

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Systém celkové údržby v managementu kvality

Total Maintenance System in Quality Management

Studijní program: Výroba a ekonomika ve strojírenství

Autor práce: Vojtěch Augustýn

Vedoucí práce: Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.

Praha 2024

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Augustýn** Jméno: **Vojtěch** Osobní číslo: **501277**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Systém celkové údržby v managementu kvality

Název bakalářské práce anglicky:

Total maintenance system in quality management

Pokyny pro vypracování:

1. Systém managementu kvality.
2. Systém údržby strojů a zařízení a napojení na management kvality.
3. Systém managementu kvality v automobilovém průmyslu.
4. Popis a rozbor stavu údržby v rámci managementu kvality ve vybraném podniku.
5. Zhodnocení a případné návrhy na zlepšení.

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D. ústav technologie obrábění, projektování a metrologie FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **03.04.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **05.08.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Libor Beránek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne:

Podpis:

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na zpracování zavedeného systému celkové údržby stroje v pardubickém podniku KMCZ, který se zabývá výrobou automobilových tlumičů. Jedná se o jednoúčelový svářecí stroj vyrobený na zakázku podniku, na kterém se svažují díly technologií odporového švového svařování. Práce popisuje prolnutí od zákazníka až po samotnou údržbu. Dále charakterizuje role údržby pro udržení produktivity podniku. Údržba stroje je zpracována podle návodů preventivní údržby, části příručky od dodavatele a informací poskytnutých podnikem z karty stroje, které jsou pro lepší přehlednost zpracovány v programu MS Excel. Ze zkoumaných dat vychází, že kontroly na stroji snižují počet náhlých oprav, při jejichž nastání jsou prostoje nejdelší. Na konci práce jsou popsány nové trendy údržby, které jsou již zavedené, nebo nad kterými se teprve uvažuje.

Klíčová slova

Management kvality, kvalita, systém celkové údržby, preventivní údržba, tlumič, odporové švové svařování

Abstract

The bachelor's thesis focuses on the processing of the established total maintenance system for a machine in the KMCZ company in Pardubice, which is engaged in the production of automotive shock absorbers. It involves a custom-made single-purpose welding machine for the company, which welds parts using resistance seam welding technology. The thesis describes the process from the customer to the actual maintenance. Furthermore, it characterizes the role of maintenance in maintaining the company's productivity. The machine maintenance is processed according to preventive maintenance manuals, parts of the supplier's handbook, and information provided by the company from the machine card, which are organized for better clarity in MS Excel. The examined data indicate that inspections of the machine reduce the number of sudden repairs, during which downtimes are the longest. At the end of the thesis, new maintenance trends that have already been implemented or are under consideration are described.

Keywords

Quality management, quality, total maintenance system, preventive maintenance, shock absorber, resistance seam welding

Poděkování

Děkuji Ing. BcA. Janu Podanému, Ph.D. za skvělé vedení práce, poskytování cenných rad během konzultací a hlavně za rychlou komunikaci. Dále chci poděkovat Ing. Petru Hamplovi, Ph.D. za možnost zpracování práce v podniku KMCZ a poskytnutí potřebných dat.

Obsah

1	Úvod	8
2	Základní pojmy managementu kvality	9
3	Zásady managementu kvality	10
4	Koncept PDCA cyklu	13
4.1	Aplikování PDCA cyklu v managementu kvality projektu	14
4.2	Faktory postihující konstrukční kvalitu	15
5	Nástroje managementu kvality	16
5.1	Histogram	16
5.2	Paretova analýza	17
5.3	Diagram příčina – následek (Ishikawův diagram)	18
5.4	Regulační diagram	18
5.5	Check List	19
6	Kvalita v automobilovém průmyslu	20
6.1	Norma IATF 16946:2016	20
7	Systém celkové údržby (TPM – Total Productive Maintenance)	23
7.1	Indikátory systému údržby	24
7.2	5S systém	28
7.3	Pilíře systému celkové údržby	30
8	Údržba a její zajištění	34
8.1	Návod k použití	35
8.2	Preventivní a prediktivní údržba	36
9	Implementace systému celkové údržby	40
9.1	Přípravná fáze	40
9.2	Úvodní fáze	41
9.3	Implementační fáze	41

9.4	Udržovací fáze.....	43
9.5	Problémy s implementací systému celkové údržby	43
10	Podnik KMCZ	45
11	Výrobek	46
11.1	Výroba na stroji Seam Welding Machine CZ1011	49
11.2	Požadavky zákazníka	51
12	Seam Welding Machine CZ1011	53
13	Údržba Seam Welding Machine CZ1011	55
14	Moderní praktiky údržby	61
15	Závěr	64
16	Seznam použitých zdrojů	65
17	Seznam obrázků.....	69
18	Seznam tabulek	70

1 Úvod

Globalizací a konkurenceschopností výrobních podniků je třeba perfektně dodržovat požadavky zákazníka, aby si podniky udržely své místo na trhu. Podnik nabídne svůj výrobek zákazníkovi a ten si dále určuje podmínky, za jakých bude výrobek odebírat. Podmínky mohou být cíleny jak na kvalitu výrobku, tak i na odebíranou dávku a frekvenci odběrů. Podmínek lze dosáhnout správným vedením managementu kvality a jeho udržováním. Pro zajištění správného fungování výroby a stabilní produkce je nezbytné mít podchycený stav výrobních linek a strojů, a proto podniky zavádějí systém celkové údržby, kterým o výrobní linky a stroje pečují.

V teoretické části jsou rozebrány základní pojmy managementu kvality za pomoci norem ČSN EN ISO 9000:2015 a ČSN EN ISO 9001:2015 a některé nástroje, které pomáhají v jeho rozhodování a řízení. Součástí je i představení managementu kvality v automobilovém průmyslu, který má základy v normě IATF 16949. Poté práce pokračuje seznámením se systémem celkové údržby a jeho implementací. Součástí je i představení preventivní a prediktivní údržby, což je v současnosti velmi řešené téma. Pro bezchybnou a účelnou údržbu stroje je třeba porozumět návodu použití, který výrobce musí zpracovat dle směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES.

Praktická část představuje podnik KMCZ a jeho produkt, který dodává po celém světě a se kterým se pojí požadavky zákazníků. Po představení jednoúčelového svářecího stroje Seam Welding Machine CZ1011 z příručky dodavatele následuje rozbor systému preventivní údržby stroje a jeho zhodnocení. Práce je zakončena rešerší o nových trendech údržby ve strojírenství.

2 Základní pojmy managementu kvality

Obecně:

Vývojem nových technologií a globalizací trhu jsou organizace vystaveny novým výzvám. Organizace by měly stále sledovat vývoj nových trendů a zavádět je do svých procesů tak, aby se nestaly zastaralými. Vzdělanější a tím i náročnější společností stoupá vliv zainteresovaných stran. Pojmy a zásady managementu kvality se musejí brát jako celek a nejde s nimi pracovat izolovaně [1].

Zainteresované strany:

Pojem „zainteresované strany“ se v dnešní době nevztahuje pouze na zákazníka. Aby byl správně pochopen kontext organizace, musejí být tyto zainteresované strany správně identifikovány. Nesplnění potřeb a očekávání těchto zainteresovaných stran může zapříčinit špatný dopad na udržitelnost celé organizace. Zainteresovanou stranou mohou být osoby nebo organizace, které mají vliv na rozhodování a činnost organizace. Jsou to například zákazníci, vlastníci, lidé v organizaci, partneři a společnosti, které mohou zahrnovat i konkurenty [1].

Kontext organizace:

Kontext organizace je chápán jako proces beroucí v úvahu interní a externí faktory. Interními faktory mohou být znalosti, hodnoty a kultura organizace, externími pak právní a technologické prostředí [1].

Kvalita:

Organizace mohou vytvářet produkty nebo poskytovat služby. Kvalita je schopnost organizace uspokojit jak zákazníka, tak i zainteresované strany. Kvalita nezahrnuje pouze funkce a výkonnost produktu či služby, ale je třeba zvážit i potenciální přínos a hodnotu, které budou pro zákazníka vytvořeny [1].

Systém managementu kvality:

Organizace musí znát cíle, kterých chce dosáhnout. Pro dosažení cílů je potřebné určení zdrojů a procesů. Management kvality zahrnuje činnosti pro jejich dosažení. S ohledem na krátkodobé a dlouhodobé důsledky pomáhá management kvality vrcholovému vedení optimalizovat využití zdrojů a určovat opatření k řešení důsledků při poskytování produktů či služeb [1].

3 Zásady managementu kvality

“Zásady managementu kvality jsou:

- *zaměření na zákazníka;*
- *vedení (leadership);*
- *angažovanost lidí;*
- *procesní přístup;*
- *zlepšování;*
- *rozhodování založené na faktech;*
- *management vztahů“ [2].*

Zaměření na zákazníka:

Hlavním cílem organizací je dosáhnout udržitelného úspěchu. Což lze v případě, když si organizace získá důvěru zákazníků a jiných zainteresovaných stran. Management kvality se zaměřuje především na zákazníka a jeho požadavky. K dlouhodobému úspěchu ovšem nepostačuje pouhé dodržování požadavků. Management kvality se musí snažit o překvapení zákazníka a o překročení jeho očekávání, což není jednoduchou disciplínou. Management kvality musí pochopit jak současné, tak i budoucí potřeby zákazníka.

Podaří-li se tyto potřeby vystihnout, hodnota produktu či služby se pozvedne, čímž by se měla pozvednout i zákaznickova spokojenost a loajalita vůči organizaci. Uspokojením potřeb vzroste i pověst firmy na trhu, což s sebou přinese nárůst nově příchozích zákazníků. Organizace získá větší podíl na trhu a dosáhne tím zvýšení svých příjmů. Tento status na trhu je důležité si udržet, proto organizace zavádějí opatření jako je monitorování a měření spokojenosti zákazníka, např. formou dotazníků [1][2].

Vedení (leadership):

Vedení má vytvářet jednoduchost účelu, mělo by dokázat vytvářet takové pracovní podmínky, při kterých se lidé mohou angažovat a napomáhat tak dosahování cílů a zvyšování kvality organizace. Za správných podmínek a zapojení lidí lze vytvořit strategie, politiky a zdroje napomáhající k dosažení cílů.

Hlavními přínosy správného vedení organizace je zvýšení efektivnosti a účinnosti při plnění cílů. Dále zdokonalování koordinace procesů a komunikace mezi jednotlivými

úrovněmi organizace. Efektivního fungování organizace lze dosáhnout vhodnými opatřeními, jako je kontrola činností, sdělováním poslání a cílů, politiky a strategie organizace. Důležité je udržovat sdílené hodnoty, čestnost a etiku na všech úrovních organizace. Mimo tato opatření by měly vedoucí osobnosti všech úrovní jít zaměstnancům příkladem. Samotným zaměstnancům by měla být poskytnuta potřebná školení, výcviky a pravomoci. Chod organizace může být zefektivněn prostřednictvím specializovaných zaměstnanců, kteří mohou převzít odpovědnost na sebe [1][2].

Angažovanost lidí:

Je nutné si vážit lidí na všech úrovních organizace. Zlepšení jejich kompetencí usnadňuje angažovanost na projektech. Zaměstnanci pak daleko lépe pochopí cíle kvality organizace, zvyšuje se i motivace těchto cílů dosáhnout. Následuje osobní rozvoj, zvyšující se iniciativa a kreativita zaměstnanců. Takových zaměstnanců je třeba si vážit a snažit se je v organizaci udržet. Udržení si zaměstnanců spočívá především v komunikaci a v pochopení vlastní důležitosti a nepostradatelnosti pro danou organizaci [1][2].

Procesní přístup:

Pro účinnější a efektivnější dosažení konzistentních a předvídatelných výsledků je důležité pochopit a řídit vzájemně provázané procesy fungující jako soudržný systém. Management kvality není jen úzkou specializací, skládá se z mnoha procesů, které jsou navzájem provázané. Pokud dojde k pochopení, jak dosáhnout výsledků pomocí tohoto systému, je organizaci umožněno optimalizování systému a jeho výkonnosti. Prostřednictvím fungujícího managementu procesů se může organizace soustředit na klíčové procesy a jejich zlepšování, může zajistit větší důvěru u zainteresovaných stran. Dále je potřeba zavést opatření pro ochranu fungujícího systému, například stanovení cíle v rámci systému a procesů, pochopení způsobilosti organizace vedoucí k omezení zdrojů, zajištění nezbytných informací pro fungování procesů, monitorování a hodnocení výkonnosti celého procesu. Důležitým bodem je řízení rizik, které může ovlivnit jak výstupy z procesů, tak i výsledky systému managementu kvality [1][2].

“Používání procesního přístupu v rámci systému managementu kvality umožňuje:

- a) pochopení požadavků a důslednost při jejich plnění;*
- b) zvažování procesů z hlediska přidané hodnoty;*
- c) dosažení efektivní výkonnosti procesů;*
- d) zlepšení procesů na základě hodnocení dat a informací” [2].*

Management procesů a systému potřebuje být nějakou formou realizován. Pro realizaci, kdy jsou zvažována rizika, je možné použít PDCA cyklus (Plan-Do-Check-Act) [1].

Zlepšování:

Pro udržení úrovně a výkonnosti organizace je nezbytné se stále zabývat jejím zlepšováním. Organizace reaguje na externí i interní podněty a vytváří si tak nové příležitosti. Kromě stálé spokojenosti zákazníka se organizaci daří předvídat rizika vnitřní i vnější, na která pak může reagovat [1].

Rozhodování založené na faktech:

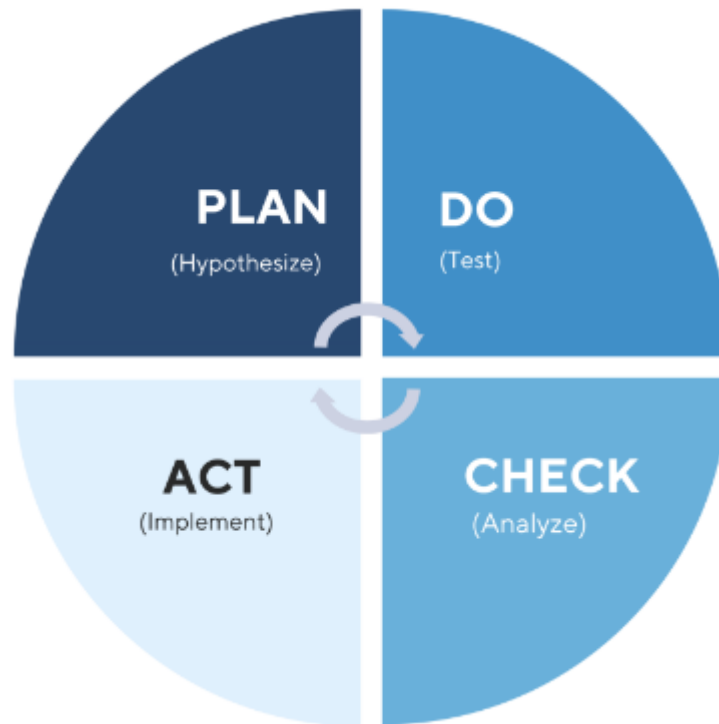
Rozhodnout o něčem je složitý proces a v každém rozhodnutí se objevuje nejistota, a proto je lepší dělat rozhodnutí, která se mohou opřít o analýzu a vyhodnocená data. Taková rozhodnutí mají větší důvěryhodnost. Organizace musí mít na zřeteli, že rozhodnutím mohou vzniknout i nepředpokládané důsledky [1].

Management vztahů:

Organizace pro svůj úspěch musí dbát i na vztahy s relevantními zainteresovanými stranami (například poskytovateli). Na těchto zainteresovaných stranách může záviset výkonnost celé organizace. Navázáním vztahů lze dosáhnout optimalizace výkonnosti celé organizace a vytvořit tak hodnoty pro obě strany. Organizace tak poté může stabilně vytvářet produkty nebo služby [1].

4 Koncept PDCA cyklu

PDCA cyklus byl poprvé navržen W. E. Demingem, který byl považován za jednoho z předních amerických expertů na management kvality. Tento cyklus se skládá ze čtyř fází: Plan (plánování), Do (realizace), Check (kontrolování) a Act [3].



Obrázek 1 – PDCA cyklus [33]

- Plan: Plánováním se zabývá výhradně management kvality a podle vlastní charakteristiky projektu se stanoví jeho cíle. V plánu se musí zmínit i rizika a problémy, které mohou nastat. Výsledek má zahrnovat standardy kvality, kterých by měl projekt dosahovat. Při tvorbě projektu by se mělo vycházet z národních standardů a požadavků, avšak na vyžádání zákazníka lze dodržovat standardy přísnější [3].
- Do: Pro realizaci projektu je třeba plán správně navrhnout a následně implementovat. Implementace plánu zahrnuje postupy organizace, technologie výroby i volbu vhodného materiálu. Dále je třeba zavést systém pro regulace závisující na kontrolním systému kvality procesu [3].

- Check: Implementace plánu a její účinky jsou podrobeny kontrole. Cílem této fáze je odhalit problémy a odchylky. Nejprve je provedena kontrola, zdali byl plán implementace přesně dodržen. Následně se zkontrolují výsledky implementace plánu a zhodnotí se, zda bylo dosaženo všech požadavků a standardů [3].
- Act: V této fázi dochází k potvrzování úspěchů a formování standardů usnadňujících práci na budoucích procesech, jejichž základy budou tvořit tyto postupy. Uskutečňuje se měření pro korekci odchylek a chyb, které nemohou být opraveny v tomto procesu, ale mohou být vyřešeny v dalším cyklu [3].

4.1 Aplikování PDCA cyklu v managementu kvality projektu

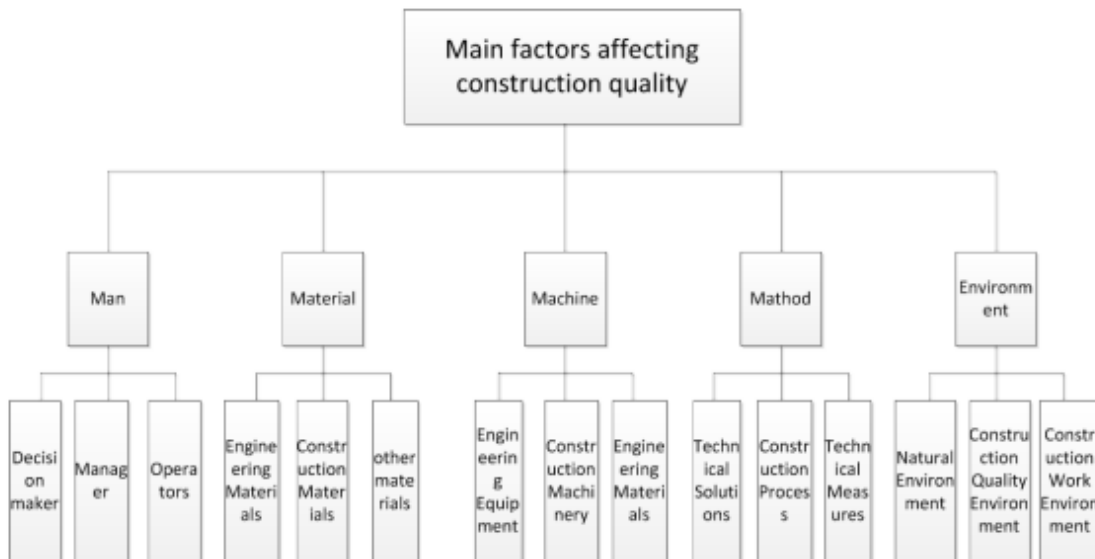
Management kvality v rozhodovací části a části před konstrukcí má shodnou funkci a účel. V této fázi je management kvality ekvivalentem k první P (Plan) fázi v PDCA cyklu. Jedná se především o sběr informací a materiálů, formulování standardu a plánu, ověření proveditelnosti projektu.

