D. za jeho vedenie a odborné rady pri vypracovávaní tejto bakalárskej práce. Ďalej sa chcem poďakovať firme Subtil Group za možnosť vypracovať túto prácu u nich, a to najmä pánovi Ing. Ondrejovi Šikudovi za rady a čas, ktorý mi venoval. Tiež ďakujem svojej rodine a priateľovi za podporu počas celého bakalárskeho štúdia.



## ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracovala som ju samostatne pod vedením vedúceho práce Ing. Daniela Zutha, Ph.D., a to s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne dňa 24.6.2020

.....

Allinová Nikoleta



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>TEÓRIA ÚDRŽBY</b> .....	<b>17</b>
2.1	Definície.....	17
2.2	Postavenie údržby v podniku .....	18
2.3	Stratégie údržby .....	18
2.3.1	Korektívna údržba .....	18
2.3.2	Preventívna údržba – údržba s predom stanovenými intervalmi.....	19
2.3.3	Preventívna údržba- údržba podľa stavu .....	19
2.3.4	Prediktívna údržba .....	20
2.3.5	Proaktívna údržba .....	20
2.4	Vývojové etapy organizácie údržby .....	21
2.4.1	1.generácia .....	21
2.4.2	2.generácia .....	21
2.4.3	3.generácia .....	21
<b>3</b>	<b>TEÓRIA KONCEPTU PRIEMYSLU 4.0</b> .....	<b>23</b>
3.1	Vývoj priemyslových revolúcií .....	23
3.1.1	Prvá priemyselná revolúcia .....	23
3.1.2	Druhá priemyselná revolúcia .....	23
3.1.3	Tretia priemyselná revolúcia .....	24
3.2	Vznik konceptu Priemyslu 4.0.....	24
3.3	Charakteristika konceptu Priemyslu 4.0 .....	24
3.3.1	Kyberneticko-fyzické systémy .....	25
3.3.2	Internet vecí .....	25
3.3.3	Inteligentná továreň .....	26
<b>4</b>	<b>ÚDRŽBA V KONTEXTE PRIEMYSLU 4.0 A TRENDY V ÚDRŽBE</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>SUBTIL GROUP</b> .....	<b>33</b>
5.1	Základné informácie .....	33
5.1.1	Produkty.....	33
5.1.2	Stroje.....	33
5.1.3	Kvalita .....	33
5.2	Stratégia údržby v spoločnosti Subtil Group .....	35
5.2.1	Palstat CAQ .....	39
<b>6</b>	<b>NÁVRH VYLEPŠENIA STRATÉGIE ÚDRŽBY V KONTEXTE PRIEMYSLU 4.0</b> .....	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>ZHRNUTIE A ZHODNOTENIE</b> .....	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVER</b> .....	<b>49</b>
<b>9</b>	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV</b> .....	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>ZOZNAM TABULIEK A OBRÁZKOV</b> .....	<b>55</b>
10.1	Zoznam tabuliek .....	55
10.2	Zoznam obrázkov .....	55
<b>11</b>	<b>ZOZNAM PRÍLOH</b> .....	<b>57</b>



# 1 ÚVOD

*„Keby som mal šesť hodín na zrezanie stromu, prvé štyri by som trávil brúsením sekery.“*

Abraham Lincoln

Vhodná, vopred pripravená a správne aplikovaná stratégia ovplyvňuje výsledky akejkolvek ľudskej aktivity - riadenie priemyselného podniku nevynímajúc. Či ide o malý rodinný podnik so zopár zamestnancami alebo medzinárodný priemyselný korporát, všetky aktivity spojené s jeho riadením sú nasmerované k jedinému cieľu – finančnému zisku. Za dosiahnutím tohto cieľa sa skrýva komplexná stratégia siahajúca od generálneho riaditeľa po externého servisného pracovníka a od najmodernejšej 5-osej CNC frézy po náhradný klinový remeň. Jednou z dôležitých, no často podceňovaných súčastí tejto siete je údržba.

Vhodne zvolená stratégia údržby je nástrojom šetrenia nákladov a eliminovania neočakávaných prestojov vedúcich k ušlému zisku. Vývoj stratégií údržby naprieč desaťročiami ponúka manažérom údržby veľký rozsah možností výberu vhodného smeru údržby, ktorým sa daná firma bude uberať – či už to je údržba po poruche starého stroja alebo prediktívna údržba vyťaženého obrábacieho centra, ktorého cena sa šplhá do miliónov eur.

Práve prediktívna údržba je jedným z pilierov údržby Priemyslu 4.0, nazývanej tiež Údržba 4.0 vyvíjajúcej sa v posledných desiatich rokoch. Sledovanie technického stavu objektu a zaznamenávanie relevantných fyzikálnych veličín v čase umožňuje technickým pracovníkom a pracovníkom údržby pomerne efektívne predpovedať vývoj tohto technického stavu, flexibilne reagovať na prípadnú blížiacu sa poruchu a vyvarovať sa z toho plynúcim škodám.

Výhody prediktívnej údržby sa však priamo úmerne odrážajú do ceny jej zavedenia. Princípy Údržby 4.0 sa však skrývajú aj v cenovo dostupnejších trendoch, napríklad v používaní inteligentného údržbového softvéru, ktorý značne pomáha v prehľadnom riadení údržby v podniku.

Zavedeniu princípov údržby Priemyslu 4.0 do vybraného podniku sa venuje aj táto bakalárska práca. Po teoretickom úvode pojednávajúcom o údržbe, jej stratégiách a vývoji a Priemysle 4.0 nasleduje prehľad súčasného stavu Údržby 4.0 a opis aktuálnej stratégie údržby v podniku.

Cieľom tejto práce je vylepšenie aktuálnej stratégie údržby firmy Subtil aplikovaním princípov Údržby 4.0 v súlade s jej potrebami, či finančnými a kapacitnými možnosťami.





## 2 TEÓRIA ÚDRŽBY

### 2.1 Definície

**Údržba** – kombinácia všetkých technických, administratívnych a manažérskych zásahov behom životného cyklu objektu zameraných na jeho udržanie v stave, v ktorom môže vykonávať požadovanú funkciu alebo jeho navrátenie do tohto stavu.

**Management údržby** – všetky manažérske činnosti, ktoré určujú požiadavky, ciele, stratégie a zodpovednosti údržby a ich uplatnenie takými prostriedkami, ako je plánovanie údržby, riadenie údržby, zlepšovanie činností údržby z hľadiska hospodárnosti.

**Ciele údržby** – ciele stanovené a prijaté pre činnosti údržby.

**Stratégia údržby** – metóda managementu používaná k dosiahnutiu cieľov údržby.

**Plán údržby** – štruktúrovaný a dokumentovaný súbor úloh, do ktorého sa zahŕňajú činnosti, postupy, zdroje a časové plánovanie nutné k prevádzaniu údržby.

**Zaistenosť údržby** – schopnosť údržbárskej organizácie mať správnu podporu údržby na nevyhnutnom mieste k prevedeniu požadovanej činnosti údržby, keď je požadovaná.

**Rozvrh údržby** – predom vypracovaný plán, v ktorom je podrobne popísané, kedy sa má špecifická údržbárska úloha prevádzať.

**Miesto údržby, údržbárska linka** – miesto v organizácii, kde sa majú prevádzať špecifikované stupne údržby projektu.

**Záznam o údržbe** – časť dokumentácie údržby, ktorá obsahuje históriu všetkých dát vzťahujúcich sa k údržbe objektu.

**Náhradný diel** – objekt určený k náhrade zodpovedajúceho objektu za účelom zachovania alebo udržania pôvodnej požadovanej funkcie tohto objektu.

**Poruchový stav** – stav objektu charakterizovaný neschopnosťou vykonávať požadovanú funkciu, okrem neschopnosti behom preventívnej údržby alebo iných plánovaných činností alebo v dôsledku nedostatku externých zdrojov.

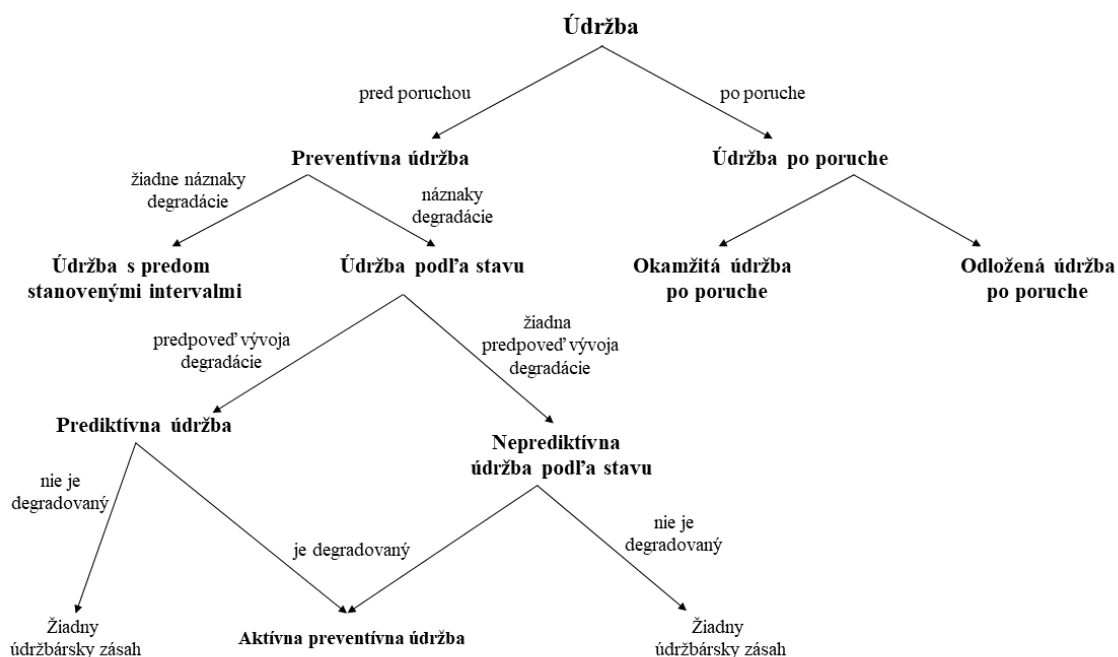
[1]

## 2.2 Postavenie údržby v podniku

Poslanie a postavenie údržby v moderne riadenom podniku je zvýraznené faktom, že údržba je jedným z významným procesov, ktoré ovplyvňujú produktivitu výroby. Výkonná údržba prispieva k zvyšovaniu produktivity a pridanej hodnoty hlavného procesu. Pridaná hodnota procesu údržby sa prejavuje napr. znížením negatívnych dôsledkov porúch, optimalizáciou investičných nákladov, dodržovaním legislatívnych požiadaviek a vytváraním konkurenčných výhod pre podnik. Spôsob riadenia údržby je významným prvkom, podieľajúcim sa na efektívnosti riadenia celého podniku. [2]

## 2.3 Stratégie údržby

Podľa [1] sa údržba delí na:



Obr.1 Typy údržby [1]

### 2.3.1 Korektívna údržba

Je najstaršou zo stratégií údržby a v súčasnosti má uplatnenie pri strojných zariadeniach, resp. ich častiach s minimálnym vplyvom na dostupnosť, bezpečnosť či kvalitu výroby. Definovať ju možno ako súbor činností, ktoré sa vykonávajú po vzniku poruchy na zariadení alebo pri strate funkčnosti zariadenia s cieľom zabezpečenia jeho požadovanej funkcie, a to buď úplnej alebo dočasnej. Hlavný cieľ sledovaný týmto typom údržby je teda zabezpečenie rýchleho obnovenia prevádzky (resp. prevádzkyschopnosti) zariadenia pri dodržiavaní bezpečnostných predpisov a navrátenie jeho pôvodných prevádzkových charakteristík. Naplnenie cieľa sa realizuje formou opravy, ktorá môže byť úplná alebo čiastočná (provizórna). Druhá možnosť sa volí, ak úplnú opravu nie je možné realizovať hneď (pre chýbajúce náhradné diely, potrebu špecializovaných pracovníkov a techniky, ...), ale pomocou dostupných prostriedkov je možné dočasné obnovenie takého stavu zariadenia, ktorý umožňuje plnenie

funkcií pri zníženom výkone alebo pri akceptovateľnej zmene prevádzkových podmienok. Z pohľadu organizácie a riadenia prác údržby je potrebné uviesť, že poruchy predstavujú náhodné udalosti z hľadiska času výskytu i rozsahu poškodenia. Vo väčšine prípadov je potrebná okamžitá reakcia, čo kladie veľké nároky na pružnosť a operatívnosť útvaru údržby. Vykonávanie korektívnej údržby môže byť:

- neplánované – najčastejšie sa vyskytujúci prípad v praxi, jedná sa o bezprostrednú reakciu na poruchu, výsledkom môže byť úplné alebo len čiastočné odstránenie poruchy,
- plánované – opravárenský zásah nebolo možné alebo potrebné vykonať hneď, resp. sa vykonala iba provizórna oprava a úplné odstránenie poruchy sa vykoná v dopredu naplánovanom čase. Medzi plánované opravy zaraďujeme aj opravy veľkého rozsahu (stredné a generálne), tie však nie sú reakciou na poruchu, ale slúžia na odstránenie účinkov dlhodobého prevádzkového opotrebenia či poškodenia stroja.

