

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Řízení údržby ve strojírenských podnicích

Autor: **Michal ZOUBEK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana KLEINOVÁ, CSc.**

Akademický rok 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Michal ZOUBEK
Osobní číslo: S12B0082P
Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Průmyslové inženýrství a management
Název tématu: Řízení údržby ve strojírenských podnicích
Zadávací katedra: Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Životní cyklus produktu-povýrobní fáze
2. Charakteristika údržby
3. Metoda TPM
4. Aplikace metody TPM

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


1. RAKYTA, M. *Údržba ako zdroj produktivity*. Žilina: Slovenské centrum produktivity, 2002. ISBN 80-968324-3-3.
2. KURKIN, O., EDL, M. *Řízení životního cyklu produktu v prostředí digitálního podniku*. Zlín: 2011. ISBN 978-80-260-0023-5.
3. LEGÁT, V. *Management a inženýrství údržby*. 1. vydání. Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
4. EDL, M. *VYZTYMDP: Řízení životního cyklu produktu (PLM)*, e-book. Plzeň: ZČU-KPV, 2012. ISBN 978-80-87539-04-0.
5. EDL, M., KUDRNA, J. *ŽIVDIG: Metody průmyslového inženýrství*, e-book. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-40-8.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Tomáš Kamaryt**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2013

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Janě Kleinové, CSc. a svému konzultantovi Ing. Tomáši Kamarytovi, za odborné vedení, ochotu a cenné rady a připomínky, které mi poskytli během psaní této práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Zoubek	Jméno Michal		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Průmyslové inženýrství a management“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Řízení údržby ve strojírenských podnicích			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	80	TEXTOVÁ ČÁST	70	GRAFICKÁ ČÁST	10
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce se zabývá údržbou ve strojírenských podnicích. Údržba patří do definovaných povýrobních fází životního cyklu produktu. Z procesu údržby byla dále vybrána metoda totálně produktivní údržba. Praktická část se zaměřuje na případovou studii konkrétního zařízení, a tím je stomatologická souprava Diplomat DC350. U stomatologické soupravy je popsán současný stav údržby, který je v další kapitole zhodnocen, a jsou identifikována problémová místa. Výsledkem práce je návrh údržby stomatologické soupravy v podobě aplikace principů TPM na zařízení.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Životní cyklus produktu, povýrobní fáze, údržba, totálně produktivní údržba, stomatologická souprava, zhodnocení, návrh.

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Zoubek	Name Michal	
FIELD OF STUDY	2301R016 „Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová,CSc.	Name Jana	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Maintenance management in engineering enterprises		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	80	TEXT PART	70	GRAPHICAL PART	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>The bachelor thesis deals with maintenance in engineering enterprises. Maintenance belongs to the defined post production phases of the product lifecycle. Then from the maintenance process was chosen the method total productive maintenance. The practical part focuses on a case study of particular device, and that is the dental unit Diplomat DC350. For dental unit is described the current state of maintenance, which is evaluated in the next chapter and problem parts are identified. Result of work is proposal maintenance of dental unit in the form of application principles method TPM on device.</p>
KEY WORDS	<p>Product life cycle, PLM, post production phases, maintenance, total productive maintenance, dental unit, evaluation, proposal.</p>

OBSAH

Přehled použitých zkratk	10
Úvod	11
1. Životní cyklus produktu	12
1.1 Produkt a jeho klasifikace	12
1.2 Životní cyklus produktu	13
1.2.1 Popis fází dle Product Reliability: Specification and Performance	13
1.2.2 Popis fází dle Phases of product lifecycle and corresponding technologies	15
1.2.3 Životní cyklus výrobku z pohledu životnosti jednotlivého výrobku	15
1.3 PLM – Product Lifecycle Management	16
1.3.1 PLM systémy	17
2. Povýrobní fáze životního cyklu produktu	19
2.1 Základy údržby	19
2.2 Recyklace	20
2.3 Likvidace	21
2.3.1 Odpadová logistika podniku	21
3. Údržba	22
3.1 Postavení údržby v podniku	22
3.2 Základní pojmy, definice	22
3.3 Vývojové etapy údržby	24
3.4 Systémy údržby	26
3.4.1 Druhy systémů údržby	27
3.5 Organizace a řízení údržby	30
3.5.1 Centralizovaná údržba	31
3.5.2 Decentralizovaná údržba	31
3.5.3 Kombinovaná údržba	32
3.5.4 Externí údržba	32
3.5.5 Faktory ovlivňující organizační strukturu údržby	32
3.5.6 Náklady na údržbu	33
4. TPM – Total Productive Maintenance	34
4.1 Úvod do TPM	34
4.2 Historie a definice TPM	35
4.2.1 Cílové aktivity TPM v podniku	35
4.3 Základní pilíře TPM	36
4.3.1 Hodnocení celkové efektivnosti zařízení	36
4.3.2 Autonomní údržba	38
4.3.3 Plánovaná údržba	40