Následuje část konstrukce. Úkolem konstruktérů, vývojových pracovníků a vedoucích projektů je komunikovat se zákazníkem a vytvořit kompletní dokumentaci. Management kvality ve fázi konstrukce odpovídá druhé a třetí fázi PDCA cyklu, tudíž D (Do) a C (Check) fázi. Vedle konstrukce probíhá zároveň kontrola. Kontrolu provádí dozor, který má za úkol kontrolovat a předcházet vzniku problémů.

Management kvality spadá do poslední A (Act) fáze PDCA cyklu až po dokončení projektu. V této poslední fázi všechny strany zapojené do managementu kvality projektu shromažďují a posuzují data. Z těchto výsledných dat může vyplynout několik otázek, na které si mohou společně odpovědět a zkusit je vyřešit jen formou konzultace. Takové konečné zhodnocení může být prospěšné pro další projekty a využito ke kontinuálnímu zlepšování managementu kvality [3].

4.2 Faktory postihující konstrukční kvalitu

Existuje spousta rozličných faktorů, které mohou ovlivnit konstrukční kvalitu. Z mnoha aspektů se vytyčuje pět hlavních – lidé, materiál, strojní vybavení, metoda a prostředí. Tyto aspekty se dále rozvětvují (Obrázek 2) [3].



Obrázek 2 - Faktory ovlivňující konstrukční kvalitu [3]

5 Nástroje managementu kvality

Sedm základních nástrojů managementu kvality:

- kontrolní záznamy a záznamníky;
- histogramy;
- grafy;
- diagramy příčina – následek;
- Paretova analýza;
- korelační a regresivní analýza;
- regulační diagramy [4].

Nové nástroje managementu kvality jsou nápomocné spíše pro učinění manažerských rozhodnutí.

Sedm nových nástrojů managementu kvality:

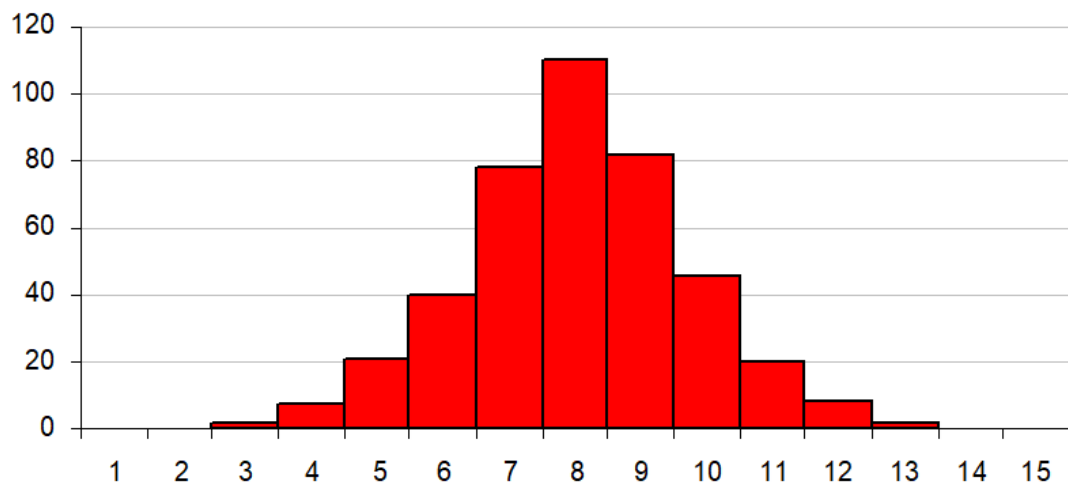
- afinitní diagram;
- diagram vzájemných vztahů (relační);
- systematický diagram (stromový);
- maticový diagram;
- analýza údajů v matici;
- diagram PDPC;
- síťový graf [5].

5.1 Histogram

Do histogramu se vynášejí změny v souboru dat. Spojité proměnné hodnoty jsou uskupeny do shluků, které jsou do grafů promítnuty jako řada sloupců (Obrázek 3). Z grafu je možné vyčíst hodnoty, které se například v excelové tabulce těžko hledají [6].

Na vodorovnou osu jsou vynášeny třídní četnosti, například hodnoty výšky v centimetrech nebo váhy v kilogramech a do svislé osy se promítá četnost kusů. Do grafu se mohou promítnout i chyby měření, které mohou být systematické, náhodné nebo hrubé, způsobené nedůslednostmi. Náhodné chyby lze prověřit pomocí Grubbsova testu. Po jeho aplikaci zjistíme, zdali je možno hodnotu s velkou odchylkou vyřadit. Z histogramu lze tedy identifikovat chybu a navrhnout nápravné

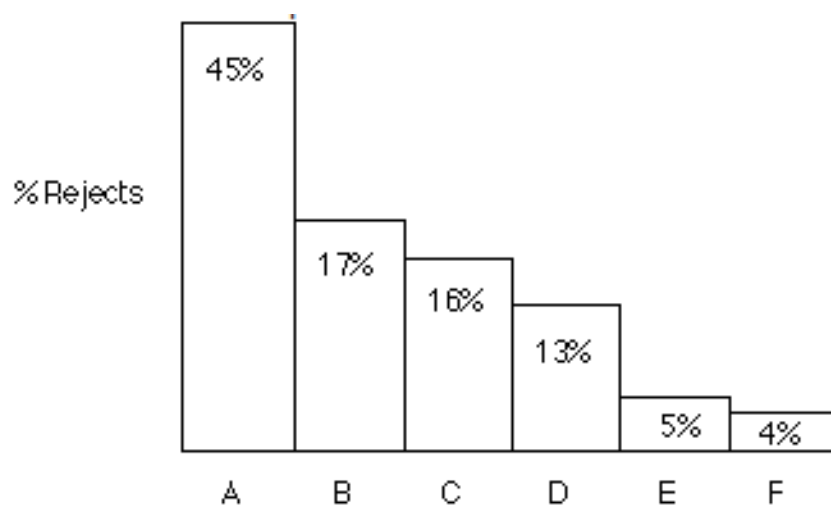
řešení. Následně je ideální navrhnout alespoň tři nápravná řešení, aby měla rozhodující strana možnost výběru [6].



Obrázek 3 – Histogram [4]

5.2 Paretova analýza

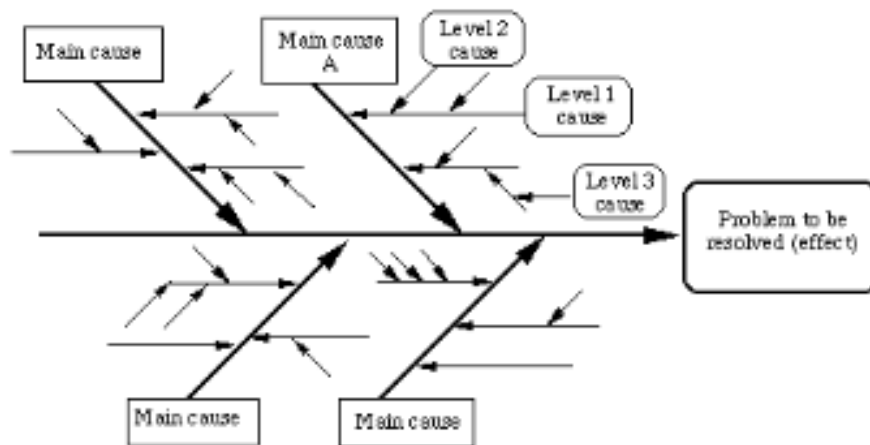
Pro Paretovu analýzu je příznačný zápis 80/20. To může znamenat, že například 80 % majetku vlastní 20 % obyvatelstva nebo 80 % problémů pochází z 20 % příčin (strojní vybavení, operátoři). K porovnání situace před a po mohou sloužit dvojité Paretovy diagramy. Obecně se Paretova analýza používá k rozhodnutí, kam soustředit počáteční úsilí pro dosažení maximálního účinku [6].



Obrázek 4 - Paretoův diagram [6]

5.3 Diagram příčina – následek (Ishikawův diagram)

Diagramem příčina – následek se zhotovuje analýza, ve které je zobrazen rozptyl procesu. Jak už napovídá samotné jméno diagramu, jeho účelem je navázat příčiny a následky a získat tak možnost identifikovat problém již v zárodku. Krom řešení problémů je Ishikawův diagram skvělým nástrojem pro zápis výstupu z týmového brainstormingu. Nezabývá se množstvím a postupně se může stát velmi složitým diagramem, kdy je již obtížné identifikovat nebo prokázat vzájemné vztahy [6].



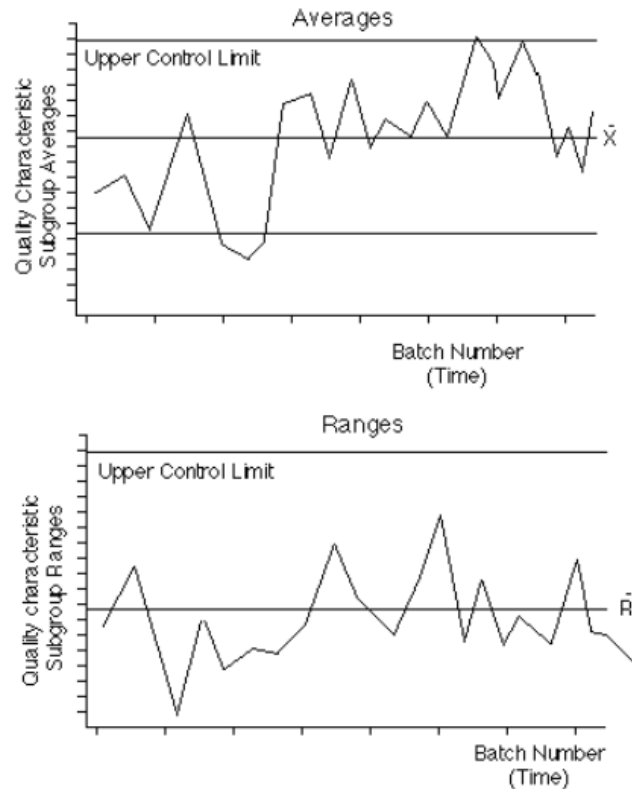
Obrázek 5 - Ishikawův diagram [6]

5.4 Regulační diagram

Regulační diagramy spadají mezi metody využívané pro statické řízení procesů. Diagram je sestaven z horního a dolního tolerančního limitu a ze středové čáry. Mezi horní a dolní tolerance se ještě přidávají horní a dolní varovné meze, jejichž překročení by mělo zajistit včasné jednání. Naměřené hodnoty z výroby se zakreslují do diagramu a jejich propojením vznikne křivka odpovídající stabilitě procesu výroby a trendu výroby. Podle grafu lze přijímat opatření na základě vyobrazeného trendu. Tímto lze předejít zbytečným zamítnutím a kompenzacím, která vznikají na základě měření. Pokud se problém u překročení varovných mezí začne řešit hned v počátku, je vysoká pravděpodobnost, že se komplikace vyřeší, aniž by došlo k překročení tolerancí výroby a zasažení do výsledných produktů dodávaných zákazníkovi [6].

Diagramy se rozdělují na:

- p diagram (podíl neshodných jednotek v podskupině);
- np diagram (počet neshodných jednotek v podskupině);
- c diagram (počet neshod v podskupině);
- u diagram (průměrný počet neshod na jednotku v podskupině) [4].



Obrázek 6 - Regulační diagram [6]

5.5 Check List

Check list neboli kontrolní list se nevěnuje sběru dat, ale jeho primárním účelem je vedení operací a výsledná kontrola. V kontrolním seznamu jsou zaneseny důležité nebo relevantní položky týkající se konkrétních situací. Tato metoda není výhradně nástrojem managementu, může ji používat každý pracovník. Lze si takto například rozepsat důležité prvky zadaného úkolu, které si pracovník po jejich splnění odškrtně jako vypracované. Vytvářením kontrolních seznamů se zvyšuje kvalita a důvěryhodnost zpracovaných úkolů. K vytvoření kontrolního seznamu není zapotřebí speciálních programů, ale stačí cokoliv, čím si člověk zhotoví vizuální seznam. Může být využito například programů Microsoft Office, ale jednoduše stačí i papír s psacími potřebami [6].

6 Kvalita v automobilovém průmyslu

V České republice i Evropské unii se stal automobilový průmysl nedílnou součástí a významnou oporou hospodářství. Evropská unie zaujímá přední místo ve špičce největších výrobců motorových vozidel, automobilový průmysl má velký vliv na prosperitu celé Evropy. V tomto odvětví průmyslu je zaměstnáno velké množství dělníků a nejen technických odborníků. Automobilový průmysl je hybnou silou v rozvoji znalostí, inovací a nových technologií. Česká republika díky dlouhodobému působení a již vytvořené průmyslové tradici je schopna globálně konkurovat ostatním výrobcům motorových vozidel. Proto se na našem území nachází tak velké množství výroby, designu a výzkumu. Schopnost konkurovat je podpořena i nižší cenou práce oproti jiným státům Evropské unie.

Organizace, které chtějí v automobilovém průmyslu uspět a udělat si dobré jméno musí poskytovat kvalitní a zároveň bezpečné výrobky a získat si zákazníka splněním jeho potřeb a přání. Zároveň si organizace musí hlídat dodržování právních předpisů, které se týkají kvality, bezpečnosti a minimálního dopadu chodu organizace a výrobků na životní prostředí [7].

6.1 Norma IATF 16946:2016

IATF 16946 je norma pro systém managementu kvality v automobilovém průmyslu, která vznikla v souvislosti s požadavky globálního automobilového průmyslu na prvotřídní jakost, nepřetržité zlepšování a především konkurenceschopnost. Tato norma však sama o sobě pro zajištění kvality není dostačující. Je třeba ji brát jako dodatek k normě ISO 9001:2015 a používat společně. Norma IATF 16949 byla vyvinuta pracovní skupinou zvanou International Automotive Task Force (IATF). Tato skupina je zastoupena devíti velkými výrobci – BMW, Chrysler, Daimler, Fiat, Ford Motor, General Motors, PSA Peugeot Citroen, Renault a Volkswagen. Základní požadavky na management kvality vzniklé kombinací těchto norem a požadavků se vztahují na organizace, které zajišťují sériovou výrobu, výrobu náhradních dílů a dodavatele. Od dodavatelů je navíc požadováno, aby tyto požadavky dále přenášeli i na své dodavatele. Takto certifikaci podlehe celý řetězec výroby v automobilovém průmyslu. Od výrobce materiálů (ocel, plast, textil) až po konečné

organizace, které konečné velké komponenty sestavují dohromady (interiér, karoserie) [8].

Velikost organizace, do které lze implementovat normu IATF 16949 není nijak omezena. Normu lze tedy využít jak na velké korporace s výrobními i nevýrobními částmi, tak i na malé či rodinné firmy [8].

IATF certifikace lze omezit:

- na zařízení, která se zabývají výrobou dílů pro automobilový trh. Mohou to být materiály, komponenty, služby zabývající se výrobou motocyklů, aut, dodávek a nákladních vozidel. Výjimkou, na kterou se norma už nemusí vztahovat, jsou pak vozidla využívaná na staveništích, v dolech a v zemědělství;
- k certifikaci organizace postačuje spolupráce s jedním klientem, který je součástí automobilového průmyslu;
- k získání certifikace je nutné, aby měla organizace zavedený systém řízení jakosti [8].

Díky certifikaci podniku spojené se získáním licence může být pole podnikání organizace rozšířeno do mezinárodní sféry. Dalším přínosem certifikace je snížení produkce odpadu a prevence před vadami. Certifikace organizace má vliv i na pozitivní pověst značky, zaručí konzistenci výrobků se všemi zúčastněnými stranami a otevře dveře novým zakázkám a investorům. I když tato certifikace není všemi výrobci v automobilovém průmyslu vyžadována, hodnota organizace jako potenciálního dodavatele se zvýší [8].

V rámci plánování se norma IATF zabývá opatřením a řešením rizik. Organizace při tvorbě analýzy rizik musí přinejmenším zohlednit poznatky o vadných a z trhu stažených produktech, o auditech produktů, o vrácení produktů ve fázi oprav i užívání a dalších stížnostech, přepracování a sešrotování. Výsledky analýzy rizik musí být doložitelné, a proto jsou organizace povinné archivovat všechny dokumentované informace.

Organizace se potýkají s bojem proti opakovanému výskytu příčin neshod. Je tedy nezbytné zavádět opatření pro odstranění těchto příčin, přičemž přijatá opatření musí být přiměřená závažnosti potenciálních problémů, které řeší [9].

“Organizace musí stanovit proces pro zmírnění dopadu negativních vlivů rizik včetně:

- a) určování potenciálních neshod a jejich příčin;*
- b) vyhodnocování potřeby opatření pro zabránění opakovanému výskytu neshod;*
- c) určování a zavádění potřebných opatření;*
- d) dokumentovaných informací o přijatých opatřeních;*
- e) přezkoumávání efektivnosti přijatých preventivních opatření;*
- f) využívání poznatků s cílem zabránit opakovanému výskytu v podobných procesech (viz ISO 9001, článek 7.1.6)“ [9].*

V normě jsou zahrnuty i havarijní plány, které by měly zákazníka ujistit, že výroba bude stejně kvalitní i po nečekaném a neplánovaném zastavení. Neplánované zastavení může způsobit porucha klíčových zařízení, přerušení dodávek, procesů služeb, přerušení dodávek energií, narušení infrastruktury, nedostatek pracovních sil a také přírodní katastrofy [9].

7 Systém celkové údržby (TPM – Total Productive Maintenance)

Systém celkové údržby je proces, kterým organizace usilují o dosažení perfektní produkce. Přebíhá se ze systému, kdy se operátor nepodílí na údržbě stroje a vše vykonává kvalifikovaný pracovník údržby. Naopak systém celkové údržby je proces využívající zaměstnance, nářadí, stroje a podpůrné procesy pro stálé zlepšování a udržení celistvosti produkce organizace a kvality systémů v organizaci. Zaměstnanci jsou zapojeni do údržby jejich vlastního vybavení a strojů. To však neznamená, že operátoři strojů mají veškerou údržbu stroje vykonávat sami, to by bylo neefektivní. Jejich úlohou je udržovat stroj v chodu prováděním pravidelných kontrol, mazáním a čištěním. Jinak řečeno, udržovat stroj v základních podmínkách, kdy dochází k opotřebenosti stroje pouze přirozenou degradací jeho částí. Z výše uvedeného vyplývá, že systémem celkové údržby organizace usilují o perfektní produkci.