Ako výhodu údržby po poruche možno uviesť využitie celej životnosti súčiastky, resp. konštrukčného uzla, nízke organizačné a administratívne zaťaženie útvaru údržby zohľadňujúce fakt, že porucha je náhodná udalosť. Nevýhodou môžu byť vysoké straty najmä pri kľúčových strojoch, neočakávané náklady v dôsledku nákupu náhradných dielov, externých služieb, prípadne likvidácie škôd. [3]

### 2.3.2 Preventívna údržba – údržba s predom stanovenými intervalmi

Obvykle zahŕňa kontroly, prehliadky alebo predpísané činnosti v stanovenom kalendárnom termíne, prípadne po stanovenom počte jednotiek používania. Určenie frekvencie preventívnych činností bez korektných informácií, založených na štatistickom sledovaní, nie je ľahké. Frekvencia opakovania činnosti je často určená odhadom a nie vždy sa upravuje vzhľadom k skutočnému stavu objektu. Mnohé objekty sa chovajú tak, že aj po prevedených preventívnych činnostiach vzniknú poruchy a naopak často sa ukáže, že preventívne činnosti sú zbytočné. Tam, kde je preventívna periodická údržba vzhľadom k časovému priebehu pravdepodobnosti vzniku poruchy opodstatnená, je dôležité hľadať optimum medzi nákladmi na údržbu a náklady, ktoré vzniknú z titulu straty vlastností a pohotovosti zariadenia. Tento typ údržby predstavuje vysoký stupeň plánovanej práce a spravidla vedie k zníženiu nákladov oproti nákladom na údržbu po poruche. Mnohé činnosti preventívnej údržby v pevnom cykle sú dané zákonnými predpismi (vyhradené technické zariadenia). Problémom je, že výkon pravidelných údržbárskych zásahov na zariadeniach, ktorých stav to nevyžaduje, môže spôsobovať zbytočné náklady a navyše spôsobovať poruchy pri demontáži a spätnej montáži zariadenia. [2]

### 2.3.3 Preventívna údržba- údržba podľa stavu

Je založená na monitorovaní charakteristík alebo parametrov a nasledujúcich činnostiach údržby. Dobré známe sú tradičné metódy sledovania stavu zariadenia založené na hluku, prehriatí, netesnosti a zhoršení stavu povrchu. Sú to stále dobré ukazovatele stavu zariadenia, využívajúce subjektívne vnemy pomocou ľudských zmyslov – zrak, sluch, hmat, čuch. Technický pokrok vo vývoji snímačov a senzorov však umožňuje podstatne lepšie sledovať fyzikálne vlastnosti zariadenia. Aj metódy vyhodnocovania získaných údajov sú stále

dokonalejšie a tak umožňujú na základe získaných parametrov lepšie určiť objektívny stav zariadenia. Vzhľadom k vysokej cene diagnostických zariadení je potrebné veľkú pozornosť venovať určeniu spôsobu získavania informácií. Nepretržite sa použije tam, kde sa parameter môže zmeniť neočakávane . Plánovaná kontrola alebo kontrola na požiadanie sa používa v prípadoch, kedy zmena parametrov prebieha v dlhšom časovom horizonte. Základnou prednosťou údržby podľa stavu je, že sa prevádza vtedy, keď je objektívne potrebná. Minimalizuje poruchové stavy, prehľbuje poznatky o vlastnostiach zariadenia, zlepšuje bezpečnosť a minimalizuje vplyv na životné prostredie. [2]

#### **2.3.4 Prediktívna údržba**

Je špeciálnym prípadom preventívnej stratégie a je zameraná na zisťovanie varovných príznakov poškodenia, ktoré už začalo. Vykonáva sa periodická resp. on-line kontrola zariadenia a údržba sa vykonáva v prípade, že sa zistí zhoršenie jeho stavu poškodenia na určitú stanovenú mieru. V tomto prípade údržba vykoná zásah len na častiach, ktorých stav bol zaznamenaný ako zhoršený. Takto sa poruche predíde, ale zväčša sa neodstráni primárna príčina zhoršeného stavu. [4]

Významným pomocníkom pre získanie potrebných informácií je technická diagnostika. Technická diagnostika pozná veľké množstvo rôznych metód, ktoré sú určené k zisťovaniu stavu sledovaných objektov a odhaľovaniu symptómov , naznačujúcich pravdepodobnosť vzniku potenciálnej poruchy (napríklad zmeny vibračných charakteristík, zmeny teploty, znečistenie mazacieho oleja, netesnosti apod.) [2]

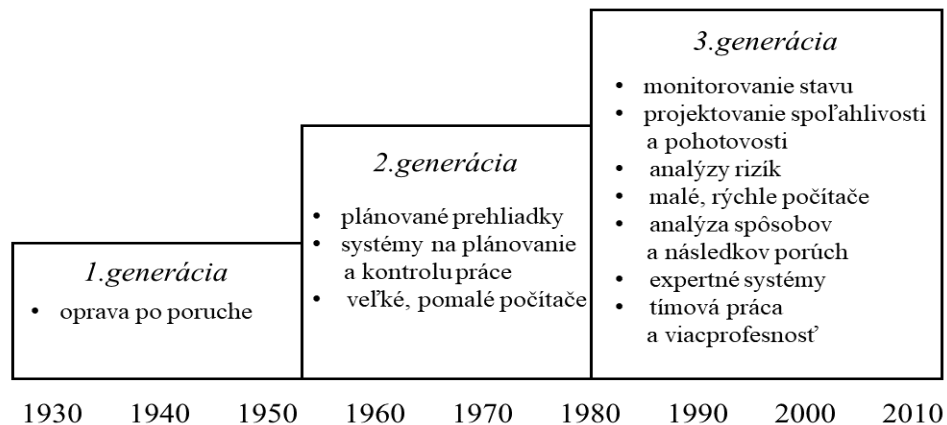
Okrem základného delenia podľa [1] je možné sa stretnúť aj s ďalšími pojmami. Obzvlášť v americkej literatúre sa už niekoľko rokov používa termín „proactive maintenance“ (proaktívna údržba). [2]

#### **2.3.5 Proaktívna údržba**

Nezameriava sa na opravu zariadení alebo na efektivitu vo vykonávaní korektívnych činností na strojoch, ktoré vykazujú známky porúch. Namiesto toho sa sústreďuje na eliminovanie zdrojov problémov. Krok smerom k proaktívnej údržbe potrebuje zmenu, ktorá je pre väčšinu organizácií náročná. Vyžaduje zmenu posun v myslení, procesoch, procedúrach a kultúre. [5]

## 2.4 Vývojové etapy organizácie údržby

John Moubray vo svojej knihe Reliability-centered Maintenance [6] definoval vývoj organizácie údržby v troch tzv.generáciach:



Obr. 2 Vývoj údržby [6]

### 2.4.1 1.generácia

Pokrýva časový úsek do druhej svetovej vojny. V tých časoch nebol priemysel veľmi mechanizovaný, takže prestroje nehrali príliš veľkú rolu. Toto znamenalo, že prevencia porúch zariadení nebola veľkou prioritou v zmyslení väčšiny manažérov. Taktiež nástroje boli jednoduché a väčšina z nich bola predimenzovaná, čím sa stávali spoľahlivé a ľahké na opravu. Výsledkom toho bolo, že nevznikala žiadna potreba systematickej údržby žiadneho typu okrem jednoduchého čistenia, kontroly a mazania. Nároky na zručnosti v oblasti údržby boli nižšie než sú dnes. [6]

### 2.4.2 2.generácia

Veci sa dramaticky zmenili počas druhej svetovej vojny. Počas vojny sa zvyšoval dopyt po výrobkoch rôznych druhov, zatiaľ čo zdroje ľudskej práce rapídne klesali. Toto viedlo k nástupu mechanizácie. Do roku 1950 boli stroje viac číselné a komplexné. Priemysel začal byť na nich závislý. S rastúcou závislosťou sa čoraz viac sústreďovalo na prestroje. Tak vznikla myšlienka, že by sa poruchám strojov mohlo a malo predchádzať, čo viedlo k vzniku konceptu preventívnej údržby. V šesťdesiatych rokoch pozostával najmä z prehliadok strojov v pravidelných intervaloch. Náklady na údržbu, oproti nákladom na ostatné operácie, taktiež začali prudko rásť. To malo za následok nárast výskytu plánovacích a kontrolných systémov údržby. Tie udržovali údržbu pod kontrolou a stali sa dnešnou súčasťou údržbárskej praxe. [6]

### 2.4.3 3.generácia

Od polovice sedemdesiatych rokov, zažil proces zmeny priemyslu ešte väčšie chvíle. Rast mechanizácie a automatizácie znamená, že spoľahlivosť a pohotovosť sú kľúčovými problémami. Nové koncepcie a techniky údržby zažili enormný nárast. Počas rokov osemdesiatych a deväťdesiatych rokov 20.storočia vznikli stovky z nich. [6]

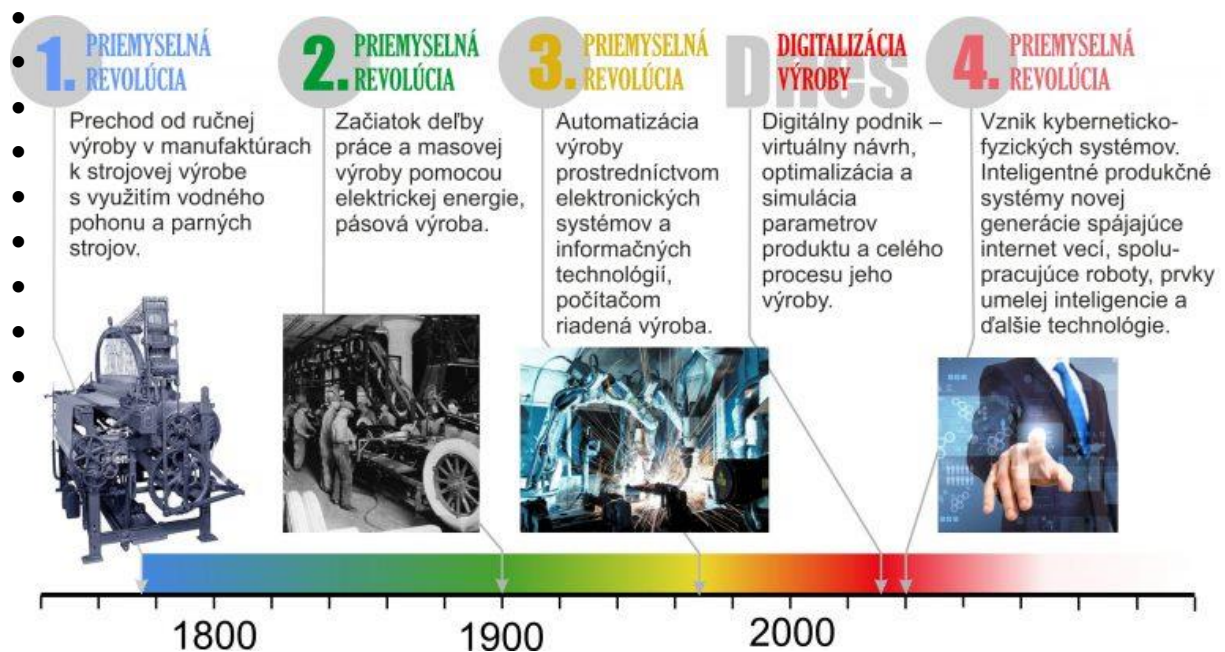


## 3 TEÓRIA KONCEPTU PRIEMYSLU 4.0

Priemysel 4.0 je prístup založený na integrácii obchodných a výrobných procesov, ako aj na integrácii všetkých prvkov v hodnotovom reťazci spoločnosti (dodávatelia a zákazníci). Technické aspekty týchto požiadaviek rieši uplatňovanie všeobecných konceptov kybernetických systémov (CPS) a Internetu vecí (IoT) do systémov priemyselnej výroby. [7]

Priemysel 4.0 je tiež označovaný ako štvrtá priemyslová revolúcia. [8]

### 3.1 Vývoj priemyslových revolúcií



Obr.3 Vývoj priemyselných revolúcií [9]

#### 3.1.1 Prvá priemyselná revolúcia

Prebiehala zhruba od roku 1760 do roku 1820. Jednalo sa o prechod metód ručnej výroby ku produkcii za využitia prvých strojov. Zefektívnilo sa spracovanie železa, na základe čoho ľudstvo zaznamenalo masívne zvýšenie produkcie strojov, nástrojov, zbraní a všetkých vecí, ktoré boli vyrábané z kovu. Azda najdôležitejšou fázou celej revolúcie bolo masívne zaradenie pary, parných motorov a začiatok využívania parnej sily vo všetkých odvetviach priemyslu. Táto sila poskytla dovtedy nevídanú automatizáciu, ktorá niekoľkonásobne zvýšila ročnú produkciu oproti obdobiu, kedy sa využívali konvenčné ručné nástroje. [10]

#### 3.1.2 Druhá priemyselná revolúcia

Po skončení prvej priemyselnej revolúcie nastalo na viac než 50 rokov signifikantné spomalenie vývoja a konštrukcie nových vynálezov. Toto obdobie avšak nemalo dlhého trvania. Druhá priemyselná revolúcia sa datuje zhruba od roku 1870 až do roku 1914, do začiatku 1. svetovej vojny. Moderné krajiny, ktorých sa táto revolúcia týkala, začali s masívnou elektrifikáciou veľkých miest a mestských častí. Vznikali nové typy fabriek, ktoré po prvýkrát

plnohodnotne fungovali na báze výrobných liniek, ktoré ešte väčšmi zvýšili mieru automatizácie. Toto obdobie bolo ranou fázou informatizácie, ktorú podporoval rozvoj v oblasti telekomunikácii a prvé prepájanie veľkých miest telefónnymi káblami. Za zmienku určite stojí aj vytváranie prvých skutočných business procesov a vývoj v oblasti business manažmentu. [10]

### **3.1.3 Tretia priemyselná revolúcia**

Po konci prvej a druhej svetovej vojny sa svet spamätával z škôd, ktoré vojny napáchali. Je dôležité povedať, že počas vojny došlo aj k rapídному rozvoju nových technológií. Na tieto nové technológie nadviazali výskumníci a inžinieri z celého sveta. Tretia priemyselná revolúcia je označovaná aj pojmom *Digitálna revolúcia*. Charakterizuje ju prechod od mechanických a analógových technológií ku digitálnym technológiám. Pokrok v tejto oblasti bol sčasti podnietený prebiehajúcou Studenou vojnou a snahou vyrovnat' sa a predbehnúť svojho súpera.

Začiatok tejto revolúcie nie je presne definovaný a rôzne sa datuje od konca 50. do konca 70. rokov 20. storočia. Je dôležité si uvedomiť fakt, že táto revolúcia stále prebieha a voľne na ňu nadväzuje štvrtá revolúcia. Do značnej miery sa tieto dve éry priemyslu prekrývajú a štvrtá priemyselná revolúcia skutočne popisuje skôr súčasný vývoj a trendy v rozmedzí posledných pár rokov. [10]

## **3.2 Vznik konceptu Priemyslu 4.0**

Základný koncept Priemyslu 4.0 bol prvýkrát predstavený na veľtrhu v Hannoveri v roku 2011. Od jeho predstavenia sa Priemysel 4.0 stal v Nemecku predmetom výskumu v akademických a priemyselných komunitách. To, že koncept Priemyslu 4.0 pochádza z Nemecka nie je prekvapivé, keďže Nemecko má jeden z najkonkurencieschopnejších priemyslov na svete a je i globálnym lídrom v sektore výrobných zariadení. [7]

## **3.3 Charakteristika konceptu Priemyslu 4.0**

Priemysel 4.0 transformuje výrobu zo samostatných automatizovaných jednotiek na plne integrované automatizované a priebežne optimalizované výrobné procesy. Vzniknú nové globálne siete založené na prepojení výrobných zariadení do kyberneticko-fyzických systémov-CPS (Cyber-Physical Systems). CPS budú základným stavebným prvkom „inteligentných tovární“, budú schopné autonómnej výmeny informácií, vyvolania potrebných akcií v reakcii na momentálne podmienky a vzájomné nezávislé kontroly. Senzory, stroje, dielce a IT systémy budú vzájomne prepojené v rámci hodnotového reťazca presahujúceho hranice jednotlivých firm. Takto prepojené CPS na seba budú pomocou štandardných komunikačných protokolov na báze internetu vzájomne reagovať a analyzovať dáta, aby mohli predvídať prípadné chyby či poruchy, konfigurovať samy seba a v reálnom čase sa prispôbovať zmeneným podmienkam.