4.3.4	Trénink pro zlepšení zručnosti pracovníků.....	40
4.3.5	Systém pro návrh preventivní údržby a managementu.....	40
4.3.6	Dva hlavní cíle TPM v oblasti člověk – stroj – pracovní prostředí	41
4.4	Implementace TPM	41
4.4.1	Přínosy metody TPM	43
5	Případová studie – údržba stomatologické soupravy	45
5.1	Informace o společnosti Diplomat Dental	45
5.2	Stomatologické souprava Diplomat Consul DC350.....	46
5.2.1	Popis a technické údaje stomat. soupravy Diplomat Consul DC350.....	48
5.2.2	Rozměry, rozložení stomatologické soupravy Diplomat DC 350 - nesená	49
5.3	Koncepce doporučené údržby stomatologické soupravy	50
5.4	Popis a doporučená údržba jednotlivých částí stomatologické soupravy.....	50
5.4.1	Dentální kompresor.....	50
5.4.2	Odsávací zařízení	52
5.4.3	Odlučovač – Metasys	53
5.4.4	Unit – stomatologická souprava Diplomat DC350	54
5.4.5	Nástroje	55
6	Zhodnocení současného stavu údržby stomatologického zařízení	60
6.1	Současný stav údržby	60
6.1.1	Současná preventivní údržba	60
6.1.2	Současná běžná údržba	61
6.2	SWOT analýza současné údržby stomatologické soupravy	61
6.3	Následky možných poruch u stomatologické soupravy Diplomat	63
6.3.1	Následky s přímou finanční podstatou.....	63
6.3.2	Následky s nepřímou finanční podstatou.....	63
7	Návrh zlepšení současného stavu údržby u stomatologického zařízení	64
7.1	Aplikace pilířů metody TPM.....	64
7.1.1	Pilíř autonomní údržby	65
7.1.2	Pilíř vzdělávání pracovníků a tréninku zručnosti.....	66
7.1.3	Pilíř plánované údržby	67
7.1.4	Pilíř preventivní údržby	67
7.2	Očekávané efekty implementace principů TPM	68
	Závěr.....	69
	Seznam použité literatury.....	70
	Seznam obrázků	72
	Seznam tabulek	72
	Seznam příloh.....	72

Přehled použitých zkratk

PLM	řízení životního cyklus produktu (Product Lifecycle Management)
CAD	počítačem podporované navrhování (Computer Aided Design)
CNC	řízení obráběcího stroje počítačem (Computer Numerical Control)
CAM	počítačem podporovaná výroba (Computer Aided Manufacturing)
CAP	počítačem podporované plánování (Computer Aided Planning)
CAPP	počítačem podporované plánování výroby (Computer Aided Process Planning)
MRO	nástroje údržby, opravy a managementu (Maintenance, Repair, Operation)
PDM	správa dat o produktu (Product Data Management)
EDM	správa inženýrských dat (Engineering Data Management)
TPM	totálně produktivní údržba (Total Productive Maintenance)
BM	system údržby po poruše (Break – down Maintenance)
PM	system preventivní údržby (Preventive Maintenance)
RCM	system údržby orientovaný na spolehlivost (Reliability Centred Maintenance)
CEZ	koeficient celkové efektivity zařízení
OEE	koeficient celkové efektivity zařízení (Overall Equipment Effectiveness)

Úvod

Podnik musí hledat cestu ke zvýšení efektivnosti podniku, zvýšení produktivity a procesů s ní spojených. Důvodem, proč hledat tuto cestu, je prostředí dané konkurenčními podniky a spotřebitelská poptávka, přání zákazníků. Možným řešením této cesty může být jeden z podpůrných procesů výroby, který má v tomto cíleném směru velký potenciál. Tímto procesem je údržba. Proces údržby můžeme zařadit do povýrobních fází životního cyklu produktu. Jen z konceptu produktu a z životního cyklu produktu nemůžeme definovat povýrobní fáze. Avšak s životním cyklem souvisí Product Lifecycle Management (PLM). A právě z některých definic a pohledů na PLM můžeme vybrat a definovat jednu z povýrobních fází, a to údržbu.

Ve výrobních strojírenských podnicích se jedná hlavně o údržbu investičního majetku, výrobních strojů a zařízení. Údržba se ale týká také nevýrobních zařízení. Proces údržby byl a v mnoha případech stále je chápán jako vedlejší útvar podniku. Primárním úkolem je udržovat výrobní zařízení v provozuschopném stavu a předcházet poruchám, nebo po poruše a následném výpadku dané zařízení do tohoto stavu urychleně vrátit. Údržbářské úseky prováděly opravy jen velkých problémů. Vzniklá porucha na zařízení a následný výpadek provozu můžou však nést rozsáhlé následky, které se projeví nejvíce ve formě snížené produktivity zařízení, vysokých nákladů na opravu a náhradní díly, ušlého zisku kvůli výpadku provozu atd. Všechny následky výpadku provozu mají ekonomickou podstatu.

Ačkoli údržba výrobních zařízení patří jen mezi podpůrné procesy výroby, může jí výrazně ovlivňovat a vhodný vypracovaný systém údržby a jeho dobrá funkce plnění jsou důležitými atributy pro zvýšení efektivnosti podniku. Mezi přínosy údržby můžeme zmínit zvýšený objem produkce, snižování nákladů spojených s provozem a údržbou, zlepšení provozní bezpečnosti a výrobu kvalitnějších výrobků. Zejména díky procesu údržby výrobního zařízení se zvyšuje efektivnost podniku, doba provozu je delší a to v konkurenčním prostředí a požadavcích zákazníků hraje velmi důležitou roli, hlavně v těchto dvou nejdůležitějších aspektech.

Důležitost údržby si uvědomují velké i malé podniky, včetně soukromého sektoru, kde se nemusí jednat o výrobní zařízení. Vyvíjí se nové moderní přístupy údržby. Jedním z těchto konceptů údržby, který je využíván k prevenci před výskytem poruch, je Total Productive Maintenance (TPM). Totálně produktivní údržba propojuje výrobní úsek a úsek údržby. Dobře provedená implementace této metody do podniku může přinést očekávané přínosy.

1. Životní cyklus produktu

První kapitola bakalářské práce je zaměřena na životní cyklus produktu. V dalších částech práce budeme pracovat s konceptem produktu, je důležité jej definovat a uvést základní rozdělení. Dále je životní cyklus rozdělen do jednotlivých fází a ty jsou následně stručně charakterizovány. Rozdělení a stručný popis hlavních fází je důležitý pro návaznost k druhé kapitole bakalářské práce, neboť pracuje s povýrobními fázemi. Jednotná a daná definice konečných fází životního cyklu produktu neexistuje, přičemž z některých rozdělení životního cyklu produktu je definování a vymezení možné, zejména z pohledu z hlediska životnosti. Ještě krátce před samotným popisem je zmíněno o řízení životního cyklu produktu, neboli Product Lifecycle Managementu. Z povýrobních fází jsou vybrány tři činnosti – údržba, likvidace a recyklace, kterými se zabývá další kapitola. Procesu údržby je dále věnováno v dalších kapitolách bakalářské práce a je podrobně popsán.