Znaky takové produkce jsou:

- žádné poruchy;
- žádné zastavování a pomalý chod;
- žádné vady;
- žádné nehody [10].

Podle normy IATF 16949 na automobilový průmysl, by organizace měly mít zavedený totálně produktivní systém údržby a jeho dokumentaci udržovat.

“Systém musí přinejmenším zahrnovat:

- a) Identifikace zařízení využívaného v procesu, které je nezbytné pro výrobu shodného produktu v požadovaném objemu;*
- b) dostupnost náhradních dílů pro zařízení identifikovaná v bodě a);*
- c) poskytování zdrojů pro údržbu strojů, zařízení a vybavení;*
- d) balení a konzervaci zařízení, nástrojů a měřidel;*
- e) aplikovatelné specifické požadavky zákazníka;*
- f) dokumentované cíle údržby, např. celková efektivita zařízení (OEE; Overall Equipment Effectiveness), střední doba mezi poruchami (MTBF; Mean Time Between Failure) a střední doba do opravy (MTTR; Mean Time To Repair) a*

metriky dodržování preventivní údržby; výkonnost s ohledem na cíle údržby musí být vstupem pro přezkoumání systému managementu (viz ISO 9001, článek 9,3);

- g) pravidelné přezkoumání plánu údržby, cílů a dokumentovaného akčního plánu pro řešení nápravných opatření tam, kde nejsou cíle dosaženy;*
- h) používání metod preventivní údržby;*
- i) používání metod prediktivní údržby, je-li to vhodné;*
- j) periodickou revizi“ [9].*

7.1 Indikátory systému údržby

OEE (Overall equipment effectiveness):

Je jedním z nejdůležitějších indikátorů. OEE udává procentuálně plánovanou produkci, která byla skutečně efektivní a zahrnovala ztráty vyvolané dostupností stroje, výkonem a kvalitativními ztrátami. Ztráty z dostupnosti zařízení jsou zapříčiněné zastavením stroje a mohou být jak plánované (čištění, údržba), tak i neplánované (porucha). Výkonové ztráty vyplývají z času, kdy stroj nepracuje na maximální výkon (zpomalení, zastavení). Kvalitativní ztráty jsou ztráty času, kdy se stroj zabýval výrobou neshodných výrobků (určených k vyhození nebo předělání). OEE je tedy ukazatel podporující systém celkové údržby vedoucí k dokonalé produkci.

Procentuální hodnoty OEE:

- 100 % = Rovná se perfektní produkci. Je to zatím nedosažitelná hodnota;
- 85 % = Těto hodnoty dosahují špičkové (mezinárodní) podniky;
- 60 % = Průměrná hodnota běžných podniků;
- 40 % = Podniky, které nemají zavedený systém celkové údržby [11].

MTBF (Mean time between failure):

MTBF, v překladu střední doba mezi poruchami, je průměrnou hodnotou času mezi opravitelnými poruchami. Systém je spolehlivější, pokud doba mezi poruchami roste. Proto organizace vyvíjí snahu držet MTBF na co nejvyšší úrovni. V dnešní době je řeč o stovkách tisíc až milionech hodin.

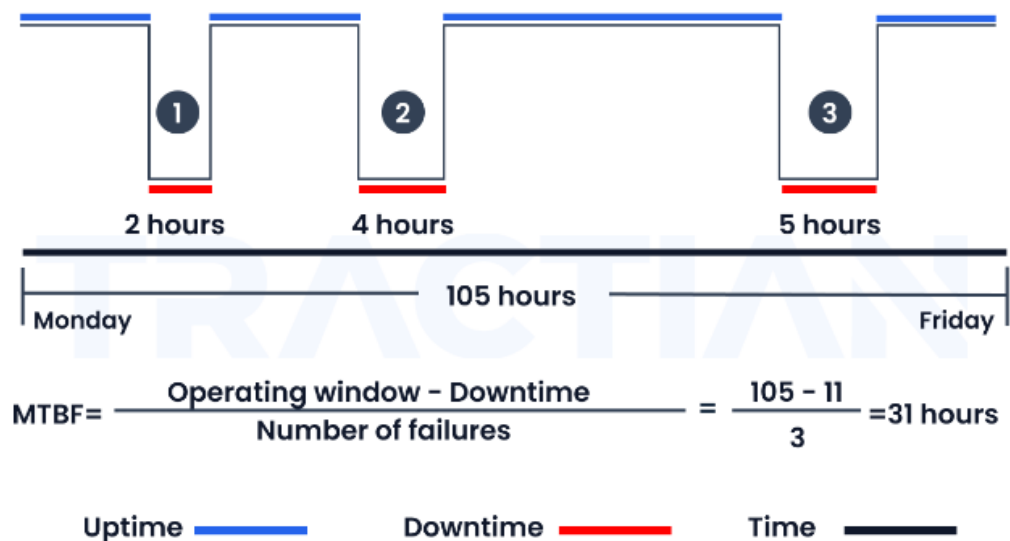
Měření této doby se dostalo do strojírenství, hlavně do výroby, zásluhou leteckého průmyslu, kde nesmí být připuštěny časté a závažné systémové chyby. V leteckém

průmyslu proto, že tyto chyby nemají za následky jen zvýšení nákladů, ale mohou zapříčinit i ohrožení na životě.

Pro zákazníky je MTBF značkou spolehlivého produktu nebo nejbezpečnějšího výrobního zařízení. Pro interní týmy a zaměstnance je MTBF pomůcka, díky které mohou sledovat úspěšnost i neúspěšnost a identifikovat problémy. Dále MTBF může organizacím pomoci s doporučením údržby, výměnou součástí či aktualizováním systému pro své zákazníky.

Jednoduchý a lehce představitelný příklad se dá aplikovat na motor automobilu. Hodnota MTBF by sloužila k určení času mezi neplánovanými údržbami motoru, či výměnou jednoduchých součástí bez velkého zásahu do motoru. Mezitím se počítá například s doplňováním oleje. Součet všech časů MTBF do selhání motoru, kterému pomůže už jen celková výměna, se nazývá MTTF (Mean time to failure).

Samotná hodnota MTBF se vypočítá jako provozní doba dělená počtem poruch, které nastaly v průběhu provozní doby. Od samotné provozní doby se musí ještě odečíst počet hodin, kdy byl stroj nebo jiné zařízení mimo provoz [12].



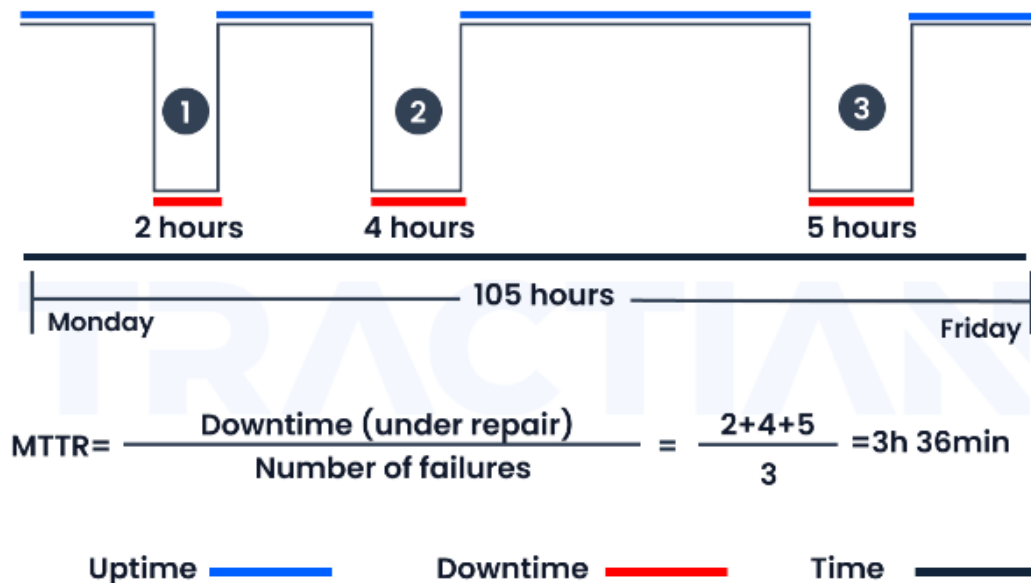
Obrázek 7 – Schéma MTBF + výpočet [13]

MTTR:

Tato metrika nemá žádný význam, ale pod touto zkratkou se mohou skrývat celkem čtyři různá měření. R na konci zkratky má význam pro repair (oprava), recovery (zotavení), resolve (vyřešení) a respond (odpověď, potvrzení).

- Mean time to repair, v překladu střední čas na opravu, je průměrný čas, který je zapotřebí k opravě nejčastěji technického nebo mechanického systému. Měření této doby zahrnuje i zkoušku chodu systému. Čas měření pro opravu se tedy nezastaví, dokud stroj není zpět v plném výrobním chodu. MTTR funguje jako ukazatel pro týmy údržby, signalizuje efektivitu při řešení opravárenských procesů. Cílem organizace je tento čas zredukovat na co nejkratší.

Výpočet MTTR metriky oprav se vypočítá jako součet celkového času stráveného opravami strojů za provozní dobu, který je dělen počtem všech oprav za tutéž provozní dobu [12].



Obrázek 8 – MTTR (Mean time to repair) + výpočet [13]

- Mean time to recovery, v překladu střední doba do zotavení, je průměrný čas, který je zapotřebí k obnově systému nebo produktu po jeho selhání. Kromě času potřebnému na opravu zahrnuje i čas od selhání po začátek opravy. Jde tedy o metriku celkového času obnovy po selhání systému.

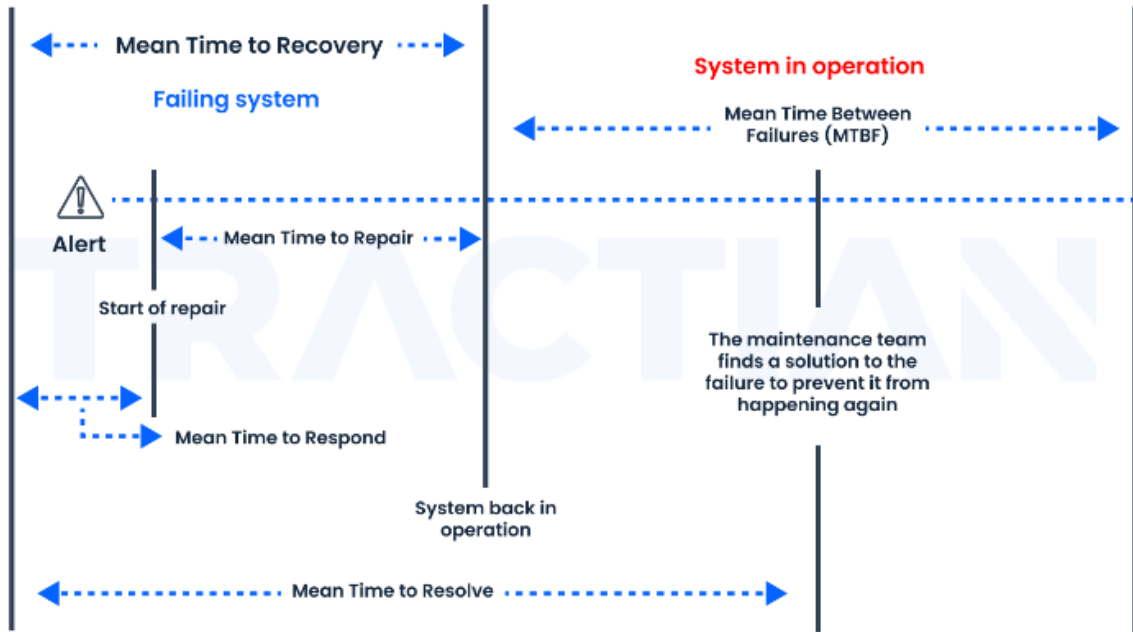
Čas do zotavení se vypočítá jako součet všech prostojů v provozní době a je vydělen počtem incidentů za tatáž dobu [12].

- Mean time to resolve, v překladu střední doba k vyřešení, je průměrný čas, který je potřebný k úplnému vyřešení poruchy. Rozdíl mezi tímto časem a časem zotavení spočívá v tom, že do času potřebného k vyřešení se počítá i čas potřebný k zajištění neopakování selhání systému nebo stroje. Tímto se rozšiřuje odpovědnost týmů zajišťujících opravárenské procesy, které se už nemohou soustředit jen na jednorázovou opravu, ale musí přemýšlet dlouhodobě. Tento čas nezahrnuje dobu potřebnou k servisu, která je předem plánovaná, soustředí se na incidenty neplánované.

Čas doby k vyřešení se vypočítá součtem celkové doby řešení během provozního období, na které se zaměříme a chceme ho sledovat. Ten se následně vydělí počtem incidentů. Uvedu příklad pro dobu celkového řešení. Během 24 hodin systém podlehl jednomu incidentu, jehož oprava trvala dvě hodiny. Po dvou hodinách se systém opět rozběhl, ale proces zajištění potlačení opakování incidentu trval další dvě hodiny. Celková doba řešení je tedy součet opravy a procesu zajištění proti opakovatelnosti, tedy čtyři hodiny [12].

- Mean time to respond, v překladu střední čas do potvrzení nebo odpovědi, je průměrný čas, který platí od spuštění výstrahy do zahájení práce na problému. Tento čas se dá uchopit jako reakční doba opravárenského týmu a zároveň metrika pro zjištění efektivity výstražného systému. Touto metrikou zjistíme čas odezvy. Po zjištění neefektivního času by měla organizace stopovat, čím je to zapříčiněné.

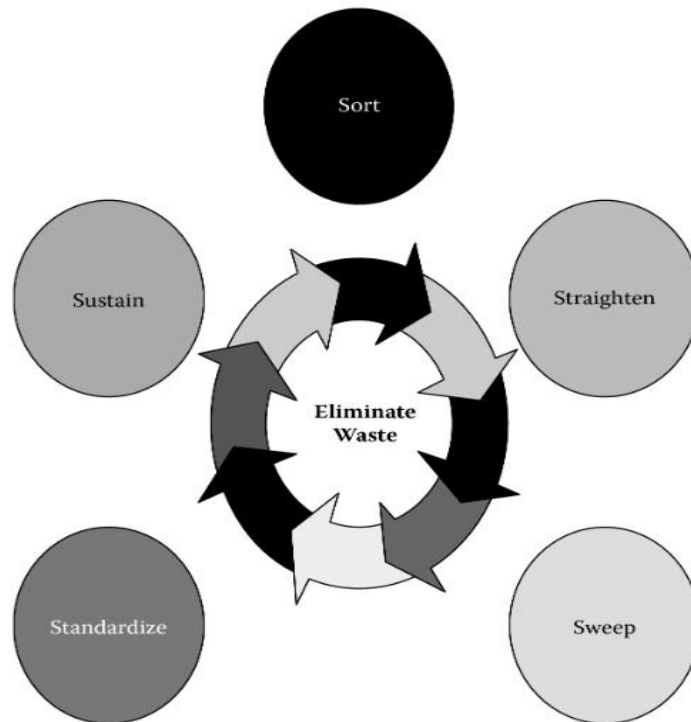
Čas potvrzení nebo odpovědi se vypočítá jako součet doby mezi výstrahou a potvrzením (reakce), který je dělen počtem incidentů v provozní době [12].



Obrázek 9 – MTBF, MTR (repair, recovery, resolve, respond) [13]

7.2 5S systém

Tento systém se může brát jako základ každého systému celkové údržby, který zajišťuje pro organizaci čisté a dobře zorganizované pracovní prostředí. Je to takové uklizení hracího pole. Jestliže organizace není schopna zavést 5S systém, je zavedení systému celkové údržby odsouzeno k neúspěchu. Systém 5S není jen o změnách na výrobních linkách. Změnami by mělo projít celé pracovní prostředí, to znamená i management, sklad, pomocné provozy a administrativa. Člověka může napadnout otázka – do jaké míry a jakým způsobem skutečně čisté prostředí ovlivňuje chod organizace? V čistém prostředí, které je ještě k tomu dobře organizované, lze vše mnohem snáz a rychleji najít. Jak náradí, tak i potřebné díly. Celá změna není pouze o lepším přehledu o pracovním náradí, ale i o snazším odhalení problémů jako je únik nebo rozlití kapaliny, oděrky z nečekaného opotřebení nebo praskliny v mechanismech [11].



Obrázek 10 - Systém 5S [14]

5S systém je organizační metoda vycházející z pěti japonských slov a jejich významu:

- Seiri (organize, sort): Spočívá v identifikaci, eliminování a odklizení zbytečných a nepotřebných věcí z pracoviště. Tímto se nejen redukuje odpad a výskyt zbytečných věcí, ale pracoviště se stává bezpečnějším místem s lepší vizualizací procesu. Věci, které nemohou být ihned odklizeny se alespoň označí nebo budou brány v potaz při následujícím úklidu [14].
- Seiton (orderliness, straighten): Všechny věci mají mít své místo. Nejprve je třeba uspořádat všechny nezbytné věci, díky čemuž je pro zaměstnance mnohem jednodušší je nalézt. Neztrácí tak čas s jejich případným hledáním, což má samozřejmě kladný dopad na efektivitu výroby. Místa pro uložení předmětů mohou být popsána (cedulky, samolepky). Tím se zvýší přehlednost hlavně pro nově příchozí, neinformované zaměstnance a organizace se tak vyhne častému a zbytečnému dokupování nenalezených předmětů [14].

- Seiso (cleanliness, shine, sweep): Udržovat pracoviště v čistotě. Čisté pracoviště nejenže vypadá lépe, ale je i ukazatelem vysokých standardů kvality [14].
- Seiketsu (standardize): Standardizovat výše uvedené pracovní procesy. Jde o rozvržení procesů a jejich následné “zaběhnutí” a zautomatizování. Pokud vznikne rozvrh pro třídění, úklid a čištění pracoviště, zabrání se dezorganizaci. A pokud se stane rutinou, věci se budou vracet automaticky na místa, kam patří a pracoviště je tedy stále uklizeno [14].
- Shitsuke (sustain): Udržovat standardy prvních čtyř postupů a jejich aplikaci. Udržovat stálou disciplínu na pracovišti [14].