V takýchto továrňach budú vznikať „inteligentné produkty“, ktoré budú jednoznačne identifikovateľné a lokalizovateľné, ktoré budú poznať nielen svoju históriu a aktuálny stav, ale aj alternatívne cesty, ktoré vedú k vzniku finálneho produktu. Vertikálne výrobné procesy budú horizontálne prepojené v rámci firemných systémov, ktoré budú v reálnom čase pružne reagovať na okamžitý a meniaci sa dopyt po produktoch. Budú reagovať na individuálne



požiadavky zákazníkov a takýto produkt tiež umožní efektívne vyrobiť. Výrobný proces bude trvalo optimalizovaný a bude schopný reagovať na nečakané zmeny spôsobené napríklad poruchou niektorého výrobného zariadenia.

Základné charakteristiky inteligentných tovární zodpovedajúcich konceptu Priemysel 4.0 môžeme zhrnúť nasledovne:

- výrobné procesy sú optimalizované v rámci celého hodnotového reťazca vďaka vertikálne aj horizontálne integrovaným IT systémom;
- izolované vertikálne jednotky sú nahradené plne automatizovanými a vzájomne prepojenými výrobnými linkami;
- fyzické prototypy sú nahradené virtuálnymi návrhmi výrobkov, výrobných prostriedkov a výrobných procesov, ich uvedenie do prevádzky prebieha v rámci jedného integrovaného procesu zapojujúceho ako výrobcu samotného, tak aj jeho dodávateľa;
- flexibilné výrobné procesy umožňujú efektívnu výrobu aj malých výrobných dávok prispôbujúcich individuálnym požiadavkám jednotlivých zákazníkov;
- vzájomne komunikujúce roboty, výrobné zariadenia a výrobky činia do istej miery autonómne rozhodnutie v reálnom čase a tým zvyšujú flexibilitu a efektivitu výrobného procesu;
- výrobné zariadenie sa samé optimalizuje a konfiguruje v závislosti na parametroch spracovávaného produktu
- automatizované logistické zázemie využívajúce autonómne vozíky a roboty sa automaticky prispôbuje potrebám výroby. [11]

### 3.3.1 Kyberneticko-fyzické systémy

Cyber-Physical Systems (CPS) sú definované ako transformačné technológie slúžiace k riadeniu prepojených systémov fyzických jednotiek a ich výpočtových schopností. V posledných rokoch priniesol technický vývoj oveľa vyššiu dostupnosť a použiteľnosť senzorov a systémy a počítačové siete pre rýchlejšie získavanie dát, čo donútilo viacero spoločností dnešného priemyslu posunúť sa smerom k implementovaniu „high-tech“ metodík. Následne, čoraz častejšie používanie senzorov a sieťových zariadení vyvrcholilo v nepretržitý rast generácie veľkých objemov dát známej pod názvom Big Data. CPS môžu byť ďalej vyvíjané na riadenie Big Data a implementovanie prepojenia zariadení, čím sa dosiahne cieľ inteligentných, pružných a adaptabilných strojov. Navyiac, integrovanie kyberneticko-fyzických systémov s výrobou, logistikou a službami do dnešných priemyselných praktík transformuje dnešnú podobu spoločností na spoločnosti Priemyslu 4.0 so značným ekonomickým potenciálom. [12]

### 3.3.2 Internet vecí

Internet z vecí (IOT) je sieť fyzických objektov. Internet je nielen sieť počítačov, ale vyvinula sa v sieť zariadení všetkých typov a veľkostí: vozidlá, inteligentné telefóny, domáce spotrebiče, hračky, fotoaparáty, lekárske nástroje a priemyselné systémy, zvieratá, ľudia, budovy – všetky prepojené, komunikujúce a zdieľajúce informácie na základe stanovených protokolov za účelom dosiahnutia inteligentných reorganizácií, nastavení, polohovaní,

sledovaní a bezpečných ovládaní. IoT definujeme do troch kategórií: 1) ľudia ľuďom, 2) ľudia strojom/veciam 3) veci/stroje veciam/strojom. [13]

### **3.3.3 Inteligentná továreň**

Inteligentná továreň je kľúčovým prvkom Priemyslu 4.0. Technické základy, na ktorých je založená inteligentná továreň Smart Factory, sú kybernetické systémy, ktoré spolu navzájom komunikujú prostredníctvom internetu vecí a služieb. Dôležitou súčasťou tohto procesu je výmena údajov medzi produktom a výrobnou linkou. To umožňuje oveľa efektívnejšie prepojenie dodávateľského reťazca a lepšiu organizáciu v akomkoľvek výrobnom prostredí.

Rozhodujúcim faktorom pri navrhovaní inteligentnej továrne v praxi je to, že všetky prvky továrne - nástroje, výrobky a technológia - sú vybavené integrovaným výpočtovým systémom. Týmto spôsobom je možné dáta zachytiť, spracovať a poslať ďalej. Získavanie údajov a kontrola výroby prebieha v reálnom čase. [14]

## 4 ÚDRŽBA V KONTEXTE PRIEMYSLU 4.0 A TRENDY V ÚDRŽBE

Vždy, keď sa priemysel vyvinul, alebo sa v ňom objavilo niečo nové, musela sa tomu prispôbiť aj údržba. Dnes to nie je inak, údržba má predpoklady stať sa SMART. V súčasnosti je hlavným cieľom priemyselných podnikov dosiahnuť rýchlu adaptáciu vzhľadom k inicializácii novej výroby a schopnosti reakcie voči vyskytujúcim sa chybám pomocou inteligentného údržbového systému na báze konceptu Industry 4.0. [15]

Údržba 4.0 bude pokročilý systém rozvodných komponentov poskytujúcich informácie o stave a spoľahlivosti rozvodných komponentov pre správnu stratégiu riadenia a správy aktív. Tieto informácie o stave a spoľahlivosti rozvodných komponentov sú zásadnou otázkou pre správnu stratégiu, riadenie a správu.

Inovativnosť, výhody a prínosy inteligentného údržbového systému je možné overiť pomocou monitorovania ukazovateľov prevádzkovej spoľahlivosti a hodnotenia efektívnosti procesov údržby. Takéto inovatívne inteligentné riešenia v systéme údržby, vytvárajú o podniku úplne nový obraz a menia koncept údržby na koncept inteligentného systému údržby. [16]

Sektor údržby bol jedným z prvých, ktorý ocenil a využil potenciál a automatizovanejší prístup k priemyselným procesom a výrobe. [17]

**Prof. Ing. Václav Legát, DrSc.** v svojom článku Průmysl 4.0 ovlivňuje údržbu z roku 2018 nepredpokladá, že by sa menila definícia údržby ako kombinácie všetkých technických a administratívnych činností, vrátane činností dozoru, zamýšľaných k udržaniu objektu v stave, v ktorom prevádza svoju požadovanú funkciu alebo k obnove tohto stavu. Taktiež neočakáva, že sa zmení typ údržbárskych úloh, len sa presunie význam na údržbu preventívnu a najmä potom podľa technického stavu na diagnostickú údržbu a prediktívnu (predpovedanú) údržbu. [18]

Naproti tomu **Marc Cousineau** v svojom článku z roku 2019 The future of maintenance: A practical guide to Industry 4.0 tvrdí, že existuje mnoho spôsobov, ako sa bude správa aktív meniť v súvislosti s Priemyslom 4.0, od toho, ako technici plnia každodenné úlohy, až po spôsob, akým vedúci nastavujú svoje zariadenia. Definuje tri z najväčších spôsobov ako sa údržba bude prelínať s Priemyslom 4.0: [19]

### Kontrola nákladov

Je najväčšou prioritou mnohých organizácií, najmä so zmenou technológií. Posun k priemyselným odvetviam 4.0 môže pomôcť tímom údržby ušetriť peniaze, pričom správa zásob je jednou z oblastí s týmto potenciálom. Nové systémy poskytujú možnosti na zlepšenie procesu objednávanía a na zníženie počtu zdrojov potrebných na úplné uskladnenie. Štíhlejší a efektívnejší systém zásob znamená vyššiu spoľahlivosť a nižšie náklady. Najmä 3D tlač už transformuje dodávateľský reťazec údržby tým, že umožňuje tlač náhradných dielov na mieste a na požiadanie. Nielenže sa znižujú náklady na dopravu, ale schopnosť vyrábať diely pre

vysoko namáhané aktíva, kritické z hľadiska výroby, pomáha minimalizovať nákladné a neplánované prestoje. [19]

### Stanovenie hodnoty údržby

Spätné myslenie ohľadom obviňovania alebo velebenia tímu údržby v prípade, že nastane porucha sa s priemyselným odvetvím 4.0 zmení. Najnovšie nástroje a metódy sú schopné zmerať údržbárske činnosti do najmenších detailov a určiť, ako každá akcia ovplyvňuje podnikanie. Napríklad môžete zbierať údaje o poruchových stavoch a preventívnej údržbe pomocou senzorov strojov a softvéru údržby. V kombinácii s údajmi z výrobného a finančného softvéru vám tieto metriky môžu povedať vplyv údržby a preukázať súvislosť medzi lepšou údržbou a nižšími nákladmi. [19]

Obaja autori sa zhodujú v dôležitej roli prediktívnej údržby v kontexte Priemyslu 4.0:

### Prediktívna údržba

Umožňuje zariadeniam predvídať, kedy by mohlo dôjsť k poruche zariadenia, a prijať opatrenia na jej zabránenie. Jedným zo spôsobov, ako sa to deje, sú inteligentné senzory. Tieto snímače stroja dokážu zistiť zmenu spôsobu fungovania aktív, napríklad ak niektorá súčasť vibruje pri vyšších ako normálnych rýchlostiach. Senzory môžu byť prepojené so softvérom údržby, ako je CMMS, a prenášať túto správu do softvéru, aby mohla naplánovať údržbu. Softvér upozorní technikov na novo naplánovanú úlohu na svojich mobilných zariadeniach.

[19]

**Jonathan Trout** z Noria Corporation definuje výhody zavedenia prediktívnej údržby ako:

- šetrenie nákladov minimalizovaním neplánovaných prestojov;
- štatistika aktuálneho stavu zariadenia v reálnom čase;
- zabezpečenie minimalizácie prerušení produktivity;
- optimalizácia využitia náhradných dielov;
- optimalizácia času stráveného vykonávaním údržbárskych činností;

a nevýhody nasledovne:

- vyššie počiatkové náklady;
- potreba špeciálneho tréningu na interpretovanie a analyzovanie dát z monitorovania stavu;
- vyžaduje sa zariadenia/ software na monitorovanie stavu. [20]

„Prediktívna údržba je odrazovým mostíkom na ceste k skutočne inteligentnej údržbe, rovnako ako digitalizácia je fázou na ceste k úplnému osvojeniu Priemyslu 4.0.” povedal v roku 2017 **Steve Sands** z firmy Festo, ktorá investovala do digitalizácie v jej závode v meste Scharnhausen v Nemecku. „Ako svetový výrobca priemyselných kontrolných a automatizačných komponentov, firma Festo chcela maximalizovať použitie vznikajúcich technológií a zažiť ich prvotné benefity a tiež lepšie rozumieť vplyvu na ľudí a procesy.

Na vytvorenie prostredia Priemyslu 4.0, Festo buď zaimplementoval umelú inteligenciu do už existujúcich zariadení alebo v prípade objavenia sa novej príležitosti, do nového náradia. Napríklad, Scharnhausen používa Near Field Communication (NFC) na podporu digitálnej údržby.

To znamená, že komponenty si môžu s tímom údržby dáta vymieňať bez toho, aby prechádzali centrálnou databázou. Pre tím údržby to predstavuje nové spôsoby komunikácie s

výrobným zariadením a zhromažďovania užitočných informácií. Ich hlavným nástrojom je tablet vybavený prispôsobenou vývojovou aplikáciou, ktorá spolu s mobilnými senzormi umožňuje užívateľovi prístup k ďalším informáciám o komponentoch, ktoré si vyžadujú pozornosť. Tablet dokáže na vysokej úrovni zobrazovať grafický prehľad usporiadania celého zariadenia a vyznačí výstrahu vyvolanú strojom na výrobnnej linke. Tieto výstrahy sa riadia jednoduchým systémom klasifikácie, ktorý označuje naliehavosť, čo umožňuje tímu rozmiestniť účinne svoju pracovnú záťaž. Tým pádom je tím oveľa pohotovejší, pretože svoje zdroje nasmeruje k upozorneniam s najvyššou prioritou, t.j. k strojom, ktorých zastavenie by vážne ovplyvnilo plánovanú výrobu. Najnižšia kategória výstraha bude jednoducho oznámením, že časť alebo periférne, ako napríklad atrament v tlačiarňach štítkov, vyžaduje výmena k danému dátumu.

Je zrejmé, že táto úroveň automatizácie znamenala značný význam zmeny pre tím údržby spoločnosti Festo. V prvom rade sú teraz schopní aktívne pristupovať k údržbe, ktorá siaha až za preventívnu údržbu. Schopnosť analyzovať stav dát a obdržať upozornenie odkiaľkoľvek v rámci továrne znamená, že sú mobilnejší, pohotovejší a efektívnejší. Automatické objednávanie nástrojov a súčastí zvýšilo odstránením cesty medzi sklodom a strojmi, ktorá vyžadovala pozornosť, svoju efektívnosť. Pozitívne vplyvy boli aj na človeka. Je tu väčší dôraz na pochopenie toho, prečo vznikla situácia a ako ju vyriešiť. [17]

### **Počítačové systémy riadenia údržby**

Počítačové systémy riadenia údržby (CMMS-Computerized Maintenance Management Systems) plánujú, sledujú a monitorujú činnosti údržby s cieľom poskytnúť náklady, komponenty, personál a celú históriu správ. Systémy CMMS sú prepojené s plánovaním výroby a nákladovými systémami a často sa používajú na sledovanie preventívnej údržby. [21]

Pred 80. rokmi sa údaje o údržbe všeobecne zaznamenávali ceruzkou a papierom. Z tohto dôvodu bola údržba skôr reaktívna než proaktívna - údržba sa vykonávala iba vtedy, keď sa niečo pokazilo. Preventívna údržba bola menej bežná, pretože bolo nereálne sledovať, ktoré aktíva vyžadujú rutinnú údržbu, keď sa všetky záznamy o údržbe majetku uchovávali v kartotéke. Keď sa riešenia CMMS objavili koncom osemdesiatych a začiatkom deväťdesiatych rokov, organizácie sa začali presúvať od ceruziek a papiera do svojich počítačov. Organizácie mohli zrazu sledovať pracovné príkazy, rýchlo generovať na presné správy a okamžite určiť, ktoré z ich aktív vyžadujú preventívnu údržbu. To viedlo k predĺženiu životnosti aktív, zlepšeniu organizácie a nakoniec k zníženiu nákladov a zvýšeniu ziskov.

Mobilný CMMS ukladá a analyzuje údaje zhromaždené senzormi na vydávanie prediktívnych algoritmov. Dobře vyškolená pracovná sila vytvára prediktívne plány údržby a optimalizuje výrobný cyklus. Toto je správne miesto na spomenutie priemyselného internetu vecí (IIoT), ktorý hrá v tomto procese rozhodujúcu úlohu a spája stroje so strojmi a stroje s ľuďmi. Prediktívna údržba včas zistí predvolené hodnoty, aby odborníci v oblasti údržby mohli podniknúť potrebné kroky a zaistiť, aby sa nevyskytli žiadne problémy. [22]

Medzi výhody implementácie počítačového systému riadenia údržby patria nasledujúce:

- Udržanie optimálneho výkonu zariadenia tým, že znižuje prestoje a výsledkom je dlhšia životnosť zariadenia.
- Detekcia hroziacich problémov skôr, ako dôjde k chybe, v dôsledku čoho je menej zlyhaní a sťažností zákazníkov.