1.1 Produkt a jeho klasifikace

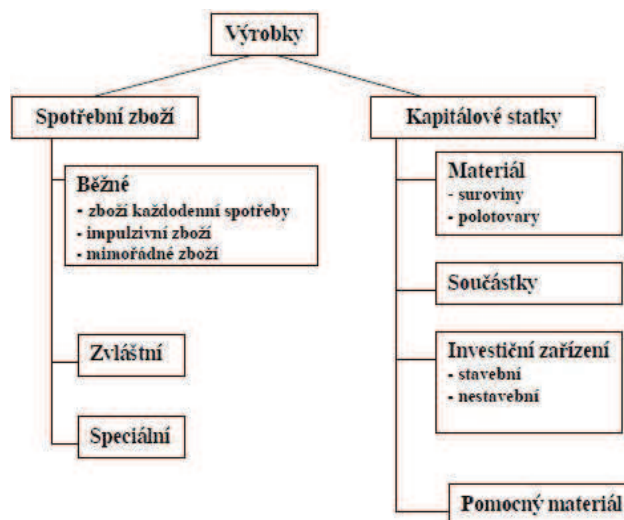
Pod pojmem produkt rozumíme vše, co tvoří nabídku na trhu. Jedná se o veškeré hmotné i nehmotné statky, které mohou být nakupovány, používány a spotřebovávány a které mohou uspokojovat potřeby a přání zákazníka.

Vycházíme z definic Philipa Kotlera [1], která říká, že produktem jsou:

– veškeré výrobky, služby, ale i zkušenosti, osoby, místa, organizace, informace a myšlenky, tj. vše, co může stát předmětem směny, použití či spotřeby, co může uspokojit potřeby a přání.

Služby mají obvykle nehmotnou povahu, jsou uskutečňovány formou realizace určitých činností či užiteků, díky nimž příjemce získává výhodu.

Pojetí produktu v marketingu je velmi široké, ale produkty můžeme rozdělit do dvou hlavních kategorií. Rozdělení závisí na tom, jaký produkt zákazník kupuje. Zákazník může být spotřebitel, produkt kupuje pro vlastní spotřebu a mluvíme o spotřebním zboží. V dalším případě to může být zákazník, který kupuje produkt pro další zpracování a prodej. Nebo proto, aby zajišťoval své podnikatelské aktivity. Jedná se o zákazníka – organizaci a mluvíme o výrobních prostředcích (kapitálové statky). Rozdělení je dále vidět na obrázku 1-1. [2]



Obrázek 1-1: Rozdělení produktů [2]

Vzhledem k tomu, že bakalářská práce bude v dalších kapitolách zaměřena na údržbu, budeme se zabývat jen investičním majetkem, který řadíme mezi výrobní prostředky (kapitálové statky).

Investiční majetek

Základními prostředky rozumíme dlouhodobá aktiva podniku, jsou pořizovány jednorázově, jejich využití je ale dlouhodobé. Mluvíme o investicích a z účetního hlediska se jedná o investiční majetek, který dělíme dle [3]:

- Dlouhodobý hmotný majetek – jedná se o budovy, stroje a zařízení v pořizovací ceně nad 40 tisíc Kč.
- Dlouhodobý nehmotný majetek – software, patenty, licence, ochranné známky.
- Dlouhodobý finanční majetek – tvořen cennými papíry a kapitálovými účastmi podniku.

1.2 Životní cyklus produktu

Každý produkt má životní cyklus a každý produkt na konci svého „života“ zanikne, proto firma musí hledat nové produkty, kterými nahradí stárnoucí. Studie ale ukazují, že vývoj nových produktů je riskantní a často končí neúspěchem. Na konkurenčních trzích nejlepší a nejsilnější firmy dlouhodobě podporují růst a udržují ziskovost prostřednictvím úspěšného vývoje a využití silného toku nových produktů a služeb. Nové produkty a služby musí firmy vyvíjet kvůli rychlým změnám spotřebitelské poptávky, technologií a konkurence. Ale zavádět nové produkty nestačí, firma musí vědět, jak svůj nový produkt řídit v průběhu životního cyklu. Produkty prochází několika fázemi životního cyklu a každá taková fáze vyžaduje nové marketingové taktiky a strategie, které se musí přizpůsobovat změnám přání spotřebitelů, technologií a konkurence.

Na začátku je nějaký nápad, myšlenka vyrobit nový produkt, průzkum trhu, průzkum zaujmutí pozice, pohled na konkurenci. Poté specifikace nových produktů, výzkum, vývoj, výroba prototypu, výroba finálního produktu, prodej, údržba, servis a vše končí likvidací produktu na konci jeho životního cyklu. [4]

Pro potřeby bakalářské práce je důležité vymezení a definování povýrobních fází. Jednoduše lze fáze rozdělit na předvýrobní, výrobní a povýrobní. Ale toto třífázové rozdělení není přesné, neboť v odborných literaturách se přímo v této podobě nevyskytuje. Jednotlivé charakteristické činnosti v těchto třech fázích se mohou lišit nejen prováděním, ale také zařazením do patřičných fází. Životní cyklus je rozdělen dle dvou odborných zahraničních literatur, nejprve do pěti a poté do čtyř fází, ve kterých jsou zmíněny charakteristické činnosti, které pomohou k zařazení do povýrobních fází.

1.2.1 Popis fází dle Product Reliability: Specification and Performance

První rozdělení je provedeno dle Product Reliability [5] a dělí životní cyklus do pěti fází a zmiňuje důležité povýrobní fáze.

Vývoj

Do vývoje patří tři důležité pojmy – příležitosti, nápad a koncepce.