7.3 Pilíře systému celkové údržby

V 50. letech 20. století vytvořil Seiichi Nakajima systém celkové údržby, a to v podniku Nippon Denso, který vyráběl díly pro Toyotu. Díky tomu se podnik Nippon Denso stal jednou z prvních organizací s implementovaným systémem celkové údržby, který využívá komplexního přístupu vyžadujícího angažovanost všech účastníků procesu. Od operátora stroje až po vrcholový management. Systém celkové údržby má osm pilířů (Obrázek 11), které si zakládají na 5S systému. Zavedením osmi pilířů systému celkové údržby však práce nekončí. Je to stálá snaha všech zainteresovaných pracovníků na cestě k dosažení vyšší kvality, a hlavně spokojenosti zákazníka. Velkou výhodou je změna rutinní, neosobní práce na osobní, angažovaný a vlastnický přístup k práci [10][15].



Obrázek 11 - Pilíře systému celkové údržby [11]

Autonomous Maintenance (autonomní údržba):

Autonomní údržba spočívá v předání odpovědnosti za stroj operátorovi. Operátoři jsou zaškolení pro výkon rutinní údržby na stroji a jejich cílem je udržovat stroj v základních podmínkách. Změnou je náhled operátora do vnitřku stroje. Doménou operátorů byl exteriér stroje a věci, se kterými stroj pracuje, kdežto doménou údržbářů byl vnitřek stroje a jeho součástí. Náhled operátora do interiéru stroje zvyšuje pocit vlastnictví stroje. Úkolem operátorů je tedy stroj udržovat v čistotě, promazávat potřebné části a dělat inspekci celkového stavu stroje. Operátoři jsou schopni nalézt a nahlásit spoustu problémů již v zárodku, což dává údržbáři šanci provést např. výměnu vadné části stroje předtím, než nastane porucha. Samotní údržbáři tedy nemusí věnovat velkou část svého času rutinním pracím na strojích, ale mohou se věnovat zásadnějším problémům. Později si operátor vytvoří rutinu na provádění údržby stroje [10][14].

Planned Maintenance (plánovaná údržba):

Jedná se o práce vykonávané v rámci preventivní a prediktivní údržby. Plánovanou údržbou se výrazně snižuje počet neplánovaných zastavení stroje z důvodu poruchy. Součásti strojů náchylné na opotřebení či na poruchu jsou spolehlivěji monitorovány. Menším počtem náhlých poruch se může snížit počet naskladněných náhradních dílů. Tato údržba se plánuje na období, kdy stroj není produktivní, nebo jen málo. Stroj se zastavuje z důvodu údržby při plné produkci jen vzácně [10][14].

Quality Maintenance (řízení kvality):

Řízení kvality se zabývá detekcí chyb na funkčních návrzích a zaváděním preventivních opatření pro předcházení těmto chybám. Provádí se za pomoci analýzy kořenových příčin. Zjišťováním zdrojů defektů se procesy stávají stabilnějšími a spolehlivějšími. Cílem je tedy z výrobní linky odstranit vadné produkty, díky kterým mohou nastat neplánované prostoje nebo zpomalení výroby. Další výhodou této metody je, že vadným kusům je zabráněno pokračovat dále po výrobní lince, čímž se výrazně sníží počet následných opravných operací [10].

Focused Improvement (neustálé zlepšování):

Založeno na japonském termínu “kaizen“. Termín je složen ze dvou slov. “Kai“ znamená “změna“ a “Zen“ má význam “pro zlepšení“. Ve výsledku pojem chápeme jako neustálé nebo pokračující zlepšování. Využívají se malé týmy složené z kvalifikovaných odborníků pracujících na různých odděleních. Tím je zajištěn náhled na dopad procesu od většiny oddělení v organizaci. Neustálé zlepšování zvyšuje efektivitu produkce organizace. Udržitelnost a opakovatelnost zlepšování je zajištěno možnostmi standardizace [10].

Early Equipment Management (řízení designu nových zařízení):

Zaručuje zlepšení designu nových výrobních zařízení přenášením praktických znalostí z celkového systému údržby. K praktickým znalostem přispívají samotní údržbáři a operátoři pracující se stroji. Poznatky zase pomáhají dodavatelům při budoucím plánování. Takovýto přístup zvyšuje efektivitu výroby, nová zařízení mají příznivější ovládání pro operátory, lze je lépe a rychleji spouštět. U projednávání budoucích návrhů zařízení nesmí chybět plán pro snadnější čištění, mazání, přístupnost součástí pro údržbáře, ergonomické umístění ovládacích prvků pro operátora, způsob přepínání a bezpečnostní prvky. Údržba a udržování stroje v základních podmínkách je zlepšena přítomností údržbáře a operátora při instalaci zařízení [10][11].

Training and Education (trénink a vzdělání):

Tréninkem a vzděláváním se snažíme vyhnout narušení programu systému celkové údržby. Cílem je dostat všechny zúčastněné na stejnou úroveň. Zaměstnanci by si měli projít čtyřmi fázemi:

1. netuším, nevím, jak s problémem naložit;
2. teoreticky problém umím vyřešit, ale prakticky to nezvládnu;
3. problém zvládnu vyřešit teoreticky i prakticky, ale nedokázal bych to nikoho naučit;
4. problém zvládnu vyřešit teoreticky i prakticky a dokážu to naučit dalšího člověka.

Díky tomu operátoři dokáží plně zastat rutinní údržbu stroje. Údržbáři se mohou věnovat specializovanějším opravám a zastávat činnosti v rámci preventivní

a prediktivní údržby. V technikách systému celkové údržby by měl být zručný i management, který by měl být schopen své zaměstnance správně vést a školit [11][14].

Safety, Health, Environment (bezpečnost, zdraví a prostředí):

Stručně se jedná o vytvoření a udržování zdravého a bezpečného prostředí. Zaměstnanci tak mají jistotu, že pracují na bezpečném pracovišti bez rizika úrazu a následných zdravotních potíží. Cílem je eliminace faktorů ohrožujících pracovní prostředí a vytvoření prostředí bez úrazů. V takovémto prostředí se zvyšuje i produktivita, protože zaměstnanci se z hlediska bezpečnosti necítí ohroženi a nemusí plýtvat časem na to, aby si takovéto prostředí vytvářeli sami. Bezpečnost je dobré zvažovat už v rané fázi zavádění systému celkové údržby [10].

TPM in Administration (systém celkové údržby v administrativě):

Systém celkové údržby zasahuje i za hranice výroby, a to tím, že detekuje a eliminuje oblasti plýtvání v administrativní sféře. Vzhledem k tomu, že administrativa bývá v první fázi před samotnou výrobou, měla by fungovat bezchybně. Prostor ke zlepšení je například v systému objednávek, zásobování a plánování. Zefektivněním objednávek se materiál dostane do výroby rychleji a s menším počtem chyb [10].

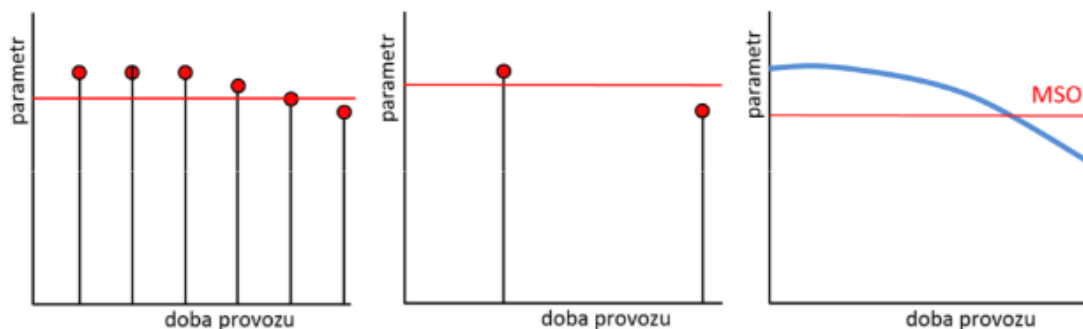
8 Údržba a její zajištění

Hlavní krok ke zlepšování podmínek údržby výrobních zařízení musí vždy udělat výrobce či vedení organizace tím, že se budou více soustředit na bezporuchovost a udržitelnost. Výrobce, který si objednal nový stroj do svého provozu, bude pro zvýšení provozní spolehlivosti stroj hlídat v celém jeho životním cyklu. Životní cyklus stroje začíná již koncepcí a stanovením požadavků, pokračuje přes vývoj a konstrukci až k samotné výrobě a instalaci. Nakonec je nutné stroj hlídat v provozu a aplikovat na něj údržbu. Životní cyklus stroje končí jeho vyřazením a likvidací.

Při zavádění údržby si podnik nemusí vždy zajistit údržbu sám, ale může využít externích zdrojů. Při zavádění údržby je nejprve nutné udělat rozvalu a rozhodnout, zda si procesy dokáže podnik zajistit sám kvalitně, co nejlevněji, s vytížením kapacity týmu údržby na 100 %. Nebo zda bude pro něj výhodnější najmout si údržbu externě [16].

Údržby dle terminologie lze rozdělit na:

- Údržba po poruše – údržba vykonávaná až po vzniku poruchového stavu, která má za cíl stroj uvést zpět do funkce.
- Údržba s předem stanovenými intervaly (periodická údržba) – druh preventivní údržby, kdy se bez předem zjišťovaného stavu na stroji provádí údržbářské činnosti na základě stanovených časových intervalů či počtu jednotek používání (km, počet cyklů, spotřebované palivo).
- Údržba podle technického stavu (diagnostická údržba) – druh preventivní údržby opírající se o monitorování výkonnosti a parametrů a následných opatření. Monitorování může být plánované, na vyžádání nebo nepřetržité. Stroj se srovnává s mezním stavem pro obnovu, kdy se dvoustavově (vyhovuje – nevyhovuje) rozhodne o jeho provozu [16].



Obrázek 12 – Monitorování [16]

(vlevo – plánované, uprostřed – na vyžádání, vpravo – nepřetržitě)

8.1 Návod k použití

Pro správný provoz stroje a jeho údržbu tvoří základ návod od výrobce. Vytvořit návod k používání strojního zařízení není jen otázkou výrobce, berou se v potaz i jiné požadavky. Lze čerpat například z Příručky pro uplatňování směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES, nebo z technických norem ČSN EN ISO 12100, Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika [17].

K demonstraci některých z požadavků budu čerpat ze směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES.

§ 254 Návod k používání:

Návod musí být vytvořen před uvedením strojního zařízení na trh a přiložen k zařízení, které se dostane k zákazníkovi. To musí zajistit dovozce nebo distributor strojního zařízení [18].

§ 255 Forma návodu k používání:

Předpoklad, že zákazník má prostředky k přečtení návodu v elektronické podobě, nebo přístup k internetovým stránkám, se nebere v potaz, a proto musí být pokyny související s ochranou zdraví a bezpečností dodány zákazníkovi v tištěné podobě. Nejužitečnější je poskytnutí tištěné i elektronické formy návodu, kdy si může zákazník návod kdykoliv znovu vytisknout a zároveň dostává přístup k jeho aktualizaci [18].

§ 258 Zabránění předvídatelnému nesprávnému použití:

Návod slouží i k prevenci nesprávného použití strojního zařízení. Výrobce k daným aspektům v návodu bere v potaz i jeho případné nesprávné používání, které vyvozuje z případů zjištěných vyšetřováním v minulosti a z předvídatelného lidského chování [18].

§ 262 Popisy, nákresy, schémata a vysvětlivky:

Návod má obsahovat obecný popis stroje, aby zákazník či budoucí obsluha stroje dokázala identifikovat hlavní části. Dále musí být v návodu zahrnuty informace a vysvětlivky pro bezpečné používání, údržbu a opravy stroje. Schémata, grafy, nákresy a tabulky mají být jasné, jednoduché a jejich písemné popisky se mají nacházet vedle nich [18].

§ 264 Montáž, instalace a připojení:

Zde se jedná mimo jiné i o potřebné parametry, které musí splňovat budova, do které se stroj zavádí. Pojednává tedy o podstavcích stroje, základech nebo podkladu stroje, aby byla zajištěna stabilita a bezpečné používání. Když je třeba, výrobce by měl přidat i informace o převážení stroje – jakým dopravním prostředkem je ideální stroj převážet (pokud možno i s odkazem na něj) a jak stroj upevnit pro převoz [18].

§ 265 Uvedení do provozu a používání:

V návodu jsou udány všechny seřízení, kontroly, prohlídky a funkční zkoušky, které je potřeba na stroji provést po jeho usazení a instalaci než půjde do provozu. Informace podobného charakteru jsou v návodu i pro opětovné uvedení stroje do provozu po jeho přemístění či po velké opravě [18].

8.2 Preventivní a prediktivní údržba

Oba druhy údržby jsou využívány k redukci náhlých poruch, které se musí po jejich vzniku řešit reaktivní údržbou. Jinak řečeno, reaktivní údržbě neboli údržbě po poruše se organizace chtějí vyhnout, protože náhlé zastavení stroje zvyšuje náklady a může zbrzdit dodavatelský řetězec. Úkony preventivní a prediktivní údržby jsou naplánovány s dostatečným předstihem, jedná se tedy o formu plánované údržby. Nejviditelnějším rozdílem mezi těmito údržbami je interval jejich výkonu. Preventivní údržba je plánována v pravidelných, opakujících se časových intervalech nebo množstvích. Prediktivní údržba se vykonává podle potřeby na základě stavu

majetku. Obě údržby snižují náklady a prostoje způsobené poruchami, prediktivní údržba navíc snižuje náklady na zbytečné výkony údržby a materiál, protože se provádí pouze v případě potřeby. Optimální je mít zavedenou preventivní a prediktivní údržbu ve společném souladu. Kvalita údržby není jen o dokonalých systémech a o vyhodnocování dat, ale základem je stále kvalitní údržbářský personál od řadového údržbáře až po vrcholového manažera údržby [16][19].

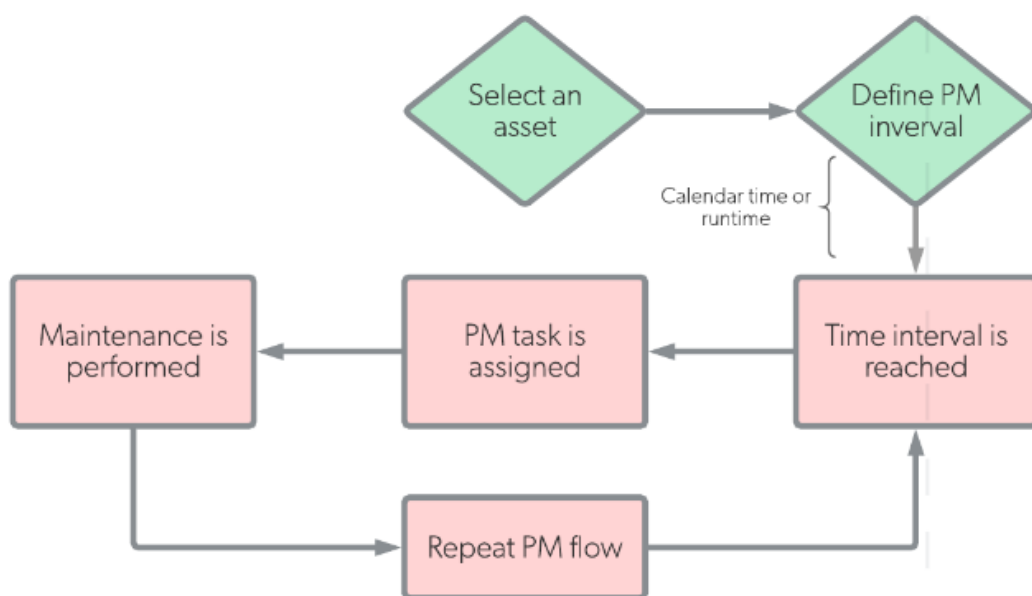
Preventivní údržba:

Údržbáři nebo servisní technici provádí kontrolu a výměnu součástí v pravidelných intervalech, například jednou ročně. Údržba je prováděna na hladce běžících strojích, čímž by se měla prodloužit jejich životnost a ziskovost podniku. Největší problém pro manažery údržby je správně vysledovat a následně rozhodovat o strojích, které budou podléhat preventivní údržbě a v jakých intervalech.

Pro větší přehled je výhodné mít software pro plánování údržby a vést kontrolní seznamy.

Preventivní údržba je tedy lepší než reaktivní údržba a ve srovnání s prediktivní údržbou je snadnější a méně nákladnější na implementaci. Nevýhodou je, že se na stroji může provádět i v čase, kdy údržba není vyžadována, a to může vést ke zbytečnému plýtvání materiálem.

Preventivní údržbu si tedy vybere organizace, která má motivaci snížit prostoje, ale zároveň nemá velký rozpočet na údržbu [19].



Obrázek 13 - Schéma chodu preventivní údržby [19]

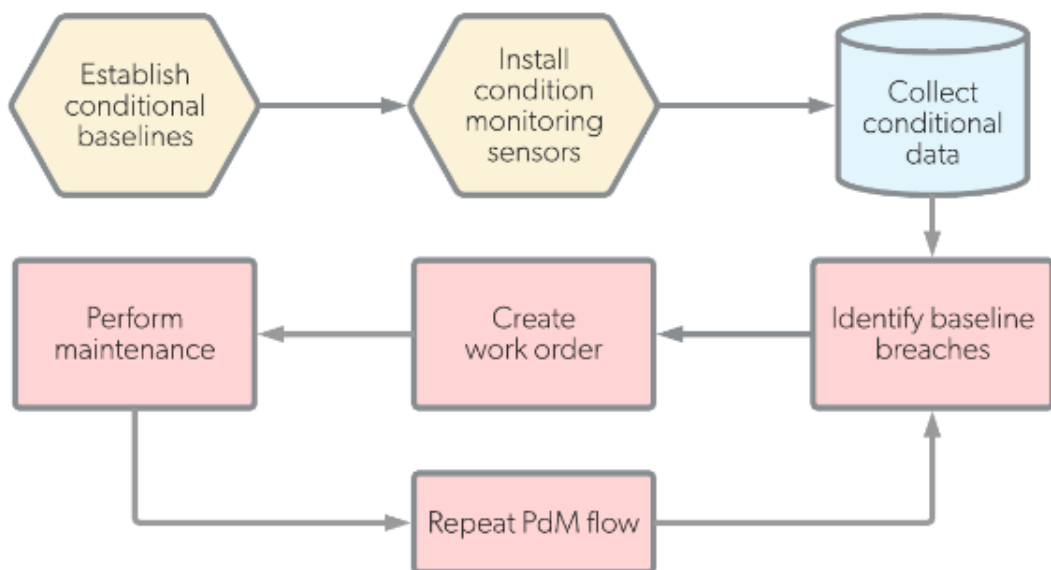
Prediktivní údržba:

Je zapotřebí mít dopředu stanovené podmínky. Stroje a jejich součásti jsou monitorovány senzory, ze kterých se odesílají data do softwaru a ten je následně vyhodnocuje. Když je na některé součásti naměřen výkyv, spustí se protokol na údržbu stroje. Důležité je nepodcenit počáteční investici do softwaru a snímacích technologií [19].