- Dosiahnutie vyššej úrovne plánovaných údržbárskych činnosti, ktoré umožňujú efektívnejšie využitie personálnych zdrojov.
- Ovplyvnenie riadenia zásob umožňuje lepšie predvídanie a nákup náhradných dielov na odstránenie nedostatku a minimalizovať existujúce zásoby.
- Udržanie optimálneho výkonu zariadenia tým, že znižuje prestoje a výsledkom je dlhšia životnosť zariadenia. [23]

Prijatie moderného CMMS, ktoré sa dá ľahko prepojiť so všetkými ostatnými bežiacimi systémami spoločnosti ako ERP (plánovanie podnikových zdrojov), je prvým a najdôležitejším krokom, ktorý môžu organizácie podniknúť, aby nasledovali cestu vedúcu k odvetviu 4.0. Monitorovanie výkonu stroja v reálnom čase a kombinovaný potenciál internetu vecí a veľkých dát môžu viesť k významným úsporám. Zavádzanie automatizácie pripojených zariadení a IoT (aplikácia IoT na výrobu) rýchlo rastie. Mnohé priemyselné odvetvia sa chystajú zaznamenať významné zlepšenia v oblasti bezpečnosti, efektívnosti a ziskovosti a tento trend bude pokračovať. [22]

### **Údržba v poslednej dekáde a čo bude nasledovať?**

V polovici januára 2020 uverejnil Marc Cousineau na stránke webovej stránky [www.fixxsoftware.com](http://www.fixxsoftware.com) článok s názvom: „How the 2010s changed the maintenance industry and predictions for what’s next“, kde predstavuje rozhovory s odborníkmi v oblasti údržby a prezentuje ich názory na trendy v poslednej dekáde a na obraz údržby v roku 2030 a neskôr.

**Rob Kalwarowsky, P.Eng**, odborník na manažment spoľahlivosti a správu majetku, si myslí, že údržba sa za poslednú dekádu posunula smerom k monitorovaniu založenom na podmienkach a prediktívnej údržbe. Ide o spoločnosť, ktorá smeruje k senzorom, monitorovaniu aktív v reálnom čase a implementuje ďalšie programy na monitorovanie stavu ako sú vibračná analýza, ultrazvuk a analýza oleja. V roku 2030 vidí v údržbe zahrnutej ešte viac technológie, napr. robotov opravujúcich stroje alebo stroje opravujúce samé seba. Je nadšený z toho ako sa CMMS technológia vyvíja.

**Jason Afara, P.Eng**, systémový inžinier vo Fixx, vidí ako krok vpred používanie dát a spájanie zariadení so softvérom, ktorý vám povie, čo sa na zariadení deje bez toho, aby ste ho videli. Ide o transformáciu toho, čo sa so strojom skutočne deje, na informácie, ktoré možno použiť na vytváranie budúcich rozhodnutí o údržbe a rozpočte.

**Stuart Fergusson**, Senior manažér predaja vo Fixx, si myslí, že obrovským trendom za poslednú dekádu bola digitalizácia. Na otázku ohľadom údržby v a po roku 2030 odpovedal: „Myslím, že z digitalizácie a preventívnej údržby sa presunieme na efektívnu údržbu a bude plne prediktívna. Zmeníme spôsob, akým navrhujeme a vyrábame zariadenia s ohľadom na údržbu, aby sa stroje nekazili tak často a aby sa problémom dalo predísť skôr, ako sa stanú problémami.“

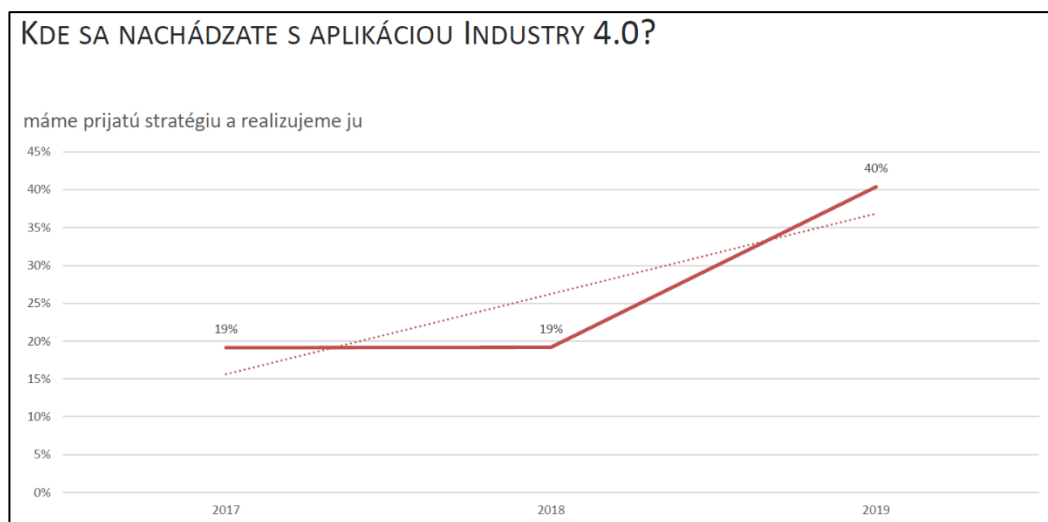
**Joe Kuhn, CMRP**, vlastník Lean Driven Reliability, na otázku „Čo definovalo údržbu v posledných 10-tich rokoch?“ odpovedal: „Využitie elektroniky, elektronického zberu údajov a automatizovaného zberu údajov pomocou sofistikovanejšieho softvéru CMMS. Prístup k údajom sa výrazne zlepšil. Je oveľa jednoduchšie získať údaje a vypočítať metriky, na ktorých sa pred 10 rokmi strávil obrovské množstvo času.“ Ohľadom údržby po roku 2030 sa vyjadril: „Vstúpite do továrne a všetci tam budú používať smartfón CMMS. Na každom majetku budú

senzory, ktoré vám môžu povedať, kedy sa vyskytne problém. Automatizovaný závod bude realitou.“ [24]

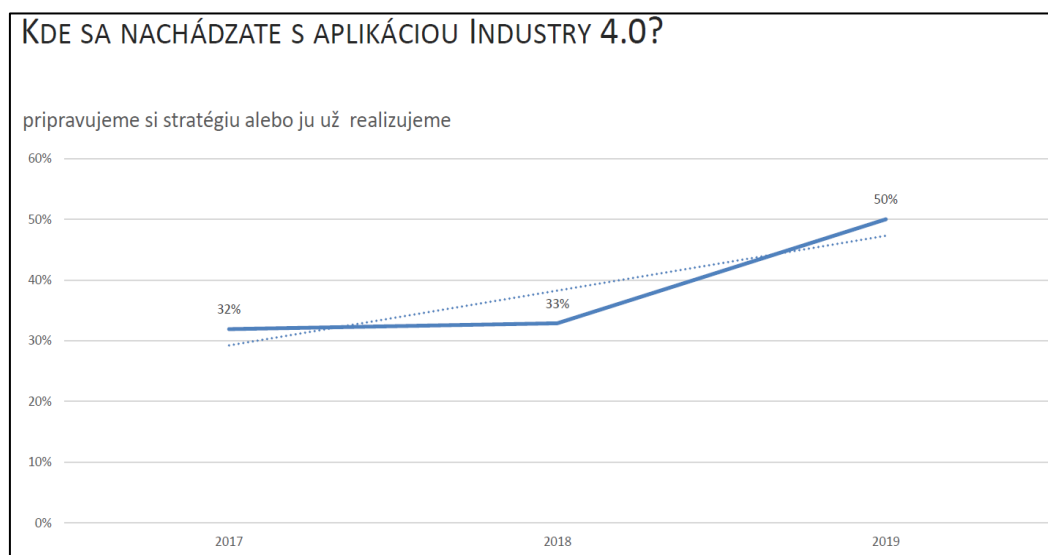
### **Stav implementácie konceptu Priemyslu 4.0 na Slovensku**

Implementáciu koncepcie Priemyslu 4.0 v slovenských podnikoch analyzuje už od roku 2017 Industry4UM, iniciatíva zástupcov priemyslu pod záštitou Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky. Prieskum pozostával z 20 otázok, v roku 2019 dve pribudli a jedna bola upravená. Prieskum prebiehal anonymne a elektronickou formou. V roku 2017 odpovedali 47 respondentov, v roku 2018 73 respondentov a v roku 2019 ich bola 52.

Na otázku ohľadom aktuálneho stavu v aplikácii princípov Industry 4.0 odpovedali respondenti počas troch rokov nasledovne:



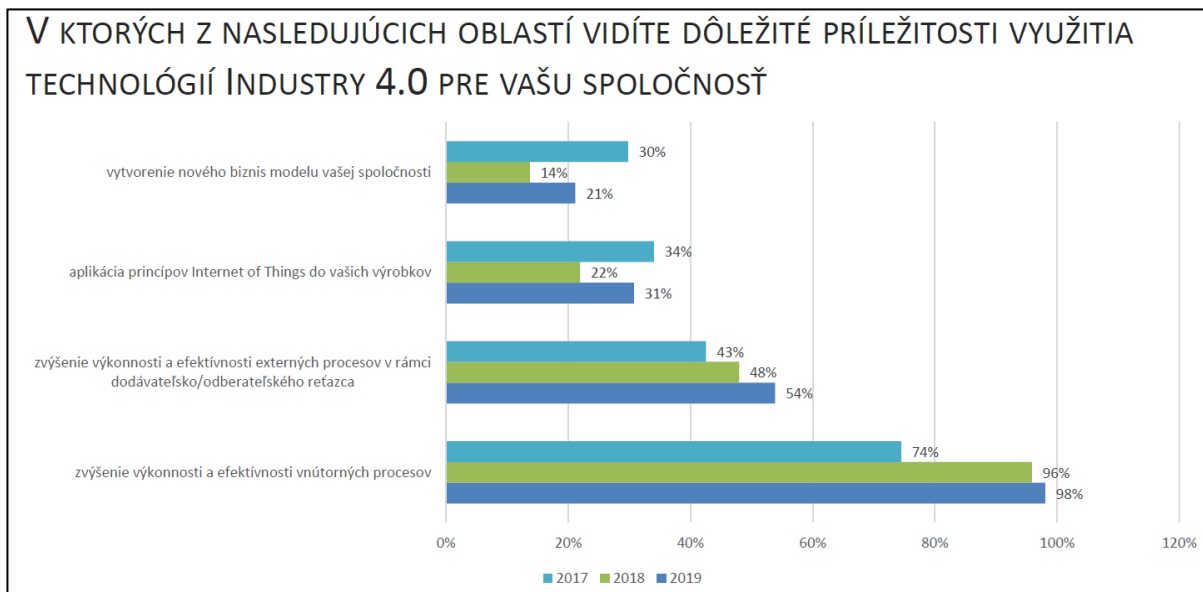
Obr.4 – Graf aplikácie Industry 4.0 č.1 [25]



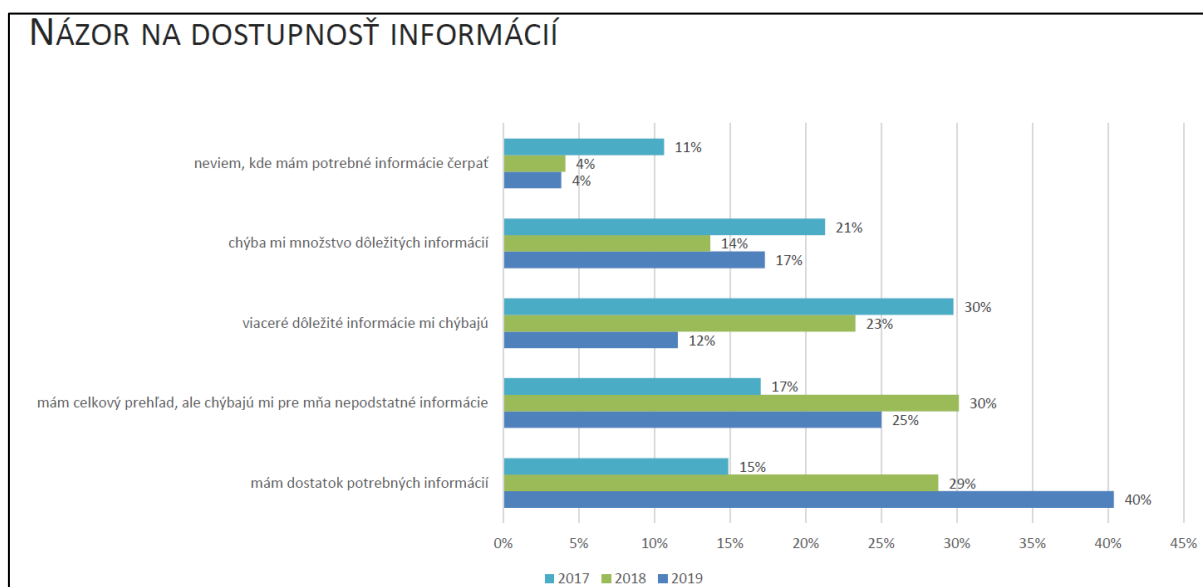
Obr. 5 – Graf aplikácie Industry 4.0 č.2 [25]

Z vyššie uvedených grafov vidíme, že v časovom horizonte posledných troch rokov má aplikácie princípov Industry 4.0 vo firmách pôsobiacich na slovenskom trhu rastúci charakter. Počet respondentov uvádzajúcich, že prijalo stratégiu Industry 4.0 v spoločnosti, kde pracujú

vzrástol o 21 %. Taktiež sa zvýšil aj počet respondentov, ktorí uviedli, že stratégiu zavedenia princípov Industry 4.0 už pripravujú.



Obr. 6 – Graf využitia príležitostí technológií Industry 4.0 [25]



Obr. 7 – Graf názoru na dostupnosť informácií o Industry 4.0 [25]

Respondenti vidia najväčší potenciál princípov Industry 4.0 najmä v zvýšení výkonnosti a efektívnosti vnútorných procesov. V roku 2019 to uviedlo až 98% z nich. Taktiež sa zlepšila aj dostupnosť informácií o Priemysle 4.0, kedy 40% respondentov uvádza, že má dostatok potrebných informácií k aplikácii konceptu Priemyslu 4.0. [25]



## 5 SUBTIL GROUP

### 5.1 Základné informácie

Firemná skupina Subtil vyvíja a vyrába široké spektrum výrobkov pre všetky oblasti priemyslu už viac ako 90 rokov. Oblasť jej činnosti zahŕňa okrem elektrotechnického a strojárského priemyslu aj dodávateľov pre automobilový priemysel po celom svete.