Pro příležitosti je důležité identifikovat obchodní a technologické rozdíly, které existují mezi současnou situací a potenciální budoucností, která může být využita k získání konkurenční výhody nebo vyřešení problému.

Nápadem jsou první představy o novém produktu, nebo službě. U třídění nápadů musí existovat neustálý tok členění a shromažďování nových nápadů a idejí produktu. Je poté důležité rozhodnout, které tříděné nápady jsou použity.

Koncepce má jasně definovanou normu a popis. Zahrnuje porozumění potřebné technologie, primárních funkcí a užitku pro zákazníka. Cílem těchto fází je zpracovat a vybrat nápady, které mohou využívat vzniklé příležitosti a dále rozvíjet vybrané nápady možných koncepcí. Spuštění nápadu po novém produktu mohou ovlivnit tyto faktory: pokroky technologie, konkurence na trhu, management – motivace pro zlepšení.

V definici produktů je hlavním úkolem předložit možné nápady na technicky a ekonomicky možných a konkurenceschopných konceptech. Důležitými aspekty je zachycení cílů a požadavků zákazníka. Důležité u vývoje jsou obchodní cíle, celkové obchodní cíle pro nový proces vývoje produktu. Dále návratnost investic, požadovaný podíl na trhu, požadavky zákazníka, třídění a generování koncepce, platforma produktu, projektový plán.

Design

Design se vztahuje k základní funkci výrobku. Je důležitým marketingovým prvkem a je vyvíjen na stále rostoucích úrovních detailů. Dokud všechny detaily nejsou přesně stanoveny, výrobek není připraven k výrobě. Design zahrnuje analýzu, hodnocení a porovnávání možných variant, jejichž cílem je najít nejlepší řešení. Tyto aktivity se týkají koordinace a řízení definic designu a hodnocení činnosti celého procesu vývoje.

Vývoj produktu

V této fázi je koncepce výrobku převedena do fyzické podoby. Stádium vývoje přináší veliké zvýšení investic a ukáže, zda lze zkoumaný produkt převést do reálné podoby. Oddělení vývoje testuje prototyp daného výrobku. Cílem je ověřit, zda skutečně funguje.

Výroba

Z předchozích fází výzkumu a vývoje jsme našli řešení, které splňuje požadavky, produkt se tedy může začít vyrábět. I přes snahy celého oddělení designu a vývoje s cílem zajistit optimální výrobu a montážní vlastnosti, žádný výrobní systém není schopen produkovat dva přesné výstupy. To může být způsobeno diferencí, kterou mohou způsobit faktory jako vstupní materiály, výrobní proces, ovládací dovednosti, životní prostředí (teplota, vlhkost). Existuje několik strategií, aby bylo zajištěno, že výkonnost produktu se shoduje s prototypem. Patří mezi ně procesní kontrola, zkoušecí kontroly, výrobky na speciální zakázku.

Povýrobní fáze

U standardních výrobků tato etapa zahrnuje dvě dílčí fáze – marketing a podporu produktu. Marketingová fáze se zabývá otázkami, jako je logistika, jak dostat produkt na trh, prodejní cena, propagace, záruka, distribuční kanály atd. Strategie, které jsme formulovali pro některou z nich (například cena), by bylo třeba změnit v průběhu životního cyklu produktu v reakci na vnější faktory, jakou jsou opatření konkurentů, reakce zákazníků atd. V pojetí marketingu je důležitá cena a existují dva přístupy ke stanovení cen. První z nich je založen na výrobních nákladech (vývoj, výroba) směrem k zajištění zisku. Druhý přístup je založen na tržní poptávce a dodavatelských úvahách. Pro nový produkt na trhu je prodejní cena obecně vysoká na startu životního cyklu a v pozdějších fázích životního cyklu se snižuje v důsledku zmenšujících se výrobních nákladů a také proto, že se objeví noví konkurenti na trhu.

Druhá důležitá dílčí fáze je podpora produktu. Při nákupu se zákazníci domnívají, že si kupují více, než fyzické položky. Patří mezi ně údržba, náhradní díly, školení, aktualizace a další.

Mají také očekávání o úrovni podpory služeb, které následují po prodeji produktu – podpoře produktu.

Podpora produktu se vztahuje na různé typy služeb potřebných k životnosti výrobku a k zajištění uspokojivého provozu.

Podpora produktu zahrnuje několik činností:

- díly, informace, vzdělávání,
- instalace,
- údržba, servisní smlouvy,
- záruky, prodloužení záruky, servis,
- uživatelské úpravy.

1.2.2 Popis fází dle Phases of product lifecycle and corresponding technologies

Druhé rozdělení dle [6] dělí životní cyklus do čtyř fází a zmiňuje povýrobní fáze jako konečné fáze.

Prvními fázemi jsou představa, specifikace, plánování a inovace. První etapa představy je vymezení požadavků založených na zákazníkovi, společnosti, trhu a hlediskách regulačních orgánů. Z této specifikace mohou být technické parametry produktů definovány. Souběžně se specifikací požadavků se provádí koncept pracovního designu na vymezení estetiky výrobku spolu s hlavními funkčními aspekty. V některých konceptech mohou být zahrnuty investice prostředků na výzkum do koncepční fáze.

Druhou fází je navrhování, do kterého patří popis, definice, vývoj, testování, analýza. Místo, kde se začíná o detailním návrhu a vývoji produktu, postupuje k testování prototypu přes pokusné vypuštění do plného uvedení na trhu. Nástroje pro návrh a vývoj jsou systémy CAD.

Třetí fází je realizace. Patřící činnosti do fáze realizace jsou výroba, prodej, poskytování. Definuje se způsob výroby. To zahrnuje CAD úkoly, jako je návrh a výběr nástrojů. Dále vytváření CNC obráběcích instrukcí k produktu a nástrojů, které vyrábějí jednotlivé části, pomocí integrovaného nebo samostatného CAM podporovaného softwaru. Dále tato fáze zahrnuje analytické nástroje pro simulaci procesu, jako je lití, lisování, tváření. Jakmile je výrobní postup identifikován, přichází na řadu metody CAP/CAPP (Production Planning).