Pro přehlednost je lepší mít software údržby a plánovač údržby. Dále je zapotřebí software pro sledování stavu a vyhodnocování dat přicházejících ze senzorů. Při zavedení této údržby je nutné proškolit zaměstnance.

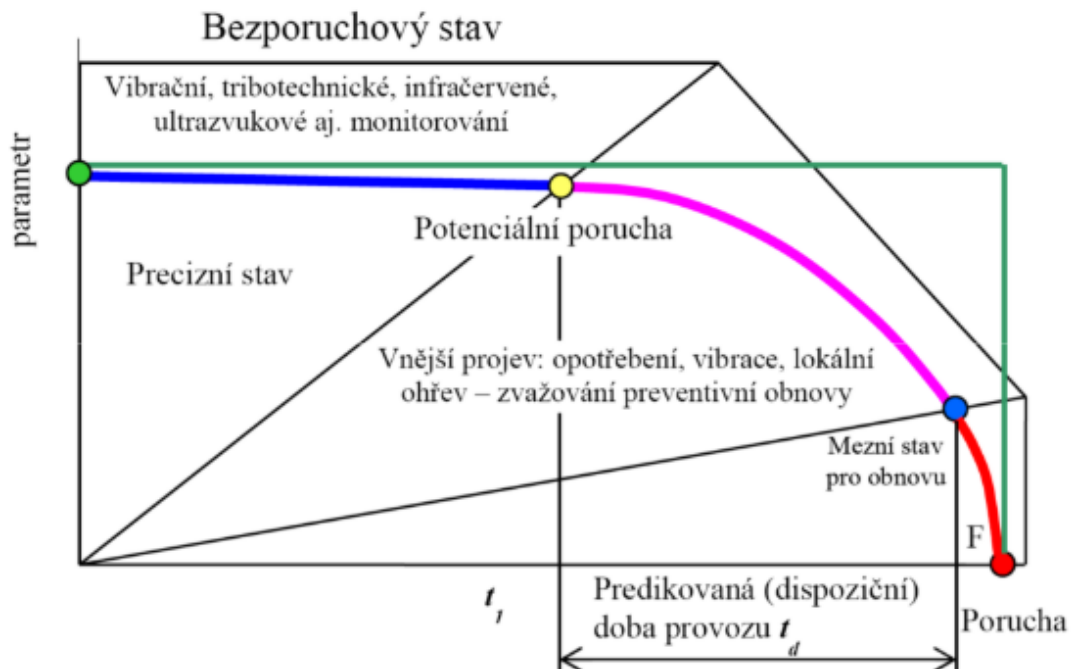
Výhodou je snížení prostojů, nákladů na údržbu a materiál s ní spojený. Ovšem zavedení tohoto systému do podniku je finančně i časově náročnější a není jednoduché s ním správně pracovat[19].

Pro tento typ údržby se spíše rozhodne podnik, který již má zavedenou preventivní údržbu a vynakládá na ní větší část rozpočtu. Podnik pak může například řešit problém přílišného mazání ložisek, kdy zavede k ložiskům měřící senzory a podle vyhodnocení naměřených dat udržuje množství maziva v předem stanovených mezích. Dále se musí udržovat proaktivní údržba, kdy například u výměny ložiska budou zjišťovány příčiny zkrácení životnosti ložiska (nesouosost, vibrace) a následně budou odstraněny [16][19].



Obrázek 14 – Schéma chodu prediktivní údržby [19]

Tam, kde je to možné, technicky i ekonomicky, by se měla dodržovat zásada o aplikaci prediktivní údržby. Jako u všeho, tak i v údržbě jsou na hlavním místě peníze. Pokud bude pro podnik méně nákladná údržba po poruše, prediktivní údržbu nezavede [16].



Obrázek 15 – Princip předpovídání doby do obnovy [16]

9 Implementace systému celkové údržby

Vedlejším účinkem zavádění systému celkové údržby je změna vztahů na pracovišti. Organizace, která o takový systém stojí a rozhodne se pro jeho zavedení, si za tím musí nezvratně stát. Změny se neaplikují najednou, ale postupně tak, aby se daly budovat další stupně systému na již pevných základech. Zavádění systému údržby může mít následující kroky:

- přípravná fáze;
- úvodní fáze;
- implementační fáze;
- udržovací fáze [20].

9.1 Přípravná fáze

Smyslem této fáze je seznámit a připravit podnik na zavádění systému celkové údržby. Přípravnou fázi nelze podcenit, vytváří základy a závisí na ní úspěšnost dalších fází implementace systému [20].

Začíná se zveřejněním informace o zavedení systému celkové údržby. Toto rozhodnutí vychází od managementu společnosti a má se šířit, pokud možno, všemi informačními prostředky používanými v podniku (setkání, e-mail, vyvěšení na nástěnku, závodní časopis). Tímto rozhodnutím začínají změny v kultuře i povaze práce společnosti. Pokud dojde k rozhodnutí, nesmí se podcenit financování systému celkové údržby. Na tomto faktoru lze velmi snadno ztroskotat a vytvořit tak frustrující prostředí pro další kroky implementace. Zavedení je třeba racionálně promyslet a zvážit výhody i nevýhody systému [20].

Po obeznámení společnosti se zaváděním systému celkové údržby následuje publikační kampaň a úvodní školení všech zúčastněných pracovníků. Všichni pracovníci by měli být seznámeni s myšlenkou, filozofií a nástroji systému. Management a specialisté bývají proškoleni externí odbornou firmou. Tyto firmy mají se systémem zkušenosti a dokáží uvést pravdivé příklady z praxe, namotivovat k výkonu a vlastnímu řešení problémů. Školení operátorů mohou provádět externí společnosti nebo proškolení zaměstnanci. Je velmi důležité seznámit operátory s povahou jejich budoucí práce. Obvyklé vyvedení z komfortní zóny může vést k jejich nesouhlasu [20].

Pro podporu zavádění systému celkové údržby je dobré vytvořit malé skupiny zaměstnanců napříč organizací tvořené převážně pracovníky s praxí. Každá skupina má člena, který je zároveň členem jiné skupiny. Pomocí těchto členů by se měla usnadnit a zefektivnit komunikace napříč organizací [20].

Dále se zavádí politika systému celkové údržby, na jejímž vytvoření se podílí jak management, tak i podpůrné skupiny systému. Na politiku přímo navazuje program systému vyjádřený v časově ohraničených cílech, které jsou měřitelné. Cíle by se měly stanovit tak, aby se jich dalo dosáhnout. Obecné nezměřitelné cíle situaci zbytečně komplikují. Dosažené hodnoty cílů musí být naprosto upřímné a neměly by být zkreslené. Tím by došlo k zastření problémů, na kterých by mohl systém později zkolabovat [20].

Přípravná fáze končí návrhem hlavního plánu systému. Vytvářením plánu se pracovníci zamýšlejí nad nejúčelnějším dosažením cílů. Je nutné určit finanční, časové a lidské zdroje pro plánované aktivity. V tomto plánu jsou rozvrženy aktivity pro jednotlivé pilíře a podpůrné činnosti [20].

9.2 Úvodní fáze

V úvodní fázi dochází k setkání všech pracovníků, které je nutné správně namotivovat. K setkání mohou být přizváni zástupci stran dodavatelů a zákazníků. Management organizace zde přednese odhodlání k dosažení systému celkové údržby a představí hlavní plán aktivit, případně již vykonanou práci během přípravné fáze [20].

9.3 Implementační fáze

Implementační fáze začíná budováním firemní kultury, pomocí které organizace usiluje o docílení maximalizace výrobní efektivity. Do práce se vrhají pilíře tréninku a vzdělávání, neustálého zlepšování, autonomní údržby a plánované údržby. Pilíř neustálého zlepšování přebírá odpovědnost za činnost při cíleném zlepšování a odstraňování ztrát, což vykonávají malé skupiny zaměstnanců aplikací drobných změn. Pilíř autonomní údržby má v režii předávání údržbářských znalostí operátorům. Koná tak v programu rozděleném na kroky. Každý z těchto kroků je auditovaný a nelze jen tak přejít do kroku následujícího. Přejít do nového kroku je umožněn až po úspěšné interní certifikaci. Pilíř plánované údržby má za úkol na

základě objektivních metrik zavést prediktivní a preventivní údržbu. Pilíř pro trénink a vzdělání má vytvořit skupiny schopných a soběstačných operátorů. Pracovníci se mají naučit novým dovednostem, na které jsou postupně zaškoleni. Cílem je vytvoření operátora schopného vykonávat několik kvalifikovaných činností. Operátorům se nahromadí více činností, je tedy nutné se zbavit úkonů neefektivních, které by operátora zbytečně zdržovaly a přetěžovaly. Tato fáze je tedy zároveň i zatěžkávací zkouškou pro implementaci systému celkové údržby. Velkými změnami v přístupu a činnostech neprochází jen operátoři a údržbáři, ale prodělává je i střední a vyšší management [20].

Paralelně s průběhem činností pro maximalizaci efektivity výroby shromažďují jednotlivé pilíře poznatky a informace o současných výrobcích a zařízeních ve výrobě. Účelem shromažďování těchto informací a poznatků je odhalování nedostatků a chyb. Mezi nimi mohou být například těžko dostupná místa i zařízení, nesprávně navržený proces a místa, kde hrozí nebezpečí úrazu. Zde se objevuje pilíř pro instalaci nových zařízení a výrobu nových produktů. Všechny tyto posbírané poznatky a informace se totiž promítají do jeho práce. Tento pilíř spolupracuje s dodavateli, kterým promítá své poznatky, aby za společného úsilí dosáhli optimalizovaných zařízení na míru organizace, která mohou ihned po instalaci jet na plný výkon. Zařízení musí ovšem splňovat podmínku bezúrazovosti, snadného čištění a možnosti detekovat abnormality. Detekce abnormalit už není pouze záležitostí operátora. Je běžné mít stroj pokrytý senzory, které vznik abnormality nahlásí. Dále musí být šetřen nejen design zařízení, ale také výrobků. Výrobní firmy stojí na produkci výrobků, které by se od sebe neměly lišit. Tudiž se musí zabránit vzniku jejich odlišení způsobenému špatným designem [20].

Pilíř řízení kvality je zodpovědný za budování systému řízení kvality. V závislosti na kvalitě prostředí nebo bezpečnosti při výkonu práce se systém řízení kvality zabývá činnostmi zařízení, možnými způsoby selhání zařízení a možnými následky. Systém řízení kvality se nevěnuje pouze zařízením, ale i procesům a jejich možným příčinám selhání a následkům. Identifikuje kritická místa v procesu a definuje parametry pro zajištění výroby shodných výrobků. Řízení kvality rovněž pomocí kořenové příčiny zajišťuje eliminaci a vyřazení vadných, neshodných kusů [20].

Současně s výrobou, která je nejdůležitějším objektem pro systém celkové údržby, se musí budovat tento systém i v podpůrných odděleních výroby. Ať už v administrativě, tak i například v kotelně. Tato dvě oddělení, i mnohá další, mohou mít při selhání přímý vliv na výrobu. Proto je dobré zavádět systém celkové údržby do všech oddělení spjatých s výrobou [20].

V neposlední řadě musí být dodrženo, aby byla pracoviště bezpečná a vhodná pro práci. Tuto činnost má na práci pilíř pro bezpečnost, zdraví a pracovní prostředí. Pracoviště by tedy mělo být čisté, bez zápachu a s dobrou viditelností. Neměla by se opomenout ani ergonomie pracoviště. Pracovníci by měli svou práci vykonávat přirozenými pohyby. Zanedbáním péče o pracoviště stoupá počet zranění a nemocí z povolání [20].

9.4 Udržovací fáze

Po zavedení systému celkové údržby práce nekončí. Je zapotřebí se stále snažit o zlepšování výkonů společnosti a zajištění kontinuity činností.

Na udržení programu systému celkové údržby se podílí všechny organizační složky v podniku. V této fázi opět hraje důležitou roli management. Každým rokem by si organizace měly stanovit vyšší cíle. S těmito nároky ovšem musí přicházet i správná motivace. Pokud se to organizaci daří, dokáže se v poměrně krátkém čase dostat mezi organizace světové úrovně [20].

9.5 Problémy s implementací systému celkové údržby

- Slabé zapojení vrcholového managementu:

Systém celkové údržby se týká všech oddělení organizace. Mohou nastat situace, kdy management není ochoten změnit své návyky a chápe tyto změny jako změny určené ostatním pracovníkům s cílem zvýšit efektivitu podniku. Sám sebe management staví do role dozorčího. To však nemůže fungovat. Těžko očekávat aktivitu podřízených, když samotný management zklamal [20].

- Netrpělivost managementu:

System celkové údržby organizace prochází systematickými změnami. Výsledky nejsou vidět ze dne na den, ale mohou se projevit až po několika letech. Takovou dobu však někteří nevydrží a postupně začínají upouštět od své aktivity [20].

- Špatná formulace cílů a jejich neplánovaná změna:

Týká se nejasných a nesrozumitelných formulací cílů. Cíle se v některých případech odlišují od reality a nemají nic společného s děním na výrobních linkách nebo odděleních. Je nežádoucí cíle v průběhu jejich plnění měnit [20].

- Zavedení nástrojů jen v části podniku:

Organizace určí pilotní linku, na kterou zavádí nástroje systému celkové údržby jako první. Na ostatní linky se nástroje implementují klidně i s několikaměsíčními rozestupy. Podnik se takto téměř separuje na dvě odlišné výroby. Problém poté nastává u operátorů, kteří jsou přeloženi na jinou linku a nevědí, co mají dělat [20].

- Soutěživost pilířů:

Zvýšení efektivity výroby selhává při špatné spolupráci pilířů k dosažení společných cílů. Pilíře se mohou začít přít o důležitost jejich práce. Zde musí zasáhnout management se správným plánem činností, které se budou doplňovat a nebudou navzájem kolidovat [20].

10 Podnik KMCZ

Podnik KMCZ poskytující data pro praktickou část bakalářské práce je součástí výrobního závodu japonské společnosti KYB, která je jedním z největších výrobců tlumičů do automobilů na světě. Na svých webových stránkách uvádí, že každý druhý automobil v Japonsku a každý pátý automobil na světě je vybaven tlumiči vyrobenými v KYB.



Obrázek 16 - KYB logo [21]

Podnik KMCZ byl založen v srpnu roku 2003, ale výroba byla zahájena až v prosinci roku 2006. Nachází se v průmyslové zóně v Pardubicích – Starých Čivcích a v současné době je zde zaměstnáno přibližně 700 pracovníků. Důvodem založení KMCZ bylo pokrytí čtyř hlavních automobilových trhů.

Hlavní zákazníci KMCZ:

- kolínský automobilový závod TMMCZ;
- automobilový závod Škoda;
- Stelantis;
- VW (Německo);
- Toyota (Francie, Anglie);
- Suzuki (Maďarsko);
- Nissan (Anglie, Španělsko);
- Renault (Slovinsko, Francie);
- Daimler (Francie).

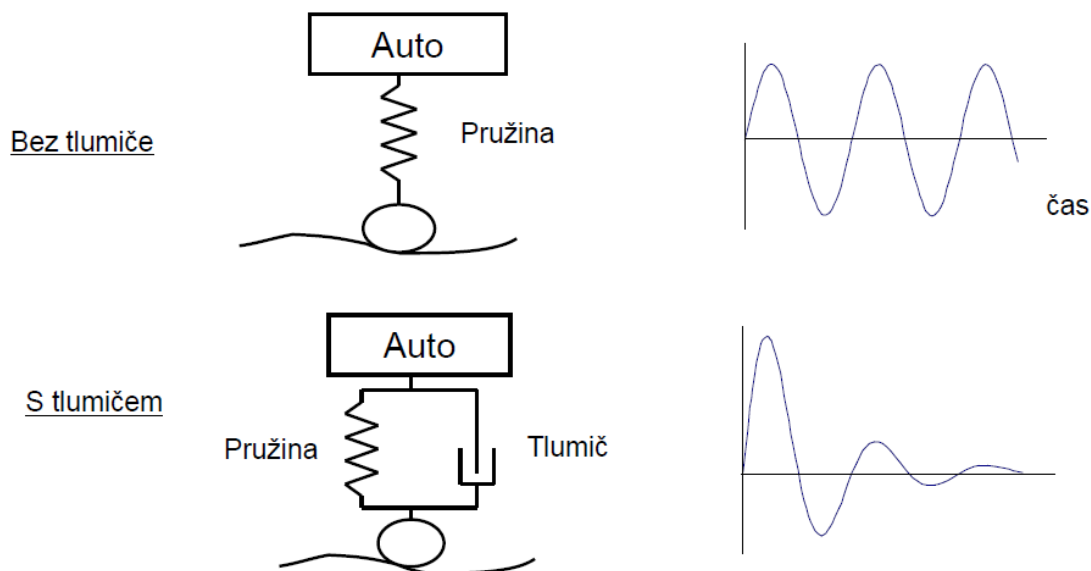
V KMCZ se vyrábí náhradní díly pro Evropu, Jižní Ameriku a Střední východ, které jsou distribuovány přes sesterskou společnost [21].



Obrázek 17 - Letecký snímek podniku KMCZ [21]

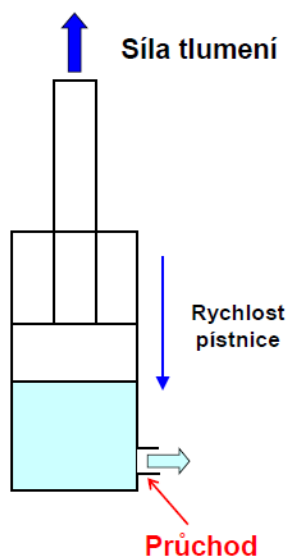
11 Výrobek

Tlumiče se nachází ve spoji mezi kolem a karoserií automobilu. Tlumí a brzdí pohyby pružiny, která vytváří pružící efekt kola vůči karoserii. Bez přítomnosti tlumičů by kola příliš kmitala a tím snižovala bezpečnost a stabilitu jízdy. Tlumiče omezují zatížení kola, příslušenství kola a přispívají k odlehčení automobilu [22].