Firma Subtil pôsobí v dvoch krajinách na troch miestach a pokrýva prevádzkový areál o rozlohe väčšej ako 22 000 m<sup>2</sup>. Prevádzky sa nachádzajú v mestách Reiskirchen a Königsbrunn v Nemecku a v Myjave na Slovensku. Subtil Group zamestnáva viac ako 360 zamestnancov, pričom v Myjave pracuje 160 z nich. Vo firme funguje trojzmenná prevádzka. [26]

#### 5.1.1 Produkty

Jedným z produktov firmy Subtil sú tlačné pružiny. K ich výrobe a úprave používa stroje vybavené elektronickými meracími, regulačnými a triediacimi prístrojmi, niektoré aj plne automatizovaným podávaním. Niektoré stroje sú taktiež vybavené kamerovou meracou technikou. Tlačné pružiny sa vyrábajú z drôtov o priemeroch od 0,10 mm do max. 12 mm s okrúhlym a profilovým prierezom materiálu; zo všetkých pružinových materiálov a špeciálnych zliatin.

Ťažné valcové pružiny s alebo bez stúpania a skrutné pružiny sú vyrábané na strojoch vybavených laserovou technikou alebo kamerovou testovacou technikou.

Na výrobu tvarových výrobkov z drôtu, výliskov a ohýbaných dielov má Subtil Group k dispozícii tradičné ohýbacie a lisovacie automaty a tiež 3D CNC ohýbacie automaty.

Firma disponuje taktiež možnosťami kompletnej montáže. Pre malé až stredné počty kusov sú zriadené manuálne montážne pracoviská a pri veľkých množstvách sa vykonáva plno- alebo poloautomatizovaná montáž. K ich výrobkom patria taktiež vodiace a aretačné púzdra pre vysoko kvalitné aplikácie. [26]

#### 5.1.2 Stroje

Firemná skupina Subtil používa v súčasnej dobe okrem iného nasledovné stroje a zariadenia: navíjacie pružinové automaty, automaty na tvarovanie pružín, automaty na brúsenie koncov pružín, automaty na ohýbanie drôtov a výliskov, rôzne druhy skúšobných, kontrolných a meracích prístrojov, elektroerozívne drôtové rezacie stroje, výrobné zariadenia monitorované kamerovými systémami, stacionárne a mobilné temperovacie pece, umývacie zariadenia na pružiny a mnohé ďalšie. [26]

#### 5.1.3 Kvalita

Firemná skupina Subtil integrovala komplexný systém riadenia, ktorý zahŕňa kvalitu, životné prostredie a bezpečnosť. K zabezpečeniu spokojnosti zákazníka patrí:

- ERP podporované plánovanie termínov pre výrobu a dodávku,
- vzorkovanie podľa požiadavky zákazníka,
- dôsledné predbežné plánovanie kvality už vo fáze projektovania,

- CAQ podporované plánovanie kontrol od príjmu tovaru až po výstup,
- štatistické spracovanie nameraných hodnôt pre riadenie výroby,
- podpora modernými monitorovacími meracími prostriedkami.

K používaným meracím a skúšobným zariadeniam v spoločnosti Subtil Group patria elektronické kontrolné váhy, torziometer, profilové projektory, optoelektronické meracie systémy, stroje na skúšanie materiálov, prístroje na meranie hrúbky vrstvy (röntgenovo-fluorescenčné), meracie prístroje pre elektrické odpory, test životnosti. [26]

System riadenia kvality v Subtil Group je certifikovaný podľa IATF 16949. [26]

IATF 16949 je odborová norma automobilového priemyslu, ktorá zjednocuje celosvetové požiadavky na systémy managementu kvality a je štandardom systému riadenia v tomto odvetví. Nahrádza predchádzajúcu normu ISO/TS 16949 a spája požiadavky európskeho a amerického automobilového priemyslu, teda noriem QS 9000, VSA 6.1, AVSQ a EAQF. [27]

Spoločnosť je certifikovaná aj podľa normy životného prostredia ISO 14001, ako aj podľa systému manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci ISO 45001. [26]

## 5.2 Stratégia údržby v spoločnosti Subtil Group

Všetky úkony týkajúce sa údržby 146 strojov v spoločnosti Subtil Group, resp. v jej prevádzke v Myjave, v prípade, že údržba nie je outsourcovaná, sú vykonávané 4 pracovníkmi. Vedúci údržby má k dispozícii odborníka v oblasti električky a elektroniky a dvoch pracovníkov údržby. Pracovníci majú vyčlenené svoje pracovisko, kde vykonávajú všetky operácie na demontovaných súčastiach strojov vedúce k obnoveniu prevádzky schopného stavu.

Vo firme prebiehajú ročne 3 certifikačné audity súvisiace s údržbou: IATF 16949, ISO 14001 a ISO 45001. Pred konaním oficiálneho auditu IATF16949 sa koná generálna skúška auditu vykonávaná pracovníkmi sídliačimi v materskej firme v Nemecku. Počas jej vykonávania sa zisťujú nedostatky, na ktorých náprave sa musí v určitom časovom intervale zapracovať.



### Auditplan / Zeitplan

		12:00	Mittag		
19.03.20	12:30 FHI/BU	Instand- haltung	Ersatzteilbeschaffung & Bevorratung, Wartung Werkzeuge & Maschinen, Instandsetzung Werkzeuge & Maschinen; vorbeugende Instandhaltung	O. Sikuda (Technik) und MA nach Bedarf	7.1.3, 7.1.4, 7.5, 8.5;

		12:00	Streda		
19.03.20	12:30 FHI/BU	Údržba	Nákup a skladovanie náhradných dielov, stroje a nástroje na údržbu, stroje a nástroje na opravu, preventívna údržba	O.Sikuda (Technik) a vedúci v prípade potreby	7.1.3, 7.1.4, 7.5, 8.;

Obr. 8 – Časť generálnej skúšky auditu IATF 16949 týkajúca sa údržby, zdroj: Subtil Group

Raz ročne prebieha generálna údržba všetkých strojov, ktorej obsah je nad rámec preventívnej údržby vykonávanej na strojoch. Jej plán sa nachádza v ročnom pláne údržby. Tento plán obsahuje zoznam strojov nachádzajúcich sa v prevádzke, ich počet, skupinu strojov, do ktorej patria a zameranie. Pri príslušnom stroji je vždy označený kalendárny týždeň v roku, v ktorom sa má generálna údržba vykonať. Jej obsah je závislý na skupine strojov, do ktorej dané zariadenie patrí. Popis údržby jednotlivých skupín je popísaný v dolnej časti plánu. Napravo sa nachádza miesto pre označenie dňa, kedy bola údržba vykonaná a podpisy pracovníkov, ktorí sa jej zúčastnili.

Subtil 2020		Roční plán údržby												Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba	
2020		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
Měsíční příloha - údržba		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	
		Kalendarium údržby												Měsíční příloha - údržba												Měsíční příloha - údržba	

Obr. 9 – Roční plán údržby, vlastní fotografie

V pracovnom priestore každého stroja sa nachádza dokument s ročným plánom jeho údržby. Nachádza sa v ňom popis častí stroja, ktoré podliehajú údržbe, časový interval údržby, pracovník, ktorý má údržbu vykonať, typ použitého maziva, v prípade ak sa jedná o mazanie súčastí a označenie kalendárneho týždňa, v ktorom má byť údržba prevádzaná. Nevyhnutnou súčasťou je aj zaznamenávanie dátumu, kedy bol daný úkon prevedený a podpis zamestnanca, ktorý za to preberá zodpovednosť.

Subtil pruziny		Plán údržby.		Rok: 2019		Strana																							
Stroj číslo: 2877177		Typ: M8P				1 z 2																							
Pos.	Typ údržby	Interval	Mazivo	Kalendárny týždeň																									
				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
1	Vreteno	O	Týždenne Tuk																										
2	Mazacie náplne	O	Mesačne Olej																										
3	Prevodovka	U	Ročne																										
4	Nábehové segmanty	O	Mesačne																										
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
			Dátum																										
			Meno																										
				Poznámky																							Popis		
																											K - kontrolovať		
																											C - čistiť		
																											M - premazať		
																											D - dotiahnuť		
																											V - vymeniť		
																											O - obsluha		
																											U - údržba		

Obr. 10 – Plán údržby stroja M8P pre rok 2019, zdroj: Subtil Group

Stratégia údržby v danom podniku v zmysle preventívnosti funguje na princípe údržby po poruche. Jednotlivé časti, komponenty a súčasti strojov nie sú preventívne vymieňané. V niektorých prípadoch vzniku poruchového stavu je firma schopná si náhradné súčasti vyrobiť. Ak nie, manažér údržby kontaktuje výrobcu daného stroja. Samozrejme sa firma snaží tejto možnosti vyhýbať, nakoľko sú s ňou spojené oveľa väčšie náklady, než v prípade, že sú náhradné diely vyrábané svojpomocne.

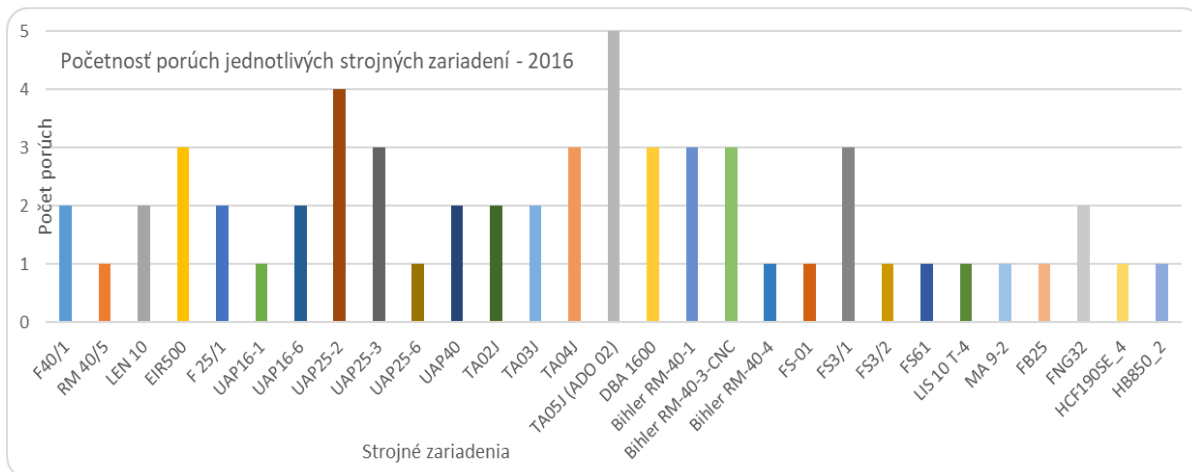
V prevádzke sa nachádza aj tzv. mini sklad údržby, kde sa nachádzajú najviac namáhané, opotrebované a tým pádom vymieňané súčasti. Tento spôsob zaistovania náhradných dielov šetrí čas opravy stroja.



Obr. 11 – Minisklad klinových remeňov a elektrosúčiastok, vlastná fotografia

Manažment údržby vedie formou excelovských tabuliek každoročne prehľad porúch. Je zaznamenané, kedy a kým bola porucha nahlásená, druh a názov stroja, na ktorom k poruche došlo, popis poruchy a popis, kedy a ako bola porucha odstránená a ako dlhé bolo jej trvanie. (PRÍLOHA 1)

Zároveň pristúpilo riadenie údržby pomocou tohto vedenia informácií o poruchách aj k vyhodnocovaniu najporuchovejšieho stroja formou početnosti porúch jednotlivých strojov:



Obr. 12 – Spracovanie prehľadu najporuchovejších strojov v roku 2016, zdroj: Subtil Group

K tomuto spracovaniu údajov však naposledy prišlo v roku 2017.



Rovnako má manažment k efektívnemu riadeniu údržby v podniku k dispozícii softvér Palstat CAQ. Jeho kapacita však nie je aktuálne plne využívaná. Na jeho plnom začlenení do procesu údržby sa momentálne pracuje.

Ročná výška nákladov na údržbu v prevádzke Myjava spĺňa požiadavky majiteľa spoločnosti v Nemecku, t.j. neprekračuje 1% ročného obratu firmy. Náklady na údržbu za rok 2019 tvorili 0,2% ročného obratu.

### 5.2.1 Palstat CAQ

Palstat CAQ je software pre vytvorenie systému riadenia kvality. Spoločnosť pôsobí v oblasti riadenia kvality už od roku 1992. Zaisťuje naplnenie vybraných požiadaviek zákazníkov a noriem v oblasti riadenia kvality, metrologie, údržby a ďalších. Systém je určený pre implementáciu noriem ČSN EN ISO 9001, požiadaviek automobilového priemyslu IATF 16949 harmonizované s VDA, potravinárstva HACCP, zdravotníctva ISO/IWA 1, vojenského priemyslu AQAP 2110 a EMS ISO 14001. Medzi spoločnosťami, kde je software Palstat CAQ implementovaný patria medzi inými aj: Škoda Magna Cartech, Federal Mogul, Panasonic, Koyo, Denso.