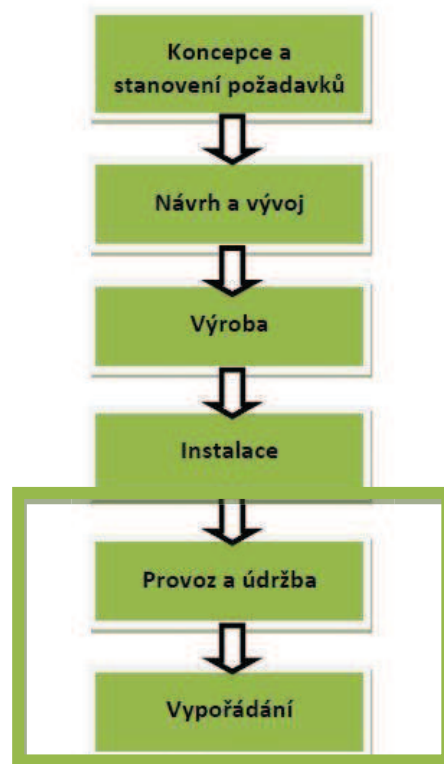
Poslední čtvrtá fáze je nazvaná servis. Do servisu patří činnosti jako používání, provoz, údržba, podpora, vyřazení, likvidace, recyklace. Konečná fáze životního cyklu produktu zahrnuje řízení o provozních a servisních informacích. Je poskytována zákazníkům a servisním inženýrům s poskytováním informací o opravách a údržbě, odpadovém hospodářství, informacích a recyklaci. Zahrnuje použití nástrojů, jakými jsou údržba, opravy a provozní management (MRO) software. Ať už se jedná o zneškodnění, nebo likvidace hmotných objektů a informací, je zde potřeba vše zvážit vzhledem k možným následkům.

1.2.3 Životní cyklus výrobku z pohledu životnosti jednotlivého výrobku

Existuje mnoho pohledů na řízení životního cyklu produktu, jsou zaměřené účelově pro řešení nějakého problému, nebo pro jeho popis. Například marketingový pohled, pohled z hlediska místa realizace jednotlivých etap, pohled z hlediska dopadu na životní prostředí a další. Pro vymezení povýrobních fází je nejdůležitější pohled z hlediska životnosti jednotlivého výrobku.

Pohled uvažuje šest hlavních etap, které můžeme vidět na obrázku 1-2. Pro tuto práci nejdůležitější povýrobní fáze životního cyklu produktu jsou ohraničené. Etapami jsou:

- Etapa koncepce a stanovení požadavků.
- Etapa návrhu a vývoje.
- Etapa výroby.
- Etapa instalace.
- Etapa provozu a údržby.
- Etapa vypořádání.



Obrázek 1-2: Etapy životního cyklu produktu [7, upraven]

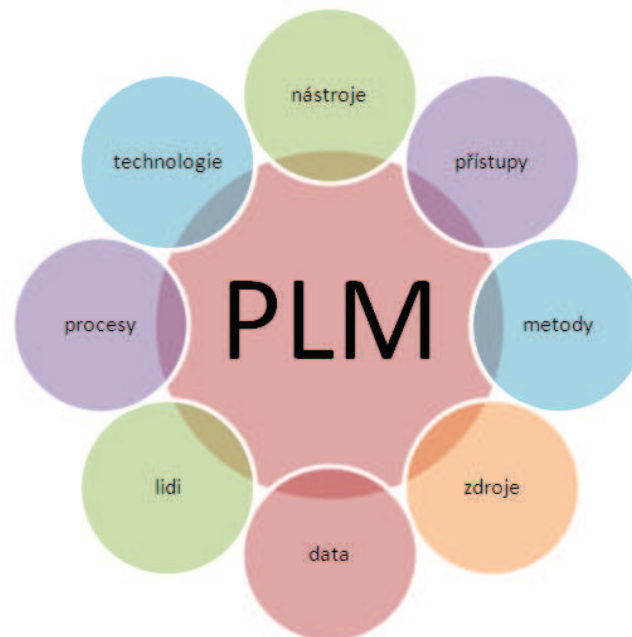
Pohled z hlediska životnosti je definován normou ČSN EN 60300–3–3, název dokumentu je Management spolehlivosti, část 3–3: Pokyn k použití – Analýza nákladů životního cyklu. Pohled je zaměřen na produkt z hlediska životnosti. Je požadováno, aby produkty byly bezporuchové, aby plnily požadovanou funkci a byly snadno udržovatelné po celý životní cyklus. [7]

1.3 PLM – Product Lifecycle Management

Oblast PLM, nebo Product Lifecycle Management (dále jen PLM), anebo česky řízení životního cyklu produktu je v současné době nejkompexnějším popisem správy životního cyklu produktu v produkční sféře.

PLM je dle [8] možné definovat následovně:

- PLM je proces řízení života produktu od koncepce, přes výrobu a servis až po likvidaci.
- PLM je informační strategie společnosti.
- PLM je strategie společnosti.
- PLM integruje lidi, data, procesy, systém řízení, technologie.
- PLM integruje systémy, postupy a nástroje pro řešení realizace nového/inovovaného produktu.



Obrázek 1-3: Integrace PLM [8]

Jak znázorňuje obrázek 1-3, řízení produktu během celého životního cyklu je integrace heterogenních procesů, které jsou realizovány týmem lidí na různých úrovních podniku a v poměrně dlouhém časovém období.

1.3.1 PLM systémy

PLM systémy jsou obecně určeny pro řízení životního cyklu produktu, projektu, investičního zařízení, nebo rozsáhlé dokumentace. Řízení životního cyklu probíhá ve všech jeho fázích, od prvotní představy, přes jeho definici, vlastní likvidaci, včetně změn a inovací. PLM je komplexním přechodem ze systémů PDM / EDM (Product Data Management / Engineering Data Management), u kterých se jedná převážně o kompletní správu dokumentace. [9]

Obrázek 1-4 popisuje schematické znázornění životního cyklu produktu monitorovaného pomocí PLM systémů.