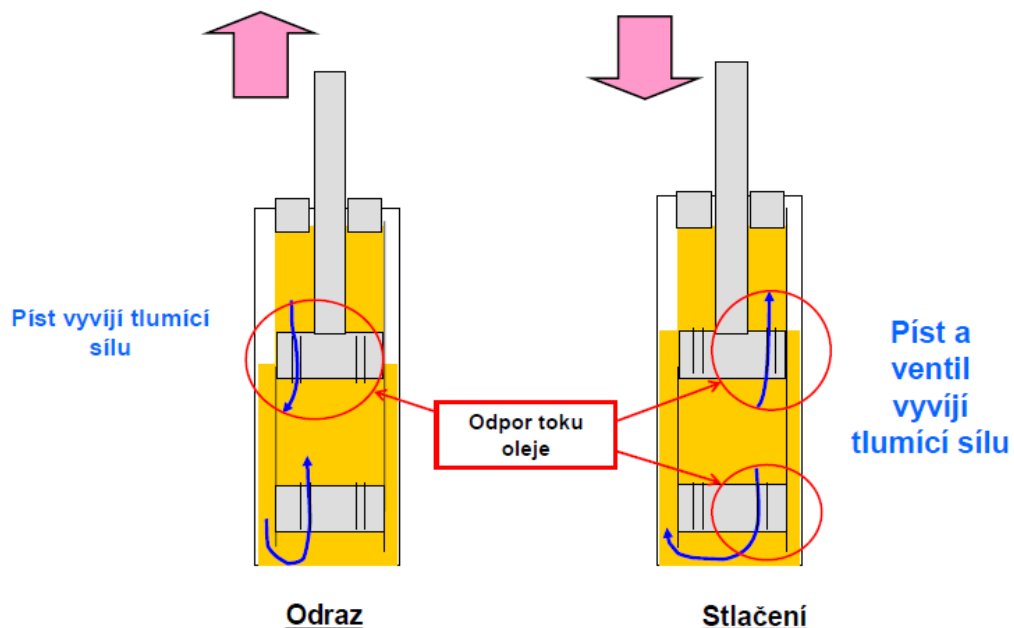
Obrázek 18 - Vibrace s tlumičem a bez tlumiče [22]

Ve válci tlumiče je olejová náplň a píst. Píst je připevněn ke karoserii automobilu a druhá část tlumiče je připevněna ke kolu. V pístu tlumiče jsou malé otvory, kterými protéká kapalina (olej). Při protékání oleje zúženým průchodem vzniká tlumící síla [22][23].



Obrázek 19 - Základní princip pérování [22]

Velikost této síly je ovlivněna i viskozitou oleje, která klade odpor při protékání průchodem. Tlumicí síla je úměrná množství průtoku a rychlosti pístnice tlumiče. Mezi nejběžnější hodnocení tlumiče patří charakteristika tlumení a rychlost pístnice. Pro každý automobil se dělají speciální tlumiče v závislosti na jeho hmotnosti a typu podvozku. Při nesprávném použití tlumičů hrozí odskakování kola a další potíže [22][23].



Obrázek 20 - Pracovní princip tlumiče [22]

Existuje více druhů tlumičů a variant, podle kterých jsou rozdělovány. Níže je uvedeno rozdělení podle několika základních kritérií.

Podle konstrukce pláště:

- jednoplášťové;
- dvouplášťové.

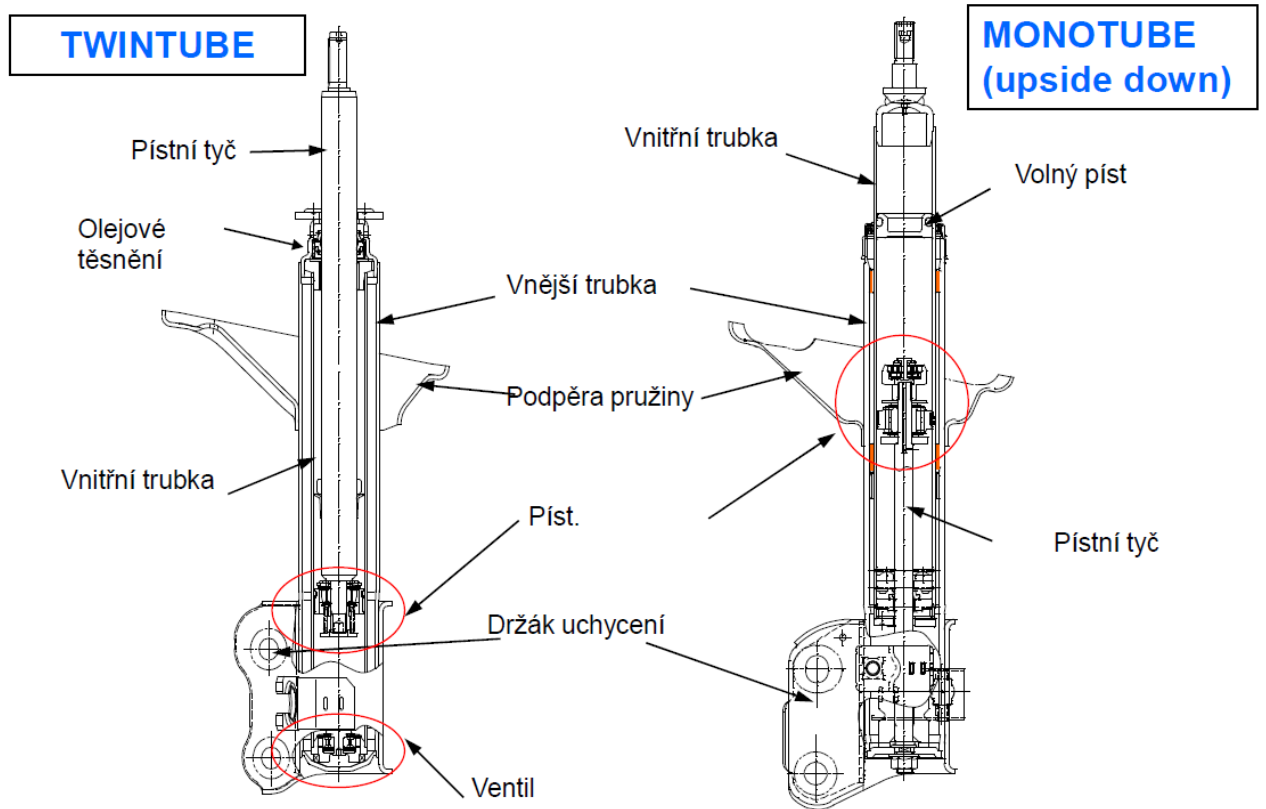
Podle účinku tlumení:

- jednočinné – tlumí v jednom směru;
- dvojčinné – tlumí v obou směrech.

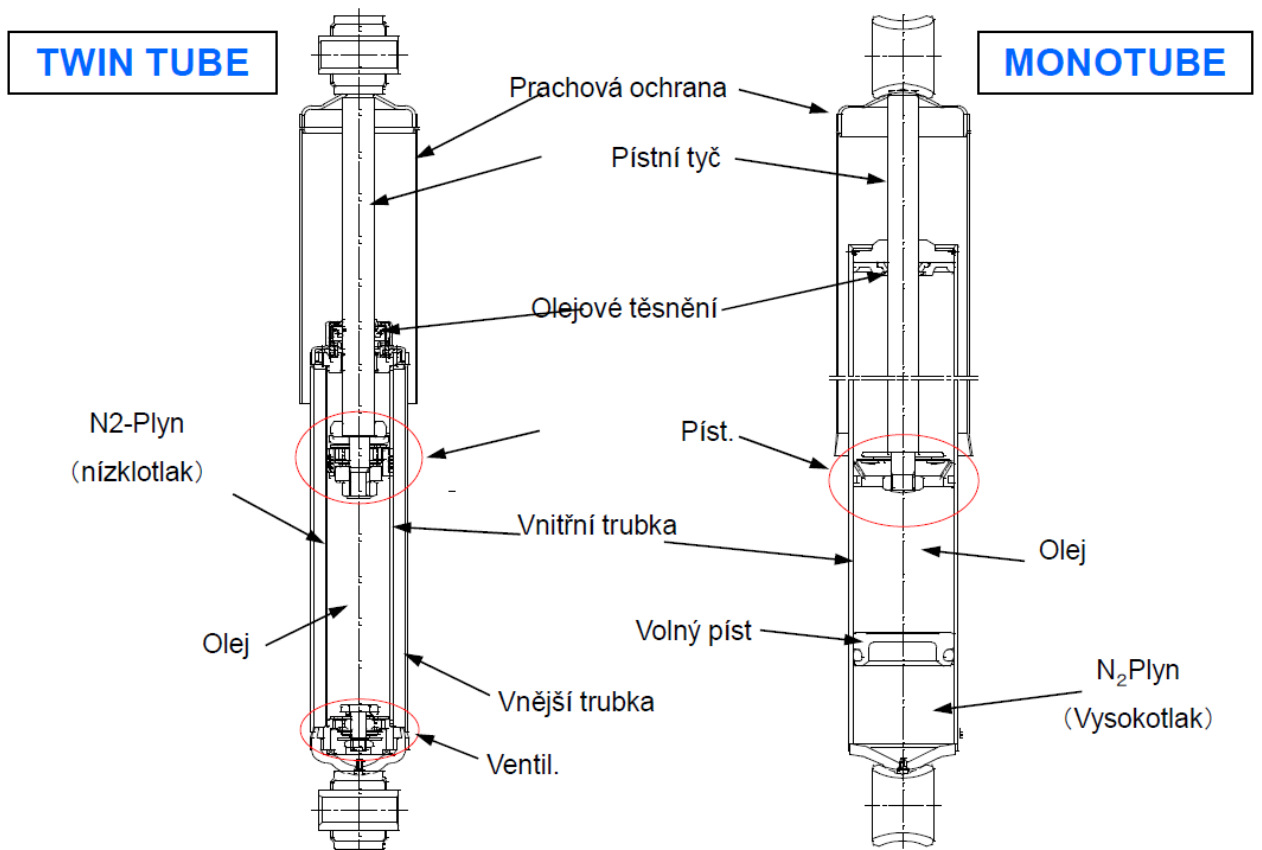
Podle konstrukce:

- teleskopické;
- pákové [23].

Základní struktury předních a zadních tlumičů:



Obrázek 21 - Struktura předního tlumiče [22]



Obrázek 22 - Struktura zadního tlumiče [22]

11.1 Výroba na stroji Seam Welding Machine CZ1011

Stroj Seam Welding Machine CZ1011 je v podniku KMCZ určený pro svařování součástí metodou odporového švového svařování.

Odporové svařování:

Patří do tlakového svařování. Ke svaru dochází v místě ohřátém na svařovací teplotu odporovým teplem za působení stálého tlaku. Odporové teplo, což je teplo potřebné k natavení materiálu, vzniká za nízkého napětí (5 až 15 V) a za průchodu proudu s vysokou intenzitou (může být až 100 000 A).

Joulovým – Lenzovým zákonem se udává množství tepla, které vzniklo průchodem proudu materiálem. Součtem přechodových odporů a odporů materiálu je dán celkový odpor svarového spoje. Největší množství tepla se vyvine mezi povrchy svařovaných materiálů, kde následně za působení tlaku vznikne spoj (bodový svar). Povrch spojovaných součástí nesmí obsahovat okuje, oleje nebo rez. Proto se před svařováním materiál mechanicky či chemicky čistí [24].

K odporovému svařování se využívají dva režimy:

- měkký režim – svařování s nízkým proudem po delší dobu;
- tvrdý režim – svařování s vysokým proudem v krátkém časovém intervalu.

Postupným vývojem se tíhne hlavně k tvrdému svařování, kterým se zvedá produktivita práce a svařovací čas se může zkrátit o 80 až 85 %. Svařování natvrdo má lepší jakost svaru díky jemnozrnné struktuře spoje. Je dosahováno lepších mechanických vlastností, a to až o 120 %, čímž je možná redukce počtu svarových bodů až o 55 % a dosáhnouti podstatné úspory [24].

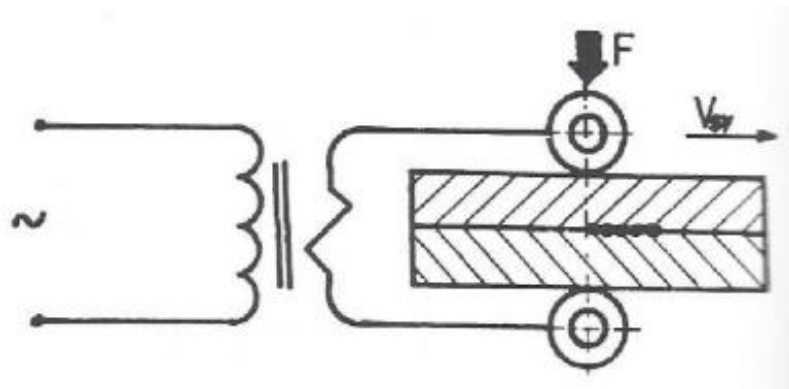
Švové svařování:

U švového svařování jsou k sobě svařované součásti přitlačovány dvěma měděnými kladkami, které zároveň do materiálu přivádějí proud. Švovým svařováním lze vytvořit jak řadu za sebou jdoucích bodů, tak i řadu překrývajících se bodů, které vizuálně připomínají svarovou housenku. Mezery mezi body a úroveň jejich překrytí je dána dobou, po kterou kladkami neprochází svařovací proud [24].

Výsledky svarů ovlivňují:

- svařovací proud;
- svařovací tlak;
- svařovací rychlost;
- svařovací cyklus;
- rozměry a konstrukční provedení kladek [24].

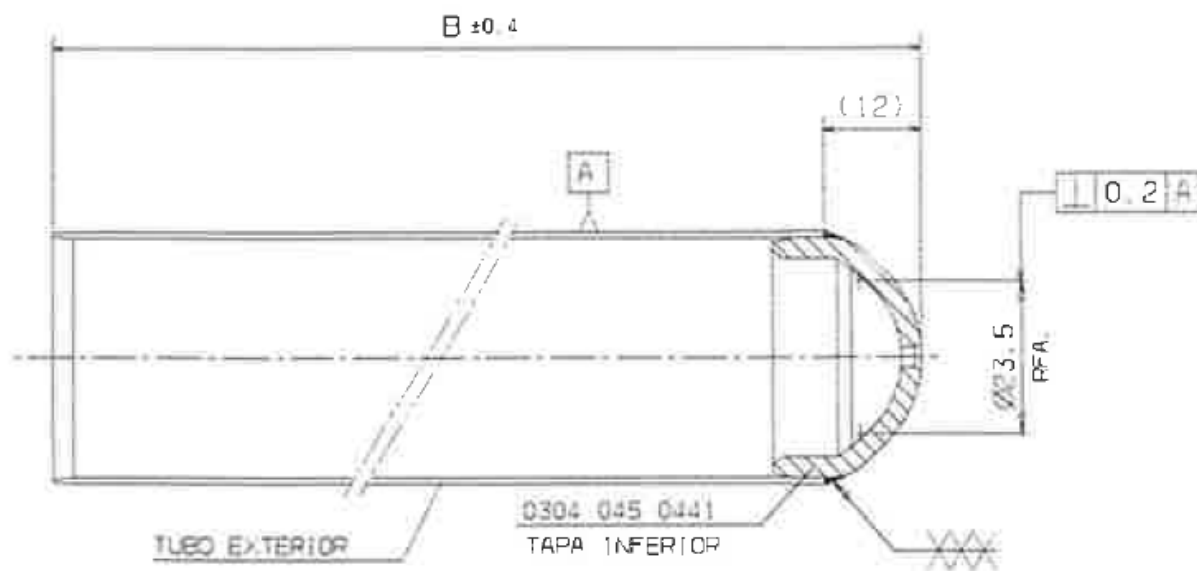
Pracovní plocha měděných kladek může být plochá, nebo zaoblená. Ploché kladky se využívají pro svařování ocelových plechů a zaoblené pro svařování neželezných kovů. Šířka pracovní plochy závisí na tloušťce svařovaného materiálu (bývá v rozsahu 0,5 až 3,5 mm) a na druhu spoje. Pro vytvoření přeplátovaného spoje se uvádí překrytí základního materiálu minimálně šestinásobkem tloušťky svařovaného materiálu. Tupé spoje, které vznikají rozválčováním úzkého přeplátování, se musí vytvářet za vyšších tlaků a přeplátování musí být minimálně 1,5násobek tloušťky svařovaného materiálu [24].



Obrázek 23 - Princip odporového švového svařování [24]

11.2 Požadavky zákazníka

Na stroji Seam Welding Machine CZ1011 je dle požadavků svařováno víčko k vnějšímu plášti zadního tlumiče. Z výkresu (Obrázek 24) lze vyčíst některé požadavky zákazníka.

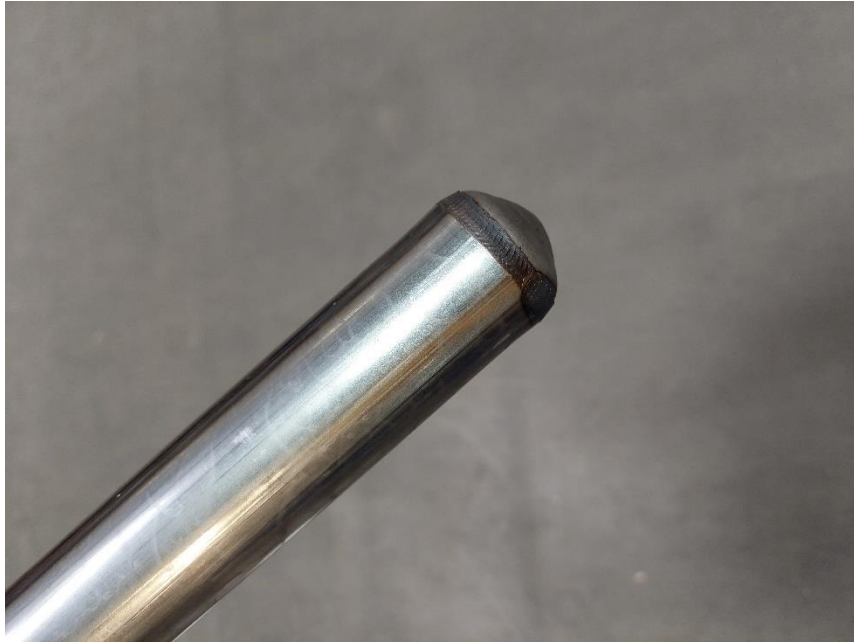


EL CONJUNTO TUBO TAPA DEBE AGUANTAR UNA CARGA ESTÁTICA A TRACCIÓN DE 2500 Kpa MÍN. Y DEBERA SOPORTAR UNA PRESIÓN DE 500 Kpa SIN PRESENTAR NINGUN TIPO DE FUGAS

Obrázek 24 - Výkres spojení víka s vnějším pláštěm [22]

Na výkresu jsou popsány obě části – vnější plášť (TUBO EXTERIOR) a víčko (TAPA INTERIOR). Je požadována tolerance na celkovou délku sestavy $B \pm 0,4$ mm. Písmeno B zastupuje rozměr délky, která je pro více variant zaznamenána v tabulce na výkresu. Délka sestavy se pohybuje v rozmezí od 212,5 do 450 mm. Dalším požadavkem je geometrická tolerance kolmosti osy víčka s hodnotou 0,2 mm. Šipka se třemi křížky ukazuje na místo svaru.