V oblasti údržby ponúka software Palstat CAQ kompletné riešenie riadenia údržby strojov, nástrojov a zariadení. Súčasťou systému je aj plánovanie údržby, odpisovanie a reporting, vrátane sledovania nákladov a základných ukazovateľov spoľahlivosti a výkonnosti. Systém je rozdelený do troch tzv. modulov, ktorými sú Stroje, Nástroje a Výdajňa. [28]

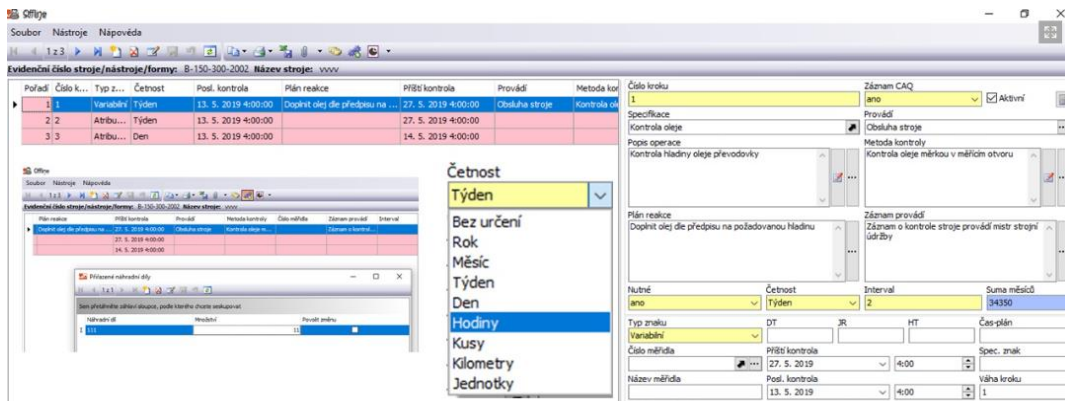
#### 5.2.1.1 Stroje

V tomto module je možné vytvoriť si zoznam strojov, nástrojov a zariadení obsahujúci základné informácie o nich s pripojenou dokumentáciou. Súčasťou je tiež možnosť sledovania stavu a životného cyklu. Modul má väzbu na ďalšie informácie v systéme CAQ ako kontrolné plány, vyrábané diely atď. [28]

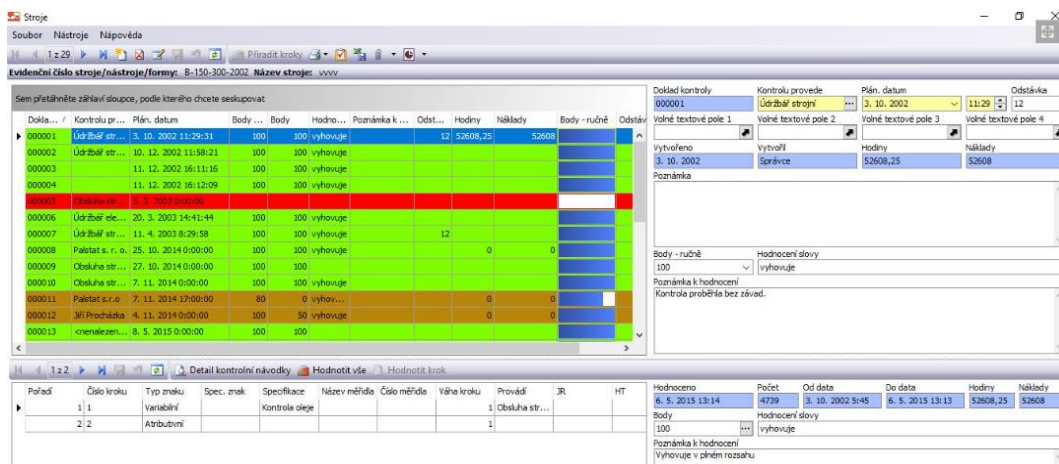
Evidenční číslo str...	Výrobní číslo stroje	Typ stroje	Nadřazený ...	Název stroje	Vyrobena	Dodavatel	Odstaveno	Od
123456Test Accom	56781234	Brusky		Ruční bruska	22. 2. 2016	Skoda Mlad...		0 19.
1test		t		ddd				
565656565		Frézky		Rovinná fréza				0 6. €
852		Brusky		Fiat_Forma				
8888		Brusky		ttt				
B-150-300-2002	V-256-3000	Frézky	F-25-31-2001	vvvv	4. 10. 2002	Slévárna H...		0
B-30-50-2002	BG12-458765-NZ	Brusky		Bruska NK12	2. 9. 1998	Nopedo s.r.o.		1 4. 5
B-31-50-2002	BG12-569875-NJ	Brusky		Bruska NK15	3. 6. 1998	Nopedo s.r.o.		0
F-25-30-2001	PM-15441789-LG	Frézky		Frézka PM-001	1. 5. 1998	Datakov s.r...		1 6. 5
F-25-31-2001	AH-331648-CV-RT2	Frézky		Frézka AHC-1005	2. 4. 1990	Datakov s.r...		0
fgh		Soustruhy		fgh				0 13.
re		e		er				
S-17-20-2002	125548-NC12	Soustruhy		Soustruh NC-4011	1. 9. 1998	Hopos a.s.		0
S-17-21-2002	254NC-13-2001	Soustruhy		Soustruh NC-E-125	1. 8. 2001	Hopos a.s.		0

Obr. 13 – Příklad zoznamu strojov v softwari Palstat CAQ [28]

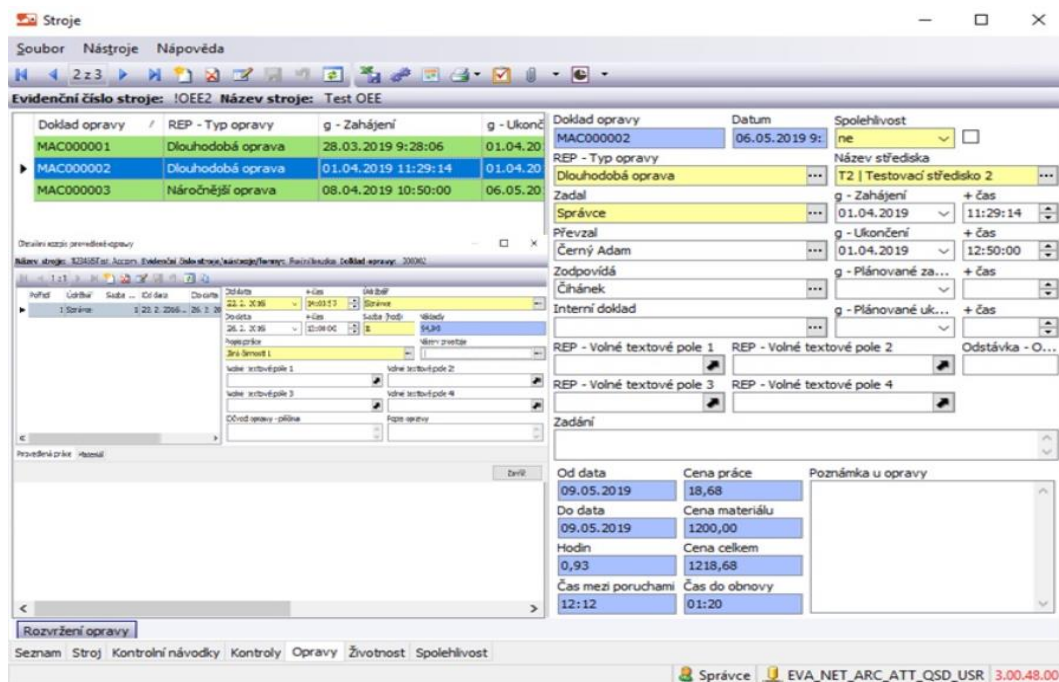
V oblasti preventívnej údržby ide najmä o plánovanie krokov, nastavenie počtosti, popisy jednotlivých úkonov, priradenie spotrebného materiálu, rýchly prehľad výsledkov a prehľad nákladov na jednotlivé kontroly preventívnej údržby. V časti opravy sa jedná o hlásenie porúch, záznamy priebehu opráv, evidenciu prevádzaných prác a spotrebu náhradných dielov. [28]



Obr. 14 – Příklad nastavenia preventívnej údržby stoja v softwari Palstat CAQ [28]



Obr. 15 – Příklad výsledkov prevedených kontrol v softwari Palstat CAQ [28]

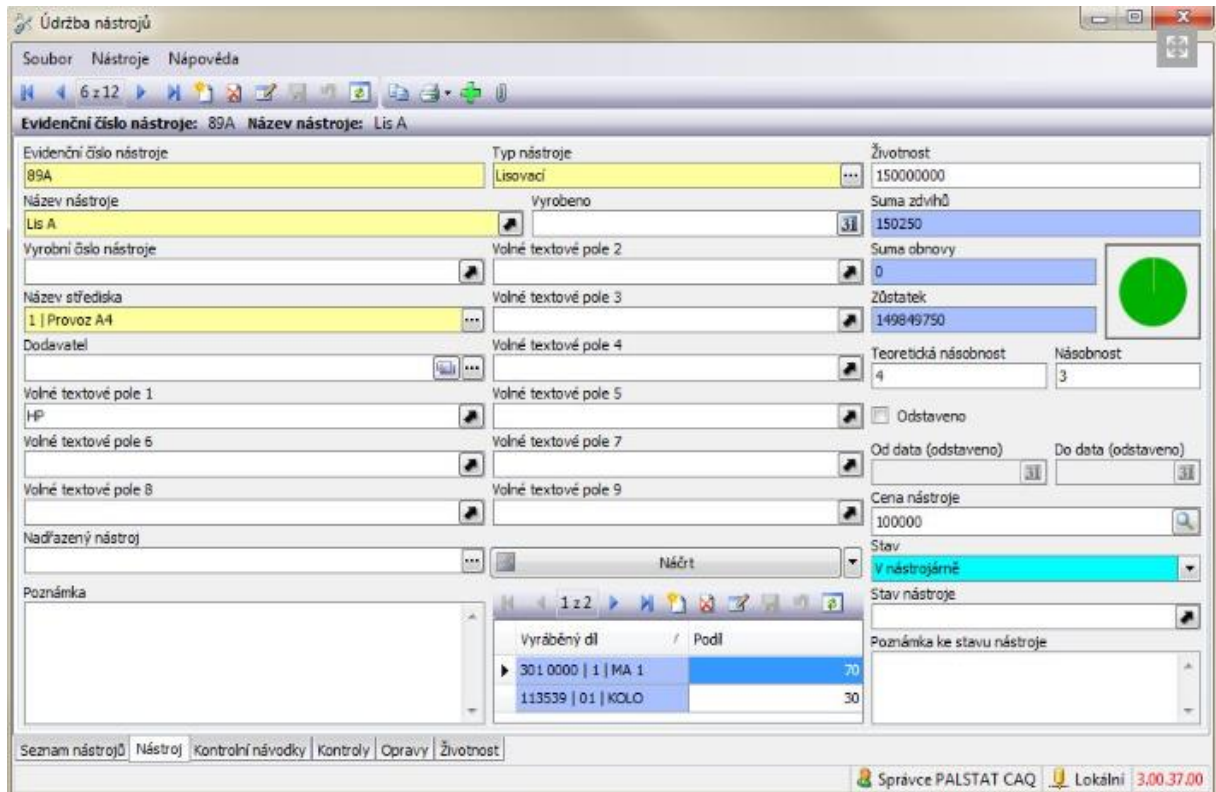


Obr. 16 – Příklad vedenia záznamov o opravách v softwari Palstat CAQ [28]



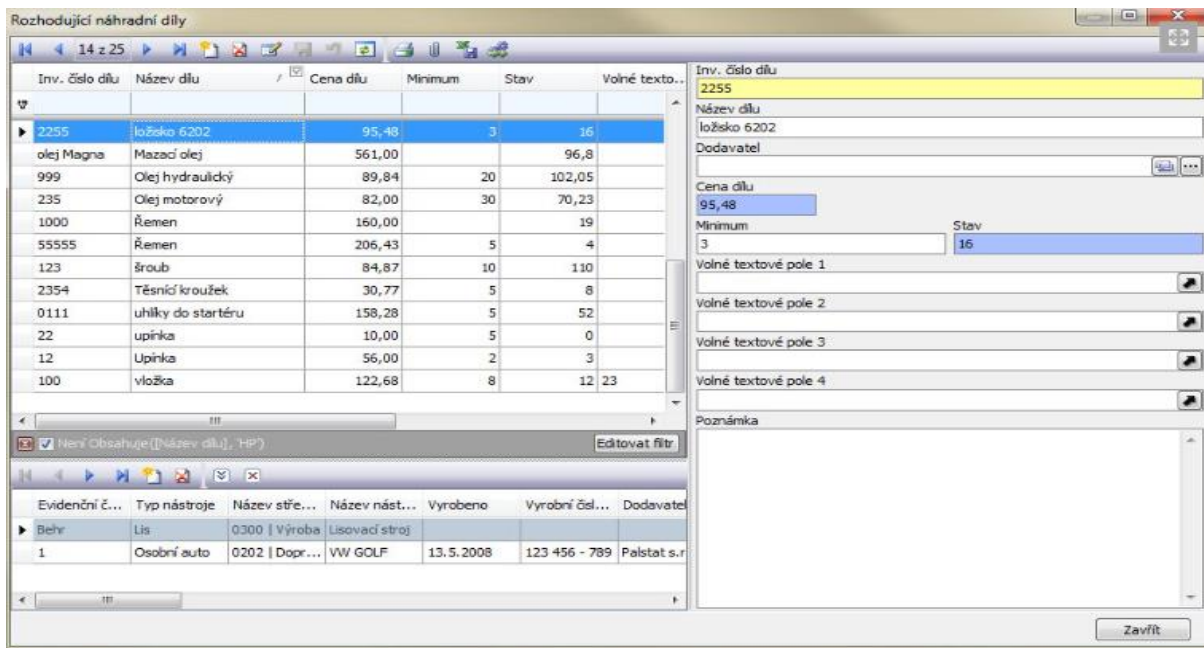
### 5.2.1.2 Nástroje

Tento modul je určený pre evidenciu nástrojov, pri ktorých je vyžadovaná pravidelná kontrola (revízia) a sú evidované opravy. Obsahuje základné informácie o nástroji, definovanie jeho parametrov, podľa ktorých je treba vyhľadávať, triediť a podobne. Funkcionalita Životnosť umožňuje sledovať životnosť jednotlivých nástrojov. K základnej cene nástroju sú pripočítavané náklady vznikajúce pri vyhodnocovaní preventívnych kontrol a opráv. K záznamom je tiež možné pripojiť externý súbor. [28]



Obr.17 – Příklad vedenia informácií o nástrojoch v softwari Palstat CAQ [28]

Vo funkcii Náhradné diely je možné vytvoriť zoznam náhradných dielov s informáciou a cene, minimálnym potrebným počtom a reálnym počtom na sklade. Zadať sa môže buď fixná cena náhradného dielu alebo cena priemerná. Náhradné diely môžu byť priradené k určeným nástrojom. Je tiež možné sledovať ich nákup a výdaj realizovaný výdajom pri oprave. Náhradné diely sú pri opravách automaticky odpisované zo skladu náhradných dielov. [28]



Obr. 18 - Příklad zoznamu náhradných dielov v softwari Palstat CAQ [28]

### 5.2.1.3 Výdajňa

Modul Výdajňa je určený na evidenciu a evidovanie pohybu položiek, nástrojov, prípravkov a podobne, ktoré sa skladujú vo výdajniach. K náradiu je možné tvoriť kontrolné návody a vyhodnocovať preventívne kontroly a opravy. Modul obsahuje sklad náhradných dielov, ktoré je možné priradiť k oprave. Funkciou Pohyby môžeme sledovať pohyb jednotlivých kusov konkrétnej jedinečnej položky – nákup, výdaj a príjem na opravu, z opravy, na kontrolu a z kontroly, odpis. [28]

## 6 NÁVRH VYLEPŠENIA STRATÉGIE ÚDRŽBY V KONTEXTE PRIEMYSLU 4.0

Implementácia najmodernejších technológií do chodu priemyselného podniku môže byť veľkým prínosom, avšak nie najlacnejšou záležitosťou. Nájdenie vhodného pomeru medzi cenou ich zavedenia a benefitmi pre chod spoločnosti nie je práve najľahšie.

Jedným z hlavných pilierov tzv. Údržby 4.0 je prediktívna údržba. To zahŕňa zavedenie senzorov snímajúcich aktuálny stav strojov, ich prepojenie prostredníctvom IoT s CMMS softvérom a mobilným zariadením a taktiež prídavné náklady.