- V popředí všech činností stojí stále více zákazník, který by měl mít možnost ovlivnit inovační proces. Cílem je spokojenost a zhodnocení informací o možnostech vylepšení. Také posílení a dostupnost zákaznické podpory a efektní servis.
- Informační technologie poskytují stále větší možnost pracovat s výrobkem jako s virtuálním prototypem. Prakticky ho můžeme navrhnout, zkonstruovat, ověřit a technologicky připravit bez nutnosti jeho reálné výroby.

- Na vývoji výrobku spolupracují vývojové týmy, které mohou být rozloženy ve firmách kdekoli na světě.
- Komunikace probíhá nejčastěji v digitální podobě internetu. Cílem PLM systémů je posílit tuto oblast o databázová prostředí s vysokým stupněm zabezpečení jak vlastního přenosu dat, tak jejich zpracování a archivace.
- Do řešení se integrují mezinárodní standardy a normy pro řízení jakosti.



Obrázek 1-4: Životní cyklus produktu monitorovaný pomocí PLM systémů [9]

Využití systému pro řízení životního cyklu výrobků dle [10] přináší řadu výhod, kterých bez řešení PLM není možné dosáhnout. Z těch nejdůležitějších můžeme jmenovat například: zkrácení času nutného pro uvedení nového výrobku na trh, nižší náklady z důvodů redukované potřeby tvorby fyzických prototypů, možnosti využívání již existujících dat, optimalizace pracovních postupů a souběžné spolupráce a zvýšení kvality produkce.

Jakožto kompletní systém, na jehož schopnosti může v ideálním případě zcela záviset vývoj, výroba a následná údržba všech produktů, vyžaduje proces výběru takového řešení důkladné posouzení konkrétní situace v daném podniku. Je totiž pravděpodobné, že implementace takového systému v konečném důsledku zcela změní dosud používané firemní procesy. Na to musí být společnost dobře připravena a současně velmi záleží na tom, aby její volba padla na řešení, jež nejlépe odpovídá jejím potřebám.

PLM software byl po dlouhá léta doménou výhradně největších firem a teprve s přelomem dvacátého století postupně došlo k jeho zpřístupnění menším a středním podnikům, které z takového řešení pochopitelně mohou těžit. Tím spíše, jsou-li zapojeny v dodavatelském řetězci větší firmy, které už PLM systém využívají. [10]

2 Povýrobní fáze životního cyklu produktu

Kontinuita mezi první a druhou kapitolou bakalářská práce je zřejmá a důležitá, neboť v předchozí části je zmíněno, že jednoznačná definice a vymezení předvýrobních, výrobních a povýrobních fází není. Popsání jednotlivých fází životního cyklu je tedy nutné. Nejprve je rozdělen životní cyklus produktu a do jednotlivých fází jsou zařazeny charakteristické činnosti. Ze dvou rozdělení již můžeme zjistit, jaké činnosti spadají do povýrobních fází. Pro definování povýrobních fází je použit také pohled na životní cyklus z hlediska životnosti, definovaný normou a z tohoto pohledu můžeme vymezit tyto fáze – provoz, údržbu a vypořádání.

Z rozdělení dle [5] povýrobní fáze zahrnují dvě dílčí fáze, marketing a podporu produktu. Fází marketingu se nebudeme zabývat a pro nás důležitá podpora produktu zahrnuje činnosti, kterými jsou údržba, instalace, aktualizace software. Z rozdělení [6] je konečná fáze nazvána servis a patří do ní činnosti používání, provozu, údržby, podpory, vyřazení, likvidace a recyklace.

V této kapitole bakalářské práce se zaměříme na vybrané tři fáze – údržbu, recyklaci, likvidaci. Tyto fáze jsou popsány a hlavním procesem pro bakalářskou práci je údržba, kterou v dalších kapitolách podrobně popíšeme. Tato kapitola se bude zabývat údržbou jen velmi stručně.

2.1 Základy údržby

Procesem údržby rozumíme realizaci plánovaných a neplánovaných úkonů, které souvisejí s udržováním, kontrolou a opravami výrobních zařízení po dobu jejich provozu. Údržba je systémová specializovaná činnost, jejím účelem je udržet (zvýšit) časovou, výkonnou a kvalitativní využitelnost výrobku a udržovat (obnovovat, vylepšovat) původní užitkové vlastnosti výrobku během jeho využívání k dosažení nejvyšší možné provozní efektivity podniku.

Mezi hlavní cílové aspekty údržby patří zabezpečování schopnosti stroje vykonávat požadovanou funkci, dále dbát na požadavky bezpečnosti související se zařízením a obsluhou. Údržba je činnost, která ovlivňuje jak technické parametry výroby, tak ekonomické parametry. Dalšími funkcemi údržby je zabezpečení spolehlivosti, bezpečnosti a bezporuchovosti základních prostředků, dosažení plynulého a hospodárného chodu výroby, zabezpečení soustavného využívání výrobních kapacit a rovnoměrné produktivní zatížení ostatních komponentů výroby, vytváření podmínek na zhotovení kvalitních výrobků a snižování údržbářských a výrobních nákladů a zvyšování efektivity výroby. [11]

Údržbu definuje česká norma ČSN EN 13306, Údržba – terminologie údržby, která říká, že údržba je kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci. [12]

Koncepce údržby

Vývoj koncepce údržby je jedním z nejdůležitějších kroků v cyklu přípravy systému, z něho začíná plánování údržby a její zabezpečování. Vývoj nového systému začíná definováním provozních požadavků.

Koncepce údržby dle [13] opisuje plán údržby systému/zařízení, zabezpečování údržby v provozním prostředí ve formě:

- kritéria na výběr směrů a úrovní údržby,

- koncepce požadavků na zabezpečování základní údržby,
- kritéria na monitorované a zkušební zařízení.