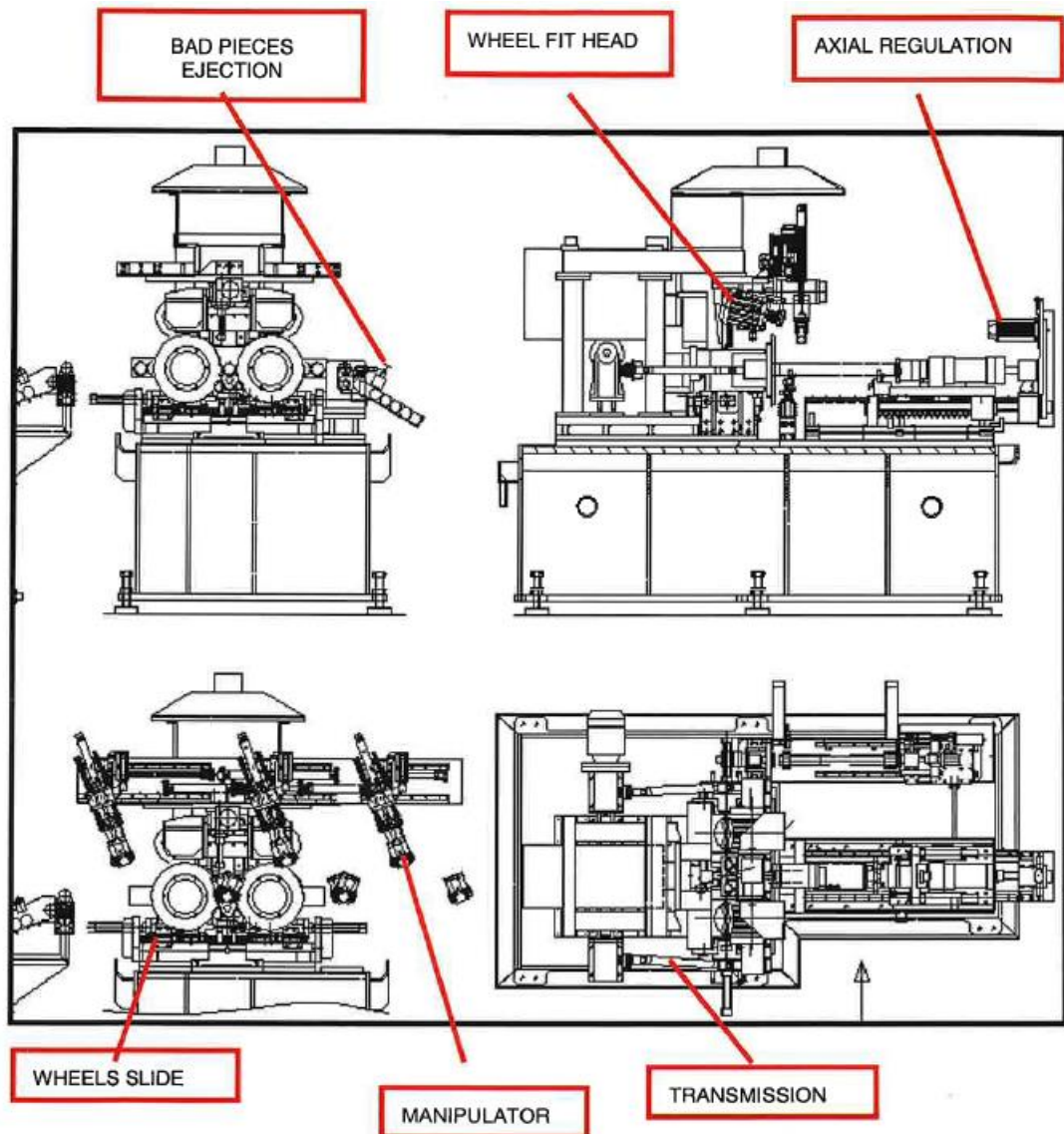
V poznámce pod výkresem jsou zmíněny požadavky, aby sestava vydržela minimální statické tahové zatížení 2500 kPa a aby odolala tlaku 500 kPa, aniž by vykazovala jakoukoliv známku netěsnosti. Výsledek práce stroje lze vidět na další straně (Obrázek 25).



Obrázek 25 – Víko svařené s vnějším pláštěm [22]

12 Seam Welding Machine CZ1011

Jedná se o jednoúčelový svářecí stroj vyrobený dle požadavků KMCZ na odporové švové svařování. Svařuje již zmíněný vnější plášť zadního tlumiče s víčkem. Sestava těchto dvou součástí přichází do stroje ve stavu, kdy je víčko vlisované do pláště.



Obrázek 26 - Seam Welding Machine CZ1011 [22]

Lineární pohyb kladek od a k trubce vnějšího pláště se provádí posuvným systémem (WHEELS SLIDE), který je složen ze dvou vozíků. Vozíky jsou namontovány na lineárních vedeních a pohybují se vpřed, či vzad pomocí dvou hydraulických válců. Posuv vozíku zachycuje snímač.

Manipulace s trubicí pláště je ve stroji zajištěna třemi manipulátory s pneumatickými svorkami (Obrázek 27). Manipulátory se pohybují horizontálně, vertikálně a mají rotační systém. Špatné kusy jsou vyhazovány na speciální odkládiště pneumatickým rotačním systémem (Obrázek 26).



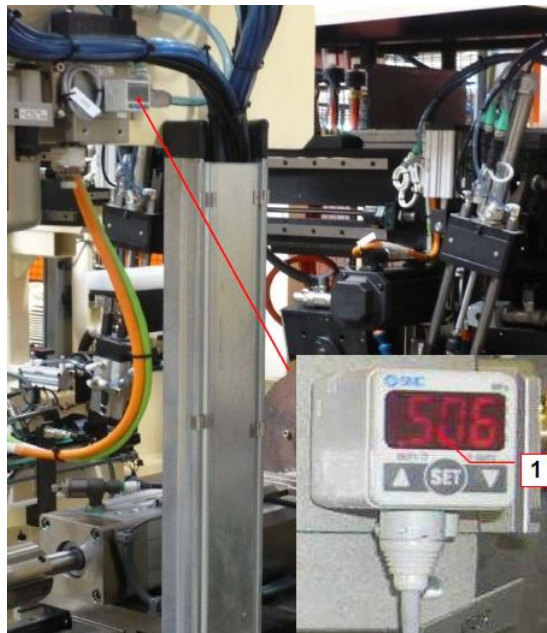
Obrázek 27 – Manipulátory [22]

Základní parametry stroje:

- minimální průměr trubky: 30 mm;
- maximální průměr trubky: 50 mm;
- minimální délka trubky: 200 mm;
- maximální délka trubky: 500 mm;
- požadované napětí: 3 fáze, 380 V AC;
- spotřeba energie: 15 kW;
- PLC vstupní napětí: 24 V;
- PLC výstupní napětí: 24 V [22].

13 Údržba Seam Welding Machine CZ1011

Pro uvedení stroje do chodu musí být splněny procesní podmínky. Některé ověřuje operátor stroje a některé jsou kontrolovány automaticem. Na začátku každé směny operátor zkontroluje nastavení chladících trysek. Jednou za směnu ověří hodnoty třech tlakoměrů. První tlakoměr měří tlak vzduchu na hlavním přívodu (Obrázek 28), druhý měří hydraulický tlak svařování (Obrázek 29) a třetí měří podélný pneumatický tlak (Obrázek 30).



Obrázek 28 - Tlakoměr hlavního přívodu vzduchu [22]



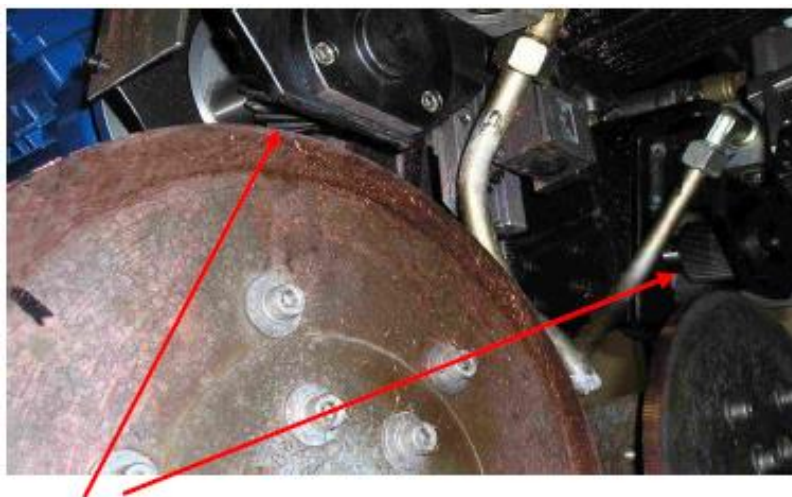
Obrázek 29 - Tlakoměr hydraulického tlaku svařování [22]



Obrázek 30 - Tlakoměr podélného pneumatického tlaku [22]

Dále je automaticky sledována hladina tuku v mazacím systému, zároveň se do systému zapisuje druh používaného oleje.

Po nějaké době se povrch měděných kladek stroje opotřebuje. Opotřebovaný povrch se orovnává přímo ve stroji, nebo se po dosažení limitního opotřebení vyměňují samotné kladky. Rovněž se hlídá i míra otupení orovnávacích nástrojů.



Frézovací nástroj

Obrázek 31 - Orovnávací nástroje elektrod [22]

Frekvence ostření elektrod je sledována automatem podle panelu obsluhy každých 720 vyrobených kusů. V případě prvního ostření nově vyměněných kladek musí operátor ověřit úhel elektrody pomocí úhlové měrky.

Po orovnávání elektrod je zapotřebí udržovat čistotu stroje. Při orovnávání odlétají měděné třísky, které se hromadí na ložích stroje (Obrázek 32). Pokud by se třísky

neuklízely, hrozilo by jejich nahromaděním vytvoření vodivého spojení mezi skříní pohonů vodivých kotoučů s podstavcem stroje, čímž by došlo ke zkratu svařovací řídicí jednotky.



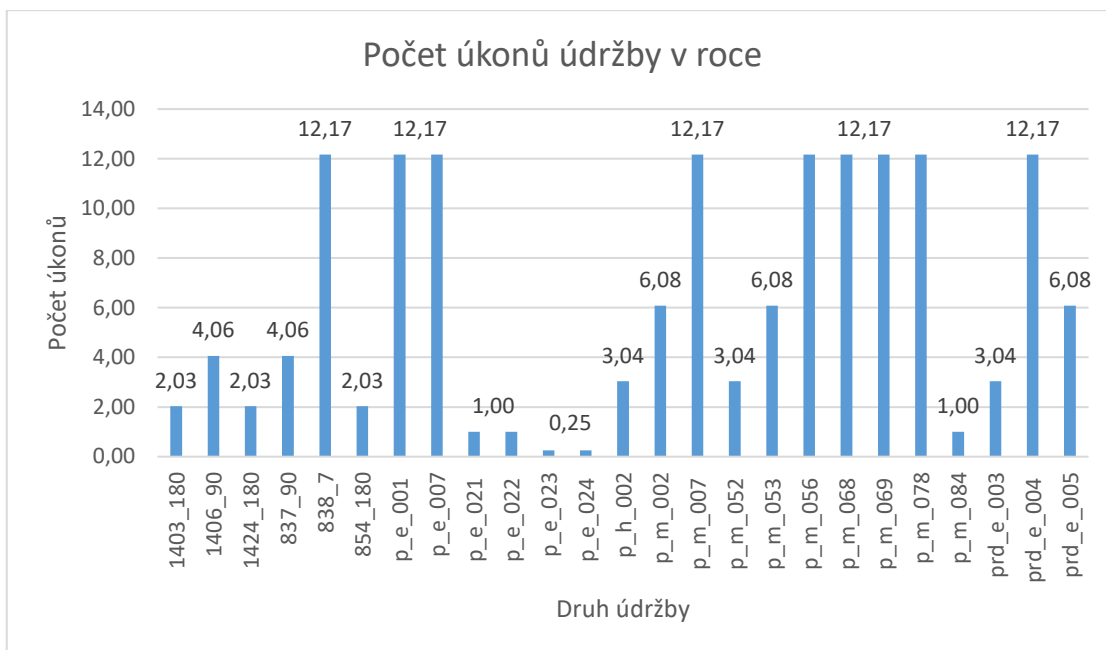
Obrázek 32 - Měděné třísky na ložích stroje

V případě vzniku abnormalit se měří svařovací proud pro průměry trubek 45 a 38,6 mm. Proud se ověřuje pomocí programu BOS 6000 V.

V programu Profylax na kartě stroje je udáno 25 druhů úkonů preventivní údržby prováděné na stroji s různými časovými intervaly (Tabulka 1), které se pohybují od třiceti dnů do čtyř let. Mezi údržbu spadá výměna, mazání, čištění a kontrola.

Tabulka 1 - Druhy údržby stroje a jejich intervaly [22]

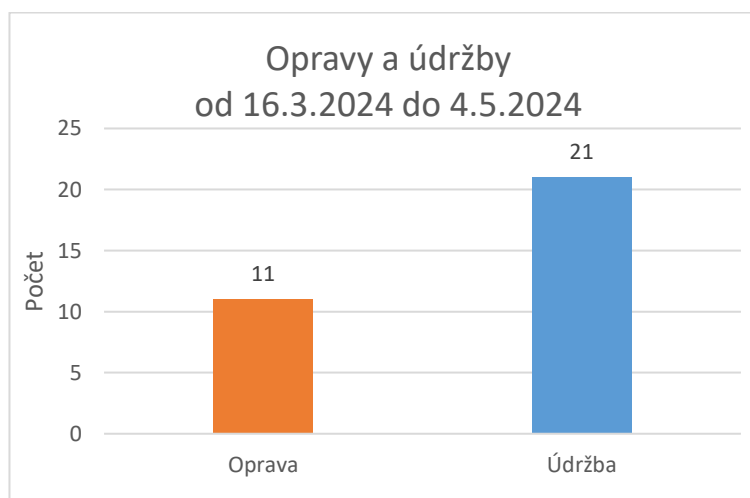
Druh údržby	Popis	Interval [den]
1403_180	Kontrola, případně výměna ložisek vyhazovače	180
1406_90	Kontrola nepoškození ložisek na převodu	90
1424_180	Kontrola souososti zakládání	180
837_90	Mazání vedení manipulátoru	90
838_7	Kontrola stavu tlumičů rázu manipulátoru	30
854_180	Čištění filtrů chladicího okruhu	180
p_e_001	Změřit pomocí Megmetu hodnotu izolačního	30
p_e_007	Kontrola nepoškození kabeláže na stroji	30
p_e_021	Provést zálohování PLC Omron	365
p_e_022	Zálohování dotykového panelu Omron	365
p_e_023	Výměna záložní baterie dotykový panel	1460
p_e_024	Výměna záložní baterie PLC	1460
p_h_002	Čištění obvodu KLEENTEK-filtr HLP46	120
p_m_002	Dotážení středového čepu otáčení ramen	60
p_m_007	Promazání všech lin. vozíků, vizuální kontrola	30
p_m_052	Preventivní výměna součástí soukolí pro	120
p_m_053	Promazání hřídele na uložení soukolí pohonu	60
p_m_056	Kontrola ložisek na středové opěře tlumiče	30
p_m_068	Kontrola a oprava úniků stlačeného vzduchu	30
p_m_069	Kontrola vůle na výkyvu manipulátorů kus	30
p_m_078	Kontrola a případné doplnění hladiny cen	30
p_m_084	Výměna ložisek podpěry trubky mezi sváře	365
prd_e_003	Kontrola proudu zatížení elektromotoru	120
prd_e_004	Kontrola rozvaděče stroje termokamerou	30
prd_e_005	Kontrola teploty ložisek elektromotoru	60



Obrázek 33 – Počet úkonů údržby v roce

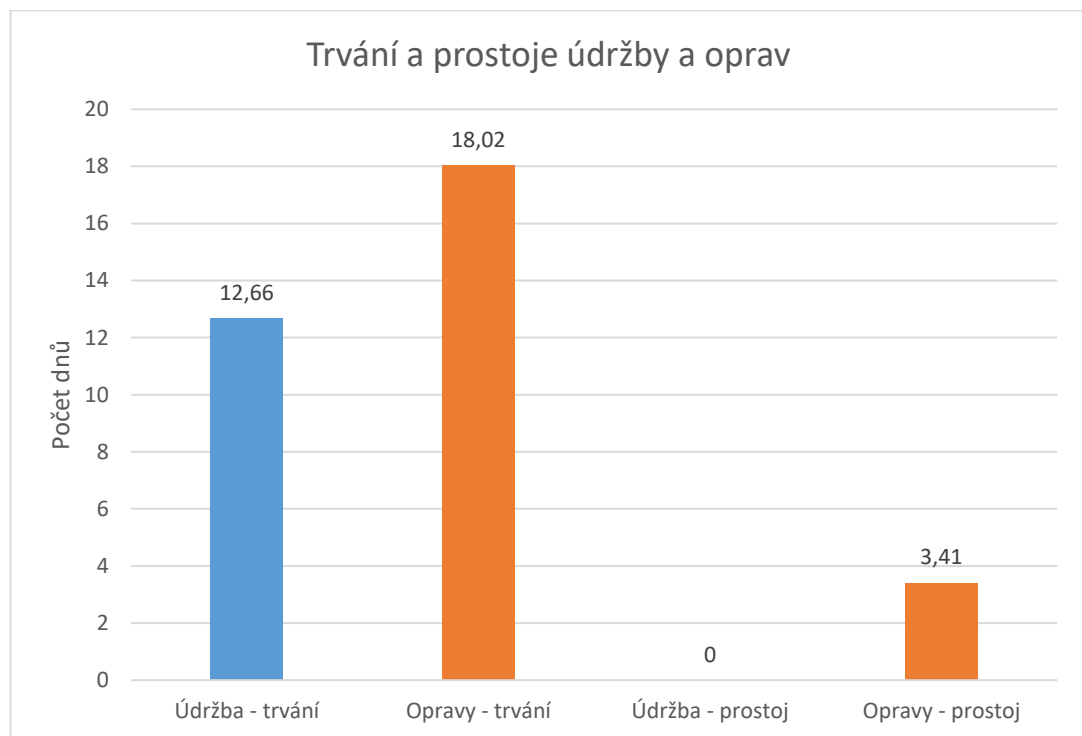
Z grafu (Obrázek 33) můžeme vyčístit převahu prováděných úkonů údržby. Většinou se jedná jen o kontroly, mezi které patří například kontrola tlumičů rázů manipulátorů, kontrola nepoškození kabeláže, kontrola ložisek na středové opěře tlumiče, kontrola úniků stlačeného vzduchu, kontrola vůle výkyvu manipulátorů, kontrola rozvaděče stroje termokamerou a mazání lineárních vozíků. Suverénně nejméně prováděnými úkony údržby jsou výměna záložní baterie dotykového panelu a výměna baterie PLC.

Na kartě stroje je zaznamenána i historie údržby od 16.3.2024 do 4.5.2024. Lze pozorovat, že úkony prováděné na stroji nepodléhají pouze údržbě, ale část náleží opravám. Na grafu níže (Obrázek 34) lze vidět poměr počtu oprav a úkonů údržby.