### Hardvér a softvér

V tomto prípade mnohé tieto riešenia časom výrazne poklesli v cene. Napríklad niektoré senzory a inteligentné skrinky, ktoré sú nainštalované na zariadení na meranie vibrácií, teploty a iných potenciálnych ukazovateľov zlyhania zariadenia, môžu byť lacnejšie ako väčšina tabletov. Čím je samozrejme vyššia funkčnosť, tým vyššia je cena. [29]

### Infraštruktúra a dodatočné vybavenie

Prevažná väčšina zariadení (vo firme Subtil) dnes nie je vo svojej podstate pripravená na internet. Niektoré by sa samozrejme dali prispôbiť, čo by sa ale odrazilo na cene. Užitočné je poznať rozdiely v nákladoch na výmenu zariadenia v porovnaní s jeho úpravou tak, aby vyhovovalo technológií IoT. Zabezpečený musí byť aj vysokorýchlostný internet a škálovateľná sieťová štruktúra založená na cloude, aby bolo zaistené spoľahlivé pripojenie. [29]

### Plánovaný prestoj

Aj keď si každý želá, aby sa implementácia internetu vecí týkala iba prepnutia prepínača, realita je taká, že inštalácia meračov, obnovovacích strojov a ďalších inovácií bude pravdepodobne zahŕňať určité prestoje, čo sa premieta do určitej straty výnosov. Okrem toho treba počítať s časom odbornej prípravy pracovníkov, aby sa oboznámili s novými systémami. [29]

### Konzultačné služby

Zatiaľ čo väčšina pracovných síl je vysoko kvalifikovaná na vykonávanie svojich pridelených úloh, veľa z nich nemá dôkladné znalosti potrebné na plánovanie a dohľad nad implementáciou internetu vecí. Prechod na internet vecí nie je ani jednorazovým návrhom. Vyžaduje si to nepretržité monitorovanie a prispôbenie. [29]

### Prídavné náklady

V rámci riešenia internetu vecí je potrebné mať ďalšiu úložnú kapacitu a výpočtový výkon, aby sa mohli vykonávať analýzy, spúšťať správy a ukladať obrovské množstvá údajov, ktoré sa

vygenerujú. Fakturácia za tieto možnosti sa môže líšiť - od fixných mesačných nákladov po fakturáciu s meraním. [29]

### **Bezpečnostné opatrenia**

Bezpečnosť údajov je prvoradá, pokiaľ ide o cloudové pripojenie. Spolupráca s poskytovateľom na zabezpečení správnych bezpečnostných opatrení a ich pravidelnom udržiavaní a aktualizácii vrátane stanovenia bezpečnostných opatrení, ktoré umožnia iba autorizovaný interný prístup a brány firewall, aby zabránili vonkajším digitálnym hrozbám, taktiež produkuje náklady. [29]

Veľmi do úvahy vyššie uvedené, veľkosť firmy, orientáciu výroby a aktuálnu situáciu (pandémia COVID-19, jar 2020), ktorej ekonomické následky ovplyvnia strojársky priemysel na dlhšiu dobu neodporúčam v najbližšej dobe zavedenie Údržby 4.0 v celom rozsahu.

Firma momentálne zamestnáva okolo 160 zamestnancov. Tieto údaje pochádzajú zo začiatku februára 2020, keď slovenská ekonomika ešte nebola zasiahnutá obmedzeniami v súvislosti s celosvetovou pandémiou koronavírusu, a preto sa tieto údaje v súčasnosti líšia, nakoľko z ekonomických dôvodov došlo k ukončeniu pracovného pomeru s viacerými zamestnancami. Len pre porovnanie, firma Festo spomínaná v kapitole 4 zamestnáva v pobočke v Scharhausen oveľa viac ľudí a celosvetovo pôsobí v 61 krajinách. Je teda jasné, že jej ročný obrat môže byť mnohonásobne väčší ako obrat firmy Subtil Group pôsobiacej len v Nemecku a na Slovensku a tým pádom môže vyčleniť oveľa väčšie finančné prostriedky pre investície do rozvoja údržby v kontexte Priemyslu 4.0.

Čo sa týka výroby, jej značná časť je orientovaná na ručné tvarovanie, vykonávané najmä ženským kolektívom. Ďalšia časť výroby je vykonávaná najmä na tvarovací a navíjaciach automatoch, lisoch a brúskach. Nejedná sa teda o veľké CNC obrábacie stroje.

Podľa môjho názoru, ak by sa firma v budúcnosti rozhodla investovať do senzorov, mali by byť nainštalované najmä na najnovšom a najvyťaženejšom stroji. Najnovší stroj vo firme je tvarovací automat MAX CR 50, najvyťaženejší je navíjací automat HTC 28 CF 472. Ukazovatele, ktoré by sa teoreticky mohli snímať sú vibrácie hriadeľov a motorov a ich zahrievanie, ale v momentálnej situácii to považujem za zbytočné a technicky a finančne ťažko zrealizovateľné.



Obr. 19 - Tvarovací automat MAX CR 50, vlastní fotografie



Obr. 20 – Navijací automat , vlastní fotografie

Treba však spomenúť, že firma má smerom k Údržbe 4.0 už našliapnuté kúpou licencie CMMS softvéru Palstat CAQ. Práve tu vidím najväčší potenciál k ďalšiemu rozvoju. Jeho obstarávaciu cenu už do nákladov vylepšenia aktuálnej stratégie údržby teda nie je potrebné zarátavať.

Momentálne nie je tento CMMS softvér využívaný. Zatiaľ obsahuje len zlomok záznamov o strojoch a ich histórii. Pracuje sa najmä s Excel súbormi. Dôvodom absencie informácií o strojoch, nástrojoch, náhradných dieloch a celej ich histórii v Palstat CAQ je najmä časová náročnosť vkladania dát a nedostatočné personálne zastúpenia na oddelení údržby.

V momentálnej situácii si väčšina strojárskych firiem nemôže dovoliť naberat' nových zamestnancov, najmä ak sa jedná o trvalý pracovný pomer. Možnosťou by bolo prijatie ďalšieho pracovníka údržby na brigádnicú pozíciu. Veľmi výhodným krokom by bolo zamestnanie študenta vysokej školy technického zamerania so záujmom o oblasť údržby. V prípade mzdy 4 €/hod a odpracovaných 80 hodín za mesiac, by tento brigádnik stál firmu mesačne cca 350 €. Navyše by si firma vychovala potenciálneho zamestnanca, ktorý by bol vďaka brigáde popri štúdiu po jeho dokončení plnohodnotnou pracovnou silou v oblasti údržby a v budúcnosti by sa mohol usilovať o zavedenie ďalších princípov Údržby 4.0.

Veľmi dobrým krokom bolo vytvorenie štatistiky početnosti porúch na jednotlivých strojoch v rokoch 2016 a 2017. V tomto trende odporúčam pokračovať, keďže sa vytvorí prehľad o najporuchovejších strojoch a tým pádom sa môže klásť väčší dôraz na ich efektívnu údržbu. Samozrejme by sa malo jednat' už o štatistiky v softvéri Palstat CAQ, ktorý túto možnosť ponúka. [28]

Výborným pomocníkom je aj mobilná aplikácia pre Android a iOS. Firma Subtil momentálne nedisponuje licenciou na mobilnú aplikáciu. Po telefonickom kontakte s pánom Miroslavom Marekom z firmy Palstat CAQ odhadujem cenu kúpy licencie pre jedného užívateľa na jedno mobilné zariadenie na cca 5300 Kč, t.j. cca 200 €. Plus treba zarátat' servisné práce v trvaní cca 4-6hod. Licencia pre jedného užívateľa na jedno zariadenia by bola v týchto podmienkach dostatočná.

V prípade priaznivého vývoju celosvetovej ekonomickej situácie a prosperity podniku Subtil Group a rozhodnutia sa investovať prostriedky do zavedenie princípov Industry 4.0 a IoT je možnosť zaobstarania hardvéru a driverov priamo od spoločnosti Palstat CAQ, čím by sa ušetrili náklady na kúpu iného CMMS softvéru a príslušného hardvéru. [28]

## 7 ZHRNUTIE A ZHODNOTENIE

Vzhľadom na aktuálny vývoj situácie, finančné a kapacitné možnosti firmy, navrhujem v súvislosti s konceptom Priemyslu 4.0 plné využitie už zakúpeného CMMS softvéru Palstat CAQ, prijatie študenta na brigádnicú pozíciu s náplňou práce v podobe spravovania dát v softvéri a zakúpenie mobilného zariadenia pre využitie mobilnej aplikácie Palstat CAQ.

V nasledujúcej tabuľke sú zhrnuté výhody a nevýhody zavedenia návrhov a ich odhadovaná finančná a časová náročnosť:

Návrh	Výhody	Nevýhody	Ročná finančná náročnosť	Časová náročnosť
brigádnicú pracovná sila pre Palstat CAQ	využitie potenciálnu CMMS Palstat CAQ	prípadné nedostatočné vedomosti o problematike údržby	4 200 €	2 mesiace
mobilné zariadenie	dostupnosť informácií	-	300 €	2 dni
mobilná aplikácia	dostupnosť informácií	-	obstarávacia cena: 200 €	2 týždne
			inštalácia: 180 €	
			ročný servis: 300 €	
<b>SPOLU:</b>			<b>5 180 €</b>	<b>2 mesiace</b>

Tab. 1 – Zhrnutie náročnosti a výhodnosti zavedenia prvkov Údržby 4.0

Najväčšiu finančnú aj časovú položku náročnosti tvorí zamestnanie brigádnickej sily. Suma je vypočítaná na dohodu o brigádnickej činnosti študenta v rozsahu 20 hodín týždenne pri hodinovej odmene vo výške 4 €. Samozrejme sa počet hodín dá zredukovať v závislosti na možnostiach študenta a hlavne potrebách spoločnosti. Pri časovej náročnosti rátame s mesačným horizontom nájdenia vhodného adepta na túto pozíciu a ďalší mesačným horizontom vyplnenia databázy strojov a nástrojov. Výhodou je, že vďaka tejto pozícii a teda rozšíreniu pracovnej kapacity môže byť potenciál CMMS Palstat CAQ plne využitý. Nevýhodou je, že spoločnosť a najmä manažér údržby bude musieť (aspoň zo začiatku) pozorne kontrolovať pracovný výkon študenta a jeho spôsobilosť na túto úlohu.

Kúpu mobilného zariadenia za účelom spojazdnenia mobilnej aplikácie Palstat CAQ hodnotím ako finančne nenáročnú. Jedná sa o jednorázovú investíciu do strednej triedy smartfónu vo výške 300 €. Vďaka dostupnosti je časová náročnosť otázkou dvoch dní.

Posledným návrhom je zakúpenie licencie pre mobilnú aplikáciu Palstat CAQ. Obstarávacia cena sa pohybuje vo výške približne 200 €. Treba zaradiť servisné práce v trvaní

4-6 hodín, ktorých cenu odhadujem na 180 €. Taktiež treba rátať s cenou ročného servisu v prípade neočakávaných technických udalostí. Tu odhadujem ročné náklady vo výške 300 €. Implementovanie samotnej mobilnej aplikácie do chodu údržby by mohlo zabrat približne 2 týždne.

Celkové ročné náklady návrhov vylepšenia stratégie údržby v kontexte Priemyslu 4.0 pre firmu Subtil spomínaných v tejto bakalárskej práci sa šplhajú do výšky 5180 € a ich časová náročnosť pri paralelnom zavádzaní je odhadovaná na 2 mesiace.

Návrhy sú predkladané s ohľadom na veľkosť firmy, výrobu, finančné, kapacitné a technické možnosti a taktiež s ohľadom na aktuálnu ekonomickú situáciu na svete, ktorá vznikla ako dôsledok pandémie COVID-19.

V prípade, že by sa firma v budúcnosti rozhodla investovať do zavedenia internetu vecí a inteligentnej továrne, odhadujem časovú náročnosť v horizonte 6 mesiacov až 1 roka a finančnú náročnosť v desiatkach až stovkách tisícoch eur, keďže treba zarátavať nie len obstarávacie a servisné náklady, ale aj ušlý zisk spôsobený postupnou odstávkou zariadení za účelom ich upravenia do podoby vhodnej k použitiu v inteligentnej továrni.



## 8 ZÁVER

Údržba je neoddeliteľnou súčasťou riadenia priemyselného podniku. Voľba vhodnej stratégie s ohľadom na aktuálne a budúce potreby firmy, jej kapacitné a finančné možnosti, dokáže ušetriť množstvo práce, času a finančných prostriedkov. Preto nie je prekvapivé, že každý podnik sa snaží o optimalizáciu procesov údržby – od plnenia úloh technického pracovníka až po rozhodnutia manažéra údržby.

S príchodom štvrtej priemyselnej revolúcie a nástupom konceptu Priemyslu 4.0 sa manažérom údržby otvoril nový obzor možností, ako zefektívniť, s pomocou najmodernejších inteligentných technológií, stratégiu údržby v ich podniku. Za neobmedzenými možnosťami internetu vecí a inteligentnej továrne, ako súčastí konceptu Priemyslu 4.0, sa však skrývajú okrem nekonečného počtu benefitov aj veľké obstarávacie a prevádzkové náklady a technická náročnosť systémov, čo treba zohľadniť pri nasmerovávaní údržby podniku smerom k tzv. Údržbe 4.0.

Táto práca sa venuje návrhu vylepšenia údržby stratégie údržby v kontexte Priemyslu 4.0 vo vybranom podniku, konkrétne v myjavskej prevádzke spoločnosti Subtil Group.

V druhej kapitole práce sa rozoberá teória údržby - definície naviazané na údržbu, postavenie údržby v podniku, rozdelenie stratégií údržby podľa normy a vývojové etapy organizácie údržby.

V ďalšej časti je spomínaná teória konceptu Priemyslu 4.0, od vývoju priemyslových revolúcií, cez vznik a charakteristiku tohto konceptu, až po kyberneticko-fyzické systémy, internet vecí a inteligentnú továreň.

Nasledujúca časť je rešeršného charakteru. Venuje sa aktuálnym trendom v údržbe a vplyvu konceptu Priemyslu 4.0 na údržbu, t.j. vzniku tzv. Údržby 4.0. Tiež mapuje aktuálny stav implementácie Priemyslu 4.0 na Slovensku.

Kapitola 5 sa venuje opisu spoločnosti Subtil Group, základným informáciám o nej, produktom ich výroby, strojom a managementu kvalite.

Nasleduje opis aktuálnej stratégie údržby v podniku, ktorý slúži ako podklad pre návrh jej vylepšenia. Spomínaný je audit IATF 16949, generálna údržba strojov, ročný plán ich údržby, minisklad údržby a veľmi dôležitá časť - CMMS softvér Palstat CAQ, ktorý ma firma k dispozícii, ale jeho kapacita nie je využívaná.

Posledná a najdôležitejšia, šiesta časť, je venovaná samotnému návrhu vylepšenia stratégie údržby v podniku s ohľadom na náročnosť zavedenia princípov Údržby 4.0, veľkosť a orientáciu výroby podniku, ale taktiež na aktuálnu ekonomickú situáciu na Slovensku a v Európe. Spracovaný je aj prehľad prostredníctvom tabuľky mapujúci finančnú a časovú náročnosť zavedenia návrhov.