Je to souhrn všech činností konaných po dobu stanovení technickými podmínkami za účelem udržení objektu v provozuschopném stavu (preventivní údržba), anebo navrácení objektu do bezporuchového stavu (nápravná údržba). [13]

2.2 Recyklace

Další popisovanou povýrobní fází v této kapitole je recyklace. Tento proces zpracovává vzniklé odpady a opětovně, nebo jinými způsoby odpady využívá. Procesem se zabývají rozvíjející a zavádějící recyklační technologie. Tyto technologie jsou souborem na sebe navazujících procesů, postupů a technologických operací, jejichž cílem je přeměna odpadu na druhotnou surovinu. Typickým znakem recyklační technologie je především její relativní samostatnost v technologickém procesu: výroba – odpad – výroba. Recyklace odpadů je jednou z cest k řešení surovinového problému, k úspoře materiálů a energií, k ochraně životního prostředí. To znamená k postupnému sblížení tří zájmů – ekonomie, energetika, ekologie. S budoucí recyklací výrobku je třeba počítat již při konstrukční a projektové přípravě, například vhodnou materiálovou a technickou skladbou, možností demontáže a omezením technických a materiálových překážek recyklace. Recyklační technologie bude dříve nebo později nahrazena maloodpadovými technologiemi, které představují optimální a konečné řešení, k němuž musí směřovat úsilí konstruktérů, ekologů i ekonomů. Je to ale náročné řešení z hlediska technického, ekonomického a časového. U těchto technologií musí být příslušné postupy zpracování odpadu součástí výrobní technologie. [14]

Směrnice EU

Směrnice Evropského parlamentu č. 98/2008 (ES) ze dne 19. listopadu 2008 v článku 3 o odpadech definuje pojem recyklace jako:

Jakýkoli způsob využití, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály, nebo látky, ať pro původní nebo pro jiné účely. Zahrnuje přepracování organických materiálů, ale nezahrnuje energetické využití a přepracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo jako zásypový materiál. [15]

Ekonomické hlediska mají při rozhodování o recyklaci důležitý význam. Velkoobchodní ceny druhotných surovin, které mají buď zcela, nebo jen z části nahradit prvotní surovinu, jsou obvykle stanoveny na základně užitých vlastností prvotní a druhotné suroviny. Mezi ekonomické problémy můžeme zařadit potřebu relativně stálého odbytu odpadu a zabezpečení druhotné suroviny pro vlastní výrobu. Důležitá je také energetická náročnost zpracování některých odpadů. Poznatky o možnostech zpracování odpadů a existence zařízení pro recyklaci vytváří technologické meze dané současným stavem těchto poznatků. Mezi příčiny omezené recyklace patří nedostatek zpracovatelských a úpravárenských kapacit a nevyřešené technologické problémy, neznalost efektivního postupu přeměny odpadu na využitelnou druhotnou surovinu. Mnohdy jde o vysoké investiční nároky, o vývoj nových recyklačních technologií, o technickou a ekonomickou realizovatelnost separace a koncentrace odpadů. Urychlený rozvoj a realizace recyklačních postupů by v mnoha případech pomohly k řešení bez velkých investičních prostředků.

Mezi odpady, které jsou využívány k recyklaci a dále k dalšímu využití patří například: asphalt, dehet, dřevo, elektrochemické články, železné a neželezné kovy, papír, plasty, textil, zeleninový odpad, olej a další. [14]

2.3 Likvidace

Fáze likvidace úzce souvisí s vlastností produktu, a tou je životnost. Likvidace nastává po skončení životnosti.

Životnost je vlastnost předmětu, která označuje, jak dlouho si předmět udrží své původní, nebo téměř původní vlastnosti. Například provozuschopnost, výkonnostní charakteristiky a spolehlivost, v některých případech i užitkové vlastnosti. Měří se na čas, nebo na opakování. Délka životnosti je ovlivněna nejen při výrobě, ale významně ji ovlivňuje způsob používání produktu. Je třeba průběžně sledovat životnost, aby mohla být včas naplánována výměna. [16]

2.3.1 Odpadová logistika podniku

Narůstající množství odpadů díky hospodářskému růstu a velké produkci, má negativní dopady nejen na životní prostředí, ale zatěžuje též společnost značnými náklady. Problémy zabraňování vzniku odpadů, jejich snižování a zhodnocování je třeba přenést na výrobce. Výrobní podnik má tak mít odpovědnost za celý životní cyklus výroby. Od fáze obstarávání zdrojů, přes výrobu a odbyt výrobků až po likvidaci při skončení jejich životnosti. Výrobky mají být v maximálně míře použity k recyklaci.

V rámci hospodářského koloběhu má být vzniku odpadů dle možností bráněno a v případě jejich vzniku mají být hledány náhradní způsoby jejich využití jako sekundárních surovin. Spalování má následovat jen v nevyhnutelných případech. V souvislosti s výše naznačenou strategií odpadového hospodářství musí podnik zvládnout dvě skupiny úloh:

- používání ekologických výrobních procesů (projektovat a provozovat takové výrobní, dopravní a obalové technologie, které nebudou zvyšovat znečištění životního prostředí),
- výrobu ekologických výrobků (vyvíjet, konstruovat a vyrábět výrobky, které po dobu svého používání a likvidace nebudou zvyšovat znečištění životního prostředí).

To je možné řešit pomocí logistické koncepce, jako součást zásobovací, výrobní a distribuční logistiky. Vhodným výběrem surovin, materiálů a výrobních technologií, může být kladně ovlivňován druh a množství odpadů vznikajících po skončení životnosti.

Recyklační stupně v oběhovém procesu:

- prodloužení užitné doby může být dosaženo pomocí ošetřování a údržby,
- po skončení životnosti výrobku mohou některé jeho části být využity pro konstrukční součásti,
- další komponenty a materiály mohou být zpracovány a zušlechtěny pro další použití.