Obrázek 34 - Opravy a údržby od 16.3.2024 do 4.5.2024

I přesto, že oprav je téměř o polovinu méně než plánovaných údržeb, spotřebovaný čas je skoro o třetinu větší. To platí však jen o době trvání. Na kartě stroje lze vidět i čas prostoje stroje, který je v případě údržby nulový (Obrázek 35). Nelze obecně tvrdit, že co oprava, to prostoj. Avšak prostoje se objevují u více jak poloviny oprav. Z toho je jasně vidět, jak důležitou roli údržba, díky které se podniky snaží prostojům z náhlých poruch a jejich oprav zamezit, má. Bohužel i přesto, že má podnik KMCZ dobře zvládnuté řízení údržby, občas se prostoje přeci jen vyskytnou. Nelze vynulovat čas prostojů, protože opravy jsou nevyhnutelné, ale lze je minimalizovat jako v případě KMCZ, kdy za rok a dva měsíce byly zaznamenány jen necelé čtyři dny prostojů. [22]



Obrázek 35 - Trvání a prostoje údržby a oprav

14 Moderní praktiky údržby

V podnicích snažících se disponovat moderní výrobou a jejím zajištěním se již delší dobu přestává řešit preventivní údržba, ale rozvíjí se směr údržby prediktivní. Díky pokroku v údržbě mohou tratit dodavatelé technologií, a proto vzniká nový koncept MaaS (Machine as a Service – stroj jako služba). Tento koncept lze popsat příkladem společnosti Pearson Packaging, která má v nabídce různé typy balících strojů. Společnost si ponechává vlastnictví strojů a zákazníkovi účtuje počet vykonaných paletizací a zabalení místo prodeje stroje za pevnou cenu. Dodavatel zajišťuje i údržbu stroje, avšak největším problémem je sdílení interních dat firmou. V rámci prediktivní údržby podniky využívají chytré senzory (např. snímání teploty a vibrací), z jejichž dat použitím softwaru vytvářejí analýzu pro vyhodnocování stavu stroje, či součástí [25]. Například ve společnosti Vitesco Technologies, která se zabývá výrobou elektronických a mechanických komponent pro automobily, po uplynutí záruční lhůty zavedli pro zdokonalení údržby vibrodiagnostiku. Prostřednictvím naměřených vibrací mohou dohlížet na aktuální technický stav stroje, a to v provozních podmínkách. Velkou výhodou je přiřazení vibrací k částem stroje (ozubená kola, hřídele, ložiska) nebo provozním stavům (nevyváženost rotačních součástí, neustavení hřídele) za využití frekvenční analýzy signálu. Což je skvělá pomůcka pro šetření času demontáže stroje a identifikace opotřebené součásti [26]. Mezi výhody akustické a vibrační analýzy patří diagnostika a včasná detekce závad, bezpečnost a spolehlivost, menší prostroje systému a celkového provozu, úspora nákladů, efektivita nákladů a zvýšená kvalita produktu [27].

Mimo teploty a vibrací je možné dále snímat:

- Informace o profilu pohybu:

Využívá se například pro kontrolu servoos. Při uvádění stroje do provozu se zaznamenává profil pohybu osy, který je dále při provozu sledován. Při vychýlení pohybu řídicí jednotka zaznamená rozdíl.

- Monitorování životnosti:

Slouží k předvídání poruch. Prvky monitorování životnosti lze dodávat jako součást komponent.

- Spotřeba energie:

Předmětem sledování spotřeby elektrické energie jsou jak samotné stroje, tak i celé výrobní linky. Informace jsou využívány ke snížení spotřeby energie během výrobních cyklů.

Dále lze provádět ultrazvukovou analýzu, infračervenou analýzu a analýzu tekutin. Vyhodnocování a analýza snímaných prvků může být podpořena umělou inteligencí (AI), která začíná být v současnosti čím dál více využívána. AI může v pokročilém stádiu nejen poskytovat vyhodnocená data, ale i navrhnout potřebná opatření. Toho mohou využít podniky snažící se o zvýšení celkové účinnosti zařízení (OEE) [28].

AI sice má potenciál přetvořit praktiky prediktivní údržby, ale je třeba tomu věnovat mnoho času. Nejdříve musí AI vytvořit algoritmus pro správné rozhodování. To lze provést sběrem současných dat a porovnáváním dat z historie. Tím se zvládne naučit správným reakcím. Výhodu poskytne hlavně podnikům, které potřebují sbírat a vyhodnocovat velký objem dat [29]. Studie zaměřující se na využití AI v prediktivní údržbě lze rozdělit na predikce selhání a předpovědi zbývající životnosti (RUL). Pro vzdělávání AI, aby bylo schopné rozhodovat bez lidského zásahu, se vystavuje metodám strojového učení. Modely hlubokého učení využívají neuronové sítě, které jsou velmi efektivní pro zpracování velkého množství strukturovaných i nestrukturovaných dat. Přístup k prediktivní údržbě, který je založený na AI, může být poměrně účinný, ale stále se objevují nedostatky, jako jsou nerovnováha dat, detekce v reálném čase namísto predikce a zvažování jediného kritéria kvality [30].

Do odvětví údržby dále proniká využití virtuální reality (VR). Ta je skvělou pomůckou pro zaučování nových techniků v pracovních postupech, aniž by bylo třeba vyčkat na poškození stroje, či riskovat funkci stroje při špatném provedení práce. Dále se na VR mohou procvičovat stávající zaměstnanci, aby nevyšli ze cviku. Nevýhodou je vysoká náročnost využití VR. Pro trénink opravy strojů je třeba mít digitální dvojče.

Pro omezení času, kdy je stroj vyřazen z provozu kvůli čekání na náhradní díly, je zde možnost proniknutí aditivních technologií i na úroveň údržby. Jsou to nové technologie, ale postupem času je možnost využít například 3D tisk pro výrobu náhradních dílů [31].

Zvyšující se mírou digitalizace a rostoucím počtem navzájem propojených strojů a průmyslových systémů nelze vynechat i kybernetickou bezpečnost. Vnitřní i vnější kybernetické útoky mohou výrobu ochromit déle než závady na stroji. Je nezbytné zavést opatření hlavně u kritické infrastruktury. Do kybernetické bezpečnosti patří i fyzická bezpečnost, kterou má být chráněn vstup k citlivým komponentům a prostor podniku neoprávněným osobám. Bezpečnost průmyslových sítí ovlivňuje i rostoucí podíl práce z domova a vzdáleného přístupu ke strojům [32].

15 Závěr

Podnik KMCZ zaujímá na automobilovém trhu významné místo, což se projevuje širokým portfoliem vyráběných produktů pro zákazníky z celého světa.

Z výkresové dokumentace sestavy dílů vnějšího pláště a víka lze vyčíst požadované symetrické a geometrické tolerance. Tabulka obsažená ve výkresu ukazuje velké množství využití součásti a jejich variant délky. Zákazník klade požadavky nejen na rozměry, ale i na minimální hodnoty namáhání v tahu a tlaku. Z příručky dodané se strojem Seam Welding Machine CZ1011 do podniku KMCZ vyplývají základní vlastnosti jak stroje, tak i maximální a minimální rozměry trubek, které mohou být na stroji zpracovávány. Podnik se může pohybovat v rozmezí 20 mm v průměru trubky a 300 mm u délky trubky.

Rozborem preventivní údržby stroje je dokázán fungující systém údržby, díky kterému má stroj minimální prostoje. Rozbor byl uskutečněn ze zápisů v kartě stroje, kde jsou zaznamenány všechny úkony prováděné na stroji v rámci preventivní údržby, plány preventivní údržby do 9.12.2024 a historie údržby i s popisem provedených oprav od 16.3.2024. Zpracováním dat v tabulkovém softwaru MS Excel potvrdilo, že největší prostoje způsobují opravy, a ne úkony údržby. V práci jsou zpracovány grafy pro vizuální porovnání počtu úkonů údržby v jednom roce, doby trvání úkonů údržby a oprav včetně znázornění doby prostojů v době od 16.3.2024 do 4.5.2024. Na kartě stroje najdeme i možnost zobrazení použitých náhradních dílů se zanesením jejich cen do tabulky.

Dalším krokem ke zlepšení údržby stroje Seam Welding Machine CZ1011 by byl přechod z preventivní na prediktivní údržbu. V moderních praktikách údržby lze vyčíst, že prediktivní údržba se zabývá hlavně sběrem dat senzory a jejich vyhodnocováním. U sensoriky je velkou výhodou měření vibrací, kdy lze z dat identifikovat problémový díl, či problémový stav stroje. K ulehčení zpracování velkých objemů dat a jejich vyhodnocení s určením nápravného postupu bez zásahu člověka se vyvíjí implementace AI v prediktivní údržbě, která však má před sebou dlouhou cestu. Trend vývoje prediktivní údržby není v současnosti tolik o vymýšlení nových metod, ale o zdokonalování softwaru.

16 Seznam použitých zdrojů

- [1] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník ČSN EN ISO 9000:2015* [online]. [cit. 2024-01-18].
- [2] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Systémy managementu kvality - Požadavky ČSN EN ISO 9001:2015*.
- [3] CHEN, Yan a Haoqi LI. Research on Engineering Quality Management Based on PDCA Cycle. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering* [online]. Bristol, 2019 [cit. 2024-01-21]. ISSN 17578981. Dostupné z: <http://ezproxy.techlib.cz/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/research-on-engineering-quality-management-based/docview/2560898881/se-2?accountid=119841>
- [4] PODANÝ, Jan. 3. přednáška: Statisticko-matematické metody v řízení kvality. In: *B222-2342005 - Řízení jakosti* [online]. 2020, 30.3.2020 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://moodle-vyuka.cvut.cz/course/view.php?id=9136>
- [5] PODANÝ, Jan. 4. přednáška: Nástroje managementu kvality. In: *B222-2342005 - Řízení jakosti* [online]. 2020, 30.3.2020 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://moodle-vyuka.cvut.cz/course/view.php?id=9136>
- [6] UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. *TQM Tools* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/tqm-tools/>
- [7] KOTEN, Petr. Kvalita v automobilovém průmyslu. *Www.mmspektrum.com* [online]. [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/kvalita-v-automobilovem-prumyslu>
- [8] Management kvality v automobilovém průmyslu IATF 16949. *BSI Česká Republika* [online]. [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.bsigroup.com/cs-CZ/IATF-16949-Management-kvality-v-automobilovem-prumyslu/>

- [9] MEZINÁRODNÍ PRACOVNÍ SKUPINA PRO AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL. *Norma pro systém managementu kvality v automobilovém průmyslu IATF 16949:2016* [online]. [cit. 2024-03-12].
- [10] RELIABLEPLANT. *Total Productive Maintenance: An Overview* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.reliableplant.com/Read/26210/tpm-lean-implement>
- [11] LEANPRODUCTION. *TPM (Total Productive Maintenance)* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/tpm/>
- [12] MTBF, MTTR, MTTA, and MTTF. *Atlassian* [online]. [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://www.atlassian.com/incident-management/kpis/common-metrics>
- [13] CASSANO, Billy. MTBF and MTTR: Reduce Failures with Maintenance KPIs: Reduce Failures with Maintenance KPIs. *TRACTIAN* [online]. [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://traction.com/en/blog/mttr-and-mttr-maintenance-kpis>
- [14] KANTI AGUSTIADY, Tina a Elizabeth A. CUDNEY. In: *Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide* [online]. Taylor & Francis Group, 2015 [cit. 2024-03-12]. ISBN 9781482255409. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/reader.action?docID=3563645>
- [15] CEMS-CO S.R.O. *Total Productive Maintenance: cesta k téměř bezporuchové výrobě - První část* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.cems-cz.com/blog/320-total-productive-maintenance-cesta-k-temer-bezporuchove-vyrobe-prvni-cast>
- [16] ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST. *Zajištěnost údržby v koncepci Průmysl 4.0.* 2018. ISBN 978-80-02-02819-2. Dostupné také z: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Clenstvi/Centra/Sborniky_spolehlivost/192_72sbornik72.pdf

- [17] ZDENĚK, Šenovský. Podklady k sestavení návodu k používání strojního zařízení. QMprofi [online]. 2018 [cit. 2024-07-04]. Dostupné z: <https://www.qmprofi.cz/33/podklady-k-sestaveni-navodu-k-pouzivani-strojního-zarizeni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ev7qbte2NGBJGtAs4UC1fR4/>
- [18] EVROPSKÁ KOMISE PODNIKÁNÍ A PRŮMYSL. Příručka pro uplatňování směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES. 2. Brusel, 2010.
- [19] Preventive vs. Predictive Maintenance: What's the difference? Upkeep [online]. [cit. 2024-04-13]. Dostupné z: <https://upkeep.com/learning/preventive-predictive/>
- [20] CEMS-CO S.R.O. *Total Productive Maintenance: cesta k téměř bezporuchové výrobě - Druhá část* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.cems-cz.com/blog/324-total-productive-maintenance-cesta-k-temer-bezporuchove-vyrobe-druha-cast>
- [21] KYB MANUFACTURING CZECH S.R.O. O nás. *KMCZ* [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://www.kmcz.cz/o-nas.html>
- [22] *Interní materiál podniku KYB*. 2024.
- [23] ČECH, Jan. Princip fungování tlumičů v autě. *Portál řidiče* [online]. 2021 [cit. 2024-06-26]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/princip-fungovani-tlumicu-v-aute>
- [24] NOVOTNÝ, Jiljí. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. STROJNÍ FAKULTA. *Technologie 1: slévání, tváření, svařování a povrchové úpravy*. Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 9788001014202.
- [25] ŘÍZENÍ A ÚDRŽBA PRŮMYSLOVÉHO PODNIKU. Prediktivní údržba: Chytré senzory, strojové učení a modely. *Vše o průmyslu* [online]. 2020 [cit. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/udrzba-a-diaagnostika/asset-management/prediktivni-udrzba-chytre-senzory-strojove-uceni-a-modely.html>

- [26] SIEMENS. Diagnostické metody údržby Siemens odvádějí ve Vitesco Technologies detektivní práci. *Tiskové centrum SIEMENS* [online]. 2023 [cit. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://www.siemenspress.cz/diagnosticke-metody-udrzby-siemens-odvadeji-ve-vitesco-technologies-detektivni-praci/>
- [27] ANG, Bernard. Beyond Noise: The 5 Benefits of Acoustic and Vibration Analysis. *ManufacturingTomorrow* [online]. 2024 [cit. 2024-06-29]. Dostupné z: <https://www.manufacturingtomorrow.com/story/2024/06/beyond-noise-the-5-benefits-of-acoustic-and-vibration-analysis-/22886/>
- [28] CONTROL ENGINEERING ČESKO. Šest aplikací polohování s AI pro zlepšení OEE. *Vše o průmyslu* [online]. 2024 [cit. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/digitalizace/umela-inteligence/sest-aplikaci-polohovani-s-ai-pro-zlepseni-oe.html>
- [29] BIDOLLAHKHANI, Michael a Julian M. KUNKEL. INSTITUTE FOR COMPUTER SCIENCE, UNIVERSITÄT GÖTTINGEN. *Revolutionizing System Reliability: The Role of AI in Predictive Maintenance Strategies* [online]. [cit. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2404.13454>
- [30] JOHANESA, Tojo, Lucas EQUETER a Sidi MAHMOUDI. Survey on AI Applications for Product Quality Control and Predictive Maintenance in Industry 4.0. *ProQuest* [online]. 2024 [cit. 2024-06-30]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2955514100?accountid=119841&parentSessionId=zV7zDiMbqrUgB9zzWZXEWFE3%2FrSSStabiQIL0%2FrVoCw%3D&pq-origsite=summon&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- [31] 2023 Trends in Industrial Maintenance. *Advanced Technology Services* [online]. [cit. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://www.advancedtech.com/blog/industrial-maintenance-trends/>
- [32] Kybernetická bezpečnost v průmyslu. *Siemens Česká republika* [online]. [cit. 2024-06-17]. Dostupné z: <https://www.siemens.com/cz/cs/reseni/cybersecurity/industrial-security.html>
- [33] PRODUCTPLAN. *PDCA Cycle* [online]. [cit. 2024-01-21]. Dostupné z: <https://www.productplan.com/glossary/pdca-cycle/>

17 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 – PDCA cyklus [33]</i>	13
<i>Obrázek 2 - Faktory ovlivňující konstrukční kvalitu [3]</i>	15
<i>Obrázek 3 – Histogram [4]</i>	17
<i>Obrázek 4 - Paretův diagram [6]</i>	17
<i>Obrázek 5 - Ishikawův diagram [6]</i>	18
<i>Obrázek 6 - Regulační diagram [6]</i>	19
<i>Obrázek 7 – Schéma MTBF + výpočet [13]</i>	25
<i>Obrázek 8 – MTTR (Mean time to repair) + výpočet [13]</i>	26
<i>Obrázek 9 – MTBF, MTTR (repair, recovery, resolve, respond) [13]</i>	28
<i>Obrázek 10 - Systém 5S [14]</i>	29
<i>Obrázek 11 - Pilíře systému celkové údržby [11]</i>	30
<i>Obrázek 12 – Monitorování [16]</i>	35
<i>Obrázek 13 - Schéma chodu preventivní údržby [19]</i>	37
<i>Obrázek 14 – Schéma chodu prediktivní údržby [19]</i>	38
<i>Obrázek 15 – Princip předpovídání doby do obnovy [16]</i>	39
<i>Obrázek 16 - KYB logo [21]</i>	45
<i>Obrázek 17 - Letecký snímek podniku KMCZ [21]</i>	45
<i>Obrázek 18 - Vibrace s tlumičem a bez tlumiče [22]</i>	46
<i>Obrázek 19 - Základní princip pérování [22]</i>	46
<i>Obrázek 20 - Pracovní princip tlumiče [22]</i>	47
<i>Obrázek 21 - Struktura předního tlumiče [22]</i>	48
<i>Obrázek 22 - Struktura zadního tlumiče [22]</i>	48
<i>Obrázek 23 - Princip odporového švového svařování [24]</i>	50
<i>Obrázek 24 - Výkres spojení víka s vnějším pláštěm [22]</i>	51
<i>Obrázek 25 – Víko svařené s vnějším pláštěm [22]</i>	52
<i>Obrázek 26 - Seam Welding Machine CZ1011 [22]</i>	53
<i>Obrázek 27 – Manipulátory [22]</i>	54
<i>Obrázek 28 - Tlakoměr hlavního přívodu vzduchu [22]</i>	55
<i>Obrázek 29 - Tlakoměr hydraulického tlaku svařování [22]</i>	55
<i>Obrázek 30 - Tlakoměr podélného pneumatického tlaku [22]</i>	56

<i>Obrázek 31 - Orovnávací nástroje elektrod [22]</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 32 - Měděné třísky na ložích stroje</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 33 – Počet úkonů údržby v roce</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 34 - Opravy a údržby od 16.3.2024 do 4.5.2024</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 35 - Trvání a prostoje údržby a oprav</i>	<i>60</i>

18 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - Druhy údržby stroje a jejich intervaly [22]</i>	<i>58</i>
--	-----------