## 9 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] ČSN EN 13306. Údržba-Terminologie údržby. Praha: Česká agentura pro standartizaci, 2018.
- [2] LEGÁT, Václav. Management a inženýrství údržby. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík -Professional Publishing, 2016, 622 stran, iv strany obrazových příloh : ilustrace (některé barevné). ISBN 978-80-7431-163-5.
- [3] ČERVENĀN, Andrej. Systém údržby [online]. 1.vydanie. Bratislava. CKV Consult, s r.o., 2015 [cit. 10.2.2020]. ISBN 978-80-971986-0-2. Dostupné z: [https://www.sjf.stuba.sk/buxus/docs/docs/edicne/Udržba\\_farebna\\_final.pdf](https://www.sjf.stuba.sk/buxus/docs/docs/edicne/Udržba_farebna_final.pdf)
- [4] KRAUSOVÁ, Andrea a Edita SZOMBATHYOVÁ. Prístupy v stratégii údržby. *Transfer inovácií* [online]. 2009, [cit. 13.2.2020]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/089-092.pdf>
- [5] WRIGHT, Jeremy. Making the Transition to Proactive Maintenance. *Machinery Lubrication* [online]. Noria Corporation, April 2016, 15(6) [cit. 13.2.2020]. Dostupné z: <https://www.machinerylubrication.com/Read/30446/proactive-maintenance-transition>
- [6] MOUBRAY, John. Reliability-centered Maintenance [online]. Industrial Press Inc., 2001 [cit. 8.2.2020]. ISBN 0831131462. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=bNCVF0B7vpIC&vq=generation&hl=sk&source=gb\\_s\\_navlinks\\_s](https://books.google.cz/books?id=bNCVF0B7vpIC&vq=generation&hl=sk&source=gb_s_navlinks_s)
- [7] ROJKO, Andreja. Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies* [online]. 2017, (5) [cit. 15.2.2020]. Dostupné z: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/7072/4532>
- [8] OLUWASEUN ADEBAYO, Adelaja, Mani SHANKER CHAUBEY a Levis PETIHO NUMBU. Industry 4.0: The Fourth Industrial Revolution And How It Relates To The Application Of Internet Of Things(IoT). *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies* [online]. 2019, (2) [cit. 15.2.2020]. ISSN 2458-925X. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/331044858\\_INDUSTRY\\_40\\_THE\\_FOURTH\\_INDUSTRIAL\\_REVOLUTION\\_AND\\_HOW\\_IT\\_RELATES\\_TO\\_THE\\_APPLICATION\\_OF\\_INTERNET\\_OF\\_THINGS\\_IoT/link/5c77f1ef299bf1268d2c8183/download](https://www.researchgate.net/publication/331044858_INDUSTRY_40_THE_FOURTH_INDUSTRIAL_REVOLUTION_AND_HOW_IT_RELATES_TO_THE_APPLICATION_OF_INTERNET_OF_THINGS_IoT/link/5c77f1ef299bf1268d2c8183/download)
- [9] JEŠKO, Vladimír. Štvrtá priemyselná revolúcia. *Quark: Magazín o vede a technike* [online]. 2016, (11) [cit. 16.2.2020]. Dostupné z: <https://www.quark.sk/tovarne-buducnosti/>

- [10] PATRO, Tomáš. Priemysel 4.0. Bud' FIT [online]. Fakulta informačních technologií ČVUT. Marec 2017, 308(23) [cit. 11.2.2020]. Dostupné z: <https://casopis.fit.cvut.cz/tema/priemysel-4-0>
- [11] MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016, 262 stran : ilustrace, portrét. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [12] LEE, Jay, Hung-An KAO a Behrad BAGHERI. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters* [online]. University of Cincinnati, Cincinnati, OH, United States, 2014, (3), 18-23 [cit. 11.2.2020]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Jay\\_Lee10/publication/269709304\\_A\\_Cyber-Physical\\_Systems\\_architecture\\_for\\_Industry\\_40-based\\_manufacturing\\_systems/links/59e4f5670f7e9b0e1aa8805f/A-Cyber-Physical-Systems-architecture-for-Industry-40-based-manufacturing-systems.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jay_Lee10/publication/269709304_A_Cyber-Physical_Systems_architecture_for_Industry_40-based_manufacturing_systems/links/59e4f5670f7e9b0e1aa8805f/A-Cyber-Physical-Systems-architecture-for-Industry-40-based-manufacturing-systems.pdf)
- [13] SALAZAR, Carlos. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *IJESC* [online]. 2016 [cit. 11.2.2020]. ISSN 2321 3361. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/330425585\\_Internet\\_of\\_Things-IOT\\_Definition\\_Characteristics\\_Architecture\\_Enabling\\_Technologies\\_Application\\_Future\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges)
- [14] BOSE-MUNDE, Anedore a FINUS, Frauke. What is Smart Factory? Definition, examples & industry 4.0 technology. *European Tool & Mould Making* [online]. Vogel Communications Group. May 2019, 16(2) [cit. 14.2.2020]. Dostupné z: <https://www.etmm-online.com/what-is-smart-factory-definition-examples-industry-40-technologies-a-825861/>
- [15] RAKYTA, Miroslav. Inteligentný údržbový systém pre Industry 4.0. *Řízení a údržba průmyslového podniku* [online]. 2017 [cit. 14.2.2020]. Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artikuly/artikul/article/inteligentny-udrzbovy-system-pre-industry-40/>
- [16] MIROSLAV, Fusko. *Údržba v Priemysle 4.0* [online]. 2015 [cit. 14.2.2020]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/285766093\\_Udrzba\\_v\\_Priemysle\\_40](https://www.researchgate.net/publication/285766093_Udrzba_v_Priemysle_40)
- [17] Future maintenance: transitioning from digitalisation to. *Manufacturing Management* [online]. 2017 [cit. 14.4.2020]. Dostupné z: <https://www.manufacturingmanagement.co.uk/features/future-maintenance-transitioning-from-digitalisation-to-industry-4-0>
- [18] LEGÁT, Václav. Průmysl 4.0 ovlivňuje údržbu. In: *Vše o průmyslu* [online]. 2018 [cit. 14.4.2020]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/inspirace/nazory-a-komentare/prumysl-4-0-ovlivnuje-udrzbu.html>

- [19] MARC, Cousineau. The future of maintenance: A practical guide to Industry 4.0. In: *FiiX* [online]. 2019 [cit.15.4.2020]. Dostupné z: <https://www.fiiXsoftware.com/blog/industry-4-maintenance/>
- [20] TROUT, Jonathan. Types of Maintenance: A Comparison. *Reliable Plant* [online]. Noria Corporation [cit.25.4.2020]. Dostupné z: <https://www.reliableplant.com/types-of-maintenance-31812>
- [21] PONTIUS, Nicole. What is a Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)? In: *Camcode* [online]. 2020 [cit.25.4.2020]. Dostupné z: <https://www.camcode.com/asset-tags/what-is-a-cmms/>
- [22] What is a CMMS? In: *Micromain* [online]. [cit. 1.5.2020]. Dostupné z: <https://www.micromain.com/what-is-a-cmms/>
- [23] POÓR, Peter a Antal PETER. Moderné riadenie údržby v podniku na princípe implementácie počítačového systému riadenia údržby (CMMS) Maintenance Assistant V3. *Transfer inovácií* [online]. 2010 [cit.1.5.2020]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/16-2010/pdf/81-87.pdf>
- [24] MARC, Cousineau. How the 2010s changed the maintenance industry and predictions for what's next. In: *FiiX* [online]. 2020 [cit. 18.5.2020]. Dostupné z: <https://www.fiiXsoftware.com/blog/past-present-and-future-of-the-maintenance-industry/>
- [25] Prieskum Industry 4.0 v SR. *Industry 4UM* [online]. [cit.3.6.2020]. Dostupné z: <https://industry4um.sk/prieskum-industry-4-0/>
- [26] Subtil Gorup. *Subtil Group* [online]. [cit.19.2.2020]. Dostupné z: <https://www.subtil-group.com/sk/>
- [27] IATF 16949. In: *Management Mania* [online]. 2018 [cit.19.2.2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/iatf-16949>
- [28] Palstat CAQ. *Palstat CAQ* [online]. [cit.20.2.2020]. Dostupné z: <https://www.palstat.cz/>
- [29] STEVENS, Mark. Six Factors That Determine IOT Implementation Costs for Manufacturers. In: *WIPFLI* [online]. 2018 [cit.13.6.2020]. Dostupné z: <https://www.wipfli.com/insights/blogs/manufacturing-tomorrow-blog/180515---cost-to-implement-iot>



## 10 ZOZNAM TABULIEK A OBRÁZKOV

### 10.1 Zoznam tabuliek

Tab. 1) Zhrnutie náročnosti a výhodnosti zavedenia prvkov Údržby 4.0, vlastné spracovanie..47

### 10.2 Zoznam obrázkov

Obr. 1) Typy údržby [1].....	18
Obr. 2) Vývoj údržby [6] .....	21
Obr. 3) Vývoj priemyselných revolúcií [9] .....	23
Obr. 4) Graf aplikácie Industry 4.0 č.1 [25] .....	31
Obr. 5) Graf aplikácie Industry 4.0 č.1 [25].....	31
Obr. 6) Graf využitia príležitostí technológií Industry 4.0 [25].....	32
Obr. 7) Graf názoru na dostupnosť informácií o Industry 4.0 [25] ].....	32
Obr. 8) Časť generálnej skúšky auditu IATF 16949 týkajúca sa údržby, zdroj: Subtil Group...35	
Obr. 9) Ročný plán údržby, vlastná fotografia.....	36
Obr. 10) Plán údržby stroja M8P pre rok 2019, zdroj: Subtil Group.....	37
Obr. 11) Minisklad klinových remeňov a elektrosúčiastok, vlastná fotografia.....	38
Obr. 12) Spracovanie prehľadu najporuchovejších strojov v roku 2016, zdroj: Subtil Group...38	
Obr. 13) Príklad zoznamu strojov v softwari Palstat CAQ [28].....	39
Obr. 14) Príklad nastavenia preventívnej údržby stroja v softwari Palstat CAQ [28].....	40
Obr. 15) Príklad výsledkov prevedených kontrol v softwari Palstat CAQ [28].....	40
Obr. 16) Príklad vedenia záznamov o opravách v softwari Palstat CAQ [28].....	40
Obr. 17) Príklad vedenia informácií o nástrojoch v softwari Palstat CAQ [28].....	41
Obr. 18) Príklad zoznamu náhradných dielov v softwari Palstat CAQ [28].....	42
Obr. 19) Tvarovací automat MAX CR 50, vlastná fotografia.....	45
Obr. 20) Navíjací automat HTC 28 CF 472, vlastná fotografia.....	45

Obrázky 8), 10) a 12) boli dodané pánom Ing. Ondrejom Šikudom pre potreby tejto práce. Ich kvalita je daná zdrojovým súborom.





# 11 ZOZNAM PRÍLOH

## PRÍLOHA 1

Evidovanie strojných prestojov vo firme Subtil, zdroj: Subtil Group, kvalita je daná zdrojom

Evidovanie strojných prestojov										
P.č.	Dátum nahlásenie poruchy	Čas		Nahlásil meno	Mesiac	Kvalita	Strojné zariadenie		Porucha	Poprucha - popis
		HOD	MIN				Druh	Názov		
1	7.1.2020	6	30		1	I.	Navijací automat s krútné	FTU 1.2 B CNC	Stroj	Obrazovka ovládačieho panela má niektoré riadky nefunkčné a javia sa ako čierne. Zadané a merané hodnoty sú problematicky viditeľné. Bola by vhodná výmena obrazovky.
2	7.1.2020	10	0		1	I.	Omlačka	FRKO650_2	Stroj	Poškodené vnútorné dierované plechy, matice bubna. Bubon nie je v správnej polohe.
3	13.1.2020	6	30		1	I.	Tvarovací automat	Koradl_BM7	Stroj	Zariadenie nefunkčné. Zalomená skrutka na ovládaní spojky.
4	15.1.2020	8	30		1	I.	Pec	HB850_1	Stroj	Nutná výmena výhrevných telies pece. Pec nemá požadovanú účinnosť.
5	21.1.2020	7	30		1	I.	Brúška	MA 9-2	Stroj	Orovnávač zadŕha, jeho funkčnosť nie je 100%ná
6	23.1.2020	6	30		1	I.	Tvarovací automat	UAP_10_2	Stroj	Pomocné svetlo stroja nie je funkčné.
7	27.1.2020	7	0		1	I.	Navijací automat	HK10 T-a	Stroj	Spojka stroja je nefunkčná. Stroj nefunguje správne.
8	29.1.2020	12	30		1	I.	Pec	HCFZ60SE	Stroj	Problémy s odsávaním. Čistiť spaliny.

Poprucha - popis	Porucha - spôsob odstránenia	Dátum odstránenie poruchy	Čas odstránenie poruchy		Nahlásil meno	Trvanie poruchy dni	Cena v Eur		
			HOD	MIN			Materiál	Práca	Spolu
Obrazovka ovládacieho panela má niektoré riadky nefunkčné a javia sa ako čierne. Zadané a merané hodnoty sú problematicky viditeľné. Bola by vhodná výmena obrazovky.	Cenová ponuka na nové obrazovky prišla zo Subtil D. Nateraz je dohodnuté, že v prípade odstávky stroja v dôsledku poklesu objednávok bude obrazovka zaslaná do Subtil D na opravu.	13.01.20	8	30		6			0,00
Poškodené vnútorné dierované plechy, matice bubna. Bubon nie je v správnej polohe.	Výmena dierovaného plechu vo vnútri otryskávača. Výmena klóbučkových matic na bubne. Kontrola motorov. Výroba a inštalácia silonového obloženia na vodiacej hriadeľi bubna. Výmena listov otryskávači za nové. Skontrolované, odskúšané. Zariadenie plne funkčné.	16.01.20	11	0		9			0,00
Zariadenie nefunkčné. Zalomená skrutka na ovládaní spojky.	Spojka zariadenia nefunkčná, nutná celková demontáž. Výroba novej skrutky. Odvrtávanie zalomenej časti. Prečistenie vnútorných závitov. Montáž demontovaných častí. Stroj odskúšaný a plne f	15.01.20	12	30		2			0,00
Nutná výmena výhrevných telies pece. Pec nemá požadovanú účinnosť.	Demontáž starých a nefunkčných výhrevných telies pece. Inštalácia nových telies. Kontrola, premeranie. Pec plne funkčná s požadovaných výkonom a účinnosťou.	15.01.20	12	30		0			0,00
Orovnávač zadňa, jeho funkčnosť nie je 100%ná	Demontáž, prekontrolovanie ložísk vyčistenie. Výmena ložíška, odskúšané. Plne funkčné.	24.01.20	10	0		3			0,00
Pomocné svetlo stroja nie je funkčné.	Po kontrole svetla nutná výmena žiarovky. Nutná demontáž a následná montáž svetla. Po výmene svetlo znova plne funkčné.	23.01.20	11	0		0			0,00
Spojka stroja je nefunkčná. Stroj nefunguje správne.	Po demontáži spojky a jej následnej kontrole bolo nutné	27.01.20	14	0		0			0,00
Problémy s odsávaním. Čistiť spaliny.	Po demontáži jednotky odsávania a príslušných hadíc bolo zistené, že filtre odsávania boli značne znečistené a bolo nutné ich prečistiť pomocou odmasťovacieho prípravku a následne vysušiť a zmontovať. Po montáži a odskúšaní pec znova plne funkčná.	30.01.20	7	0		1			0,00