Trend směřuje k oproštění zákazníka od starostí spojených s likvidací výrobků na konci životního cyklu. Výrobce ho odebere od zákazníka a vlastní technologií jeho jednotlivé komponenty recykluje a zlikviduje. [17]

Ve výše zmíněné směrnici Evropské unie č. 98/2008 článku čtyři je uvedena hierarchie způsobů nakládání s odpady. Jako pořadí priorit pro právní předpisy a politiku v oblasti předcházení vzniku odpadů a nakládání s nimi se použije tato hierarchie způsobů: předcházení vzniku, příprava k opětovnému použití, recyklace, jiné využití (například energetické) a na posledním místě odstranění. [15]

3 Údržba

Jak již bylo v předchozích kapitolách uvedeno, údržba patří do povýrobních fází životního cyklu produktu a tato kapitola bakalářské práce se bude údržbě podrobně věnovat. Je zmíněno postavení údržby v podnicích a následně základní definice a terminologie dle normy a jiných zdrojů literatury. Po uvedení do tématu jsou dále popsány jednotlivé systémy údržby a základní typy řízení údržby v podniku.

Efektivní současné podniky pracují s moderní průmyslovou výrobou. Z ekonomického pohledu vyžaduje výkonné, funkčně způsobilé a spolehlivé výrobní zařízení. Náklady na jeho provoz a údržbu by měly být optimální. Takové zařízení potom nejvíce pomáhá majiteli dosáhnout co největší zisk, při respektování dalších marketingových zásad. Roční náklady na údržbu a obnovu strojů představují nezanedbatelnou částku a majitelé výrobních zařízení se snaží a vítají každé snížení těchto nákladů.

3.1 Postavení údržby v podniku

Poslání a postavení údržby v moderně řízeném podniku je právě zvýrazněno tím, že údržba je jedním z významných procesů, které ovlivňují právě produktivitu výroby. Vykonávaná údržba přispívá také ke zvyšování přidané hodnoty hlavního procesu. Výhody údržby se projevují také například snížením negativních důsledků poruch, optimalizací investičních nákladů, dodržováním legislativních požadavků a vytvářením konkurenční výhody pro podnik. Způsob řízení údržby je významným prvkem, podílejícím se na efektivnosti řízení celého podniku.

Proces údržby je často chápán jen jako útvar vedlejší. Také je často chápán a považován za útvar, jehož úkolem je udržovat zařízení ve stavu, kdy je schopno bezpečně a ekonomicky plnit svoji hlavní výrobní funkci. Pokud nastane porucha, je nutné tento problém rychle odstranit, navrátit zařízení do výrobního procesu. Tento přístup je však v moderních podnicích nahrazován modelem postaveným na zvyšování spolehlivosti, řízení majetku a jeho efektivního využívání, řízení zásob a řízení rizik. Moderně řízený podnik a jeho výroba potřebují moderně řízený útvar, který se efektivně stará a o hmotný majetek, je schopný předcházet poruchám a výpadkům výroby.

Faktory úspěchu údržby a jejího postavení v moderním podniku jsou především strategie, struktura, systém řízení, styl řízení, personál a jeho znalosti, dovednosti, kvalifikace a motivace. [3]

3.2 Základní pojmy, definice

Údržba zásadním způsobem přispívá ke spolehlivosti objektu. Jsou tedy nutné správné a oficiální definice, které umožňují uživateli přidružených norem pro údržbu lépe pochopit použité termíny. Tyto terminologie mohou být zvláště důležité při vypracování smluv o údržbě.

K definici použije nejdříve normu ČSN EN 13306, s názvem Údržba – terminologie údržby. Jak bylo uvedeno v kapitole 2.1, údržba představuje proces řízení, definovaný jako kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci. [12]

Další pojmy z této normy ČSN EN 13306:

Management údržby – jsou to všechny manažerské činnosti, které určují cíle, strategie a odpovědnosti údržby a jejich uplatnění takovými prostředky, jako je plánování údržby, řízení údržby a zlepšování činností a ekonomie údržby.

Zajištěnost údržby – je schopnost údržbářské organizace mít správné zajištění údržby na nezbytném místě k provedení požadované činnosti údržby, když je požadována.

Strategie údržby – je metoda managementu používaná k dosažení cílů údržby.

Strategický management údržby je součástí strategického managementu podniku a všechny požadavky na údržbu by z něho měly vycházet. Strategický management zahrnuje obvykle analýzu současné situace, formulaci cílů, volbu strategie a její realizaci. Strategie údržby musí, jako součást strategie podniku, vycházet z jeho cílů a strategie, perspektiv a východisek a musí je podporovat. Cíle a strategie údržby mají určovat hlavní směry managementu údržby k dosažení excelence v oblasti údržby. [3]

Plán údržby – je strukturovaný a dokumentovaný soubor úkolů, do něhož se zahrnují činnosti, postupy, zdroje a časové plánované úkony k provedení údržby.

Spolehlivost – je schopnost fungovat tak, jak je požadováno, a tehdy, když je to požadováno.

Provoz – je kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření, jiných než jsou zásahy údržby, které vedou k používání objektu.

Bezporuchovost – je schopnost objektu vykonávat požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.

Objekt – je část, součást, přístroj, subsystém, funkční jednotka, zařízení nebo systém, které je možné individuálně popsat a kterým je možné se individuálně zabývat.

Porucha – je ukončení schopnosti objektu vykonávat požadovanou funkci.

Doba údržby po poruše – je část doby údržby, kdy se na objektu provádí údržba po poruše, včetně logistického zpoždění

Dále můžeme vyjít z definic základních pojmů od Miroslava Rakyty. Jsou vybrány hlavní a důležité termíny. [13]

Poruchový stav – je stav objektu (výrobku), při kterém není objekt schopen plnit požadovanou funkci v mezích předepsaných technickou dokumentací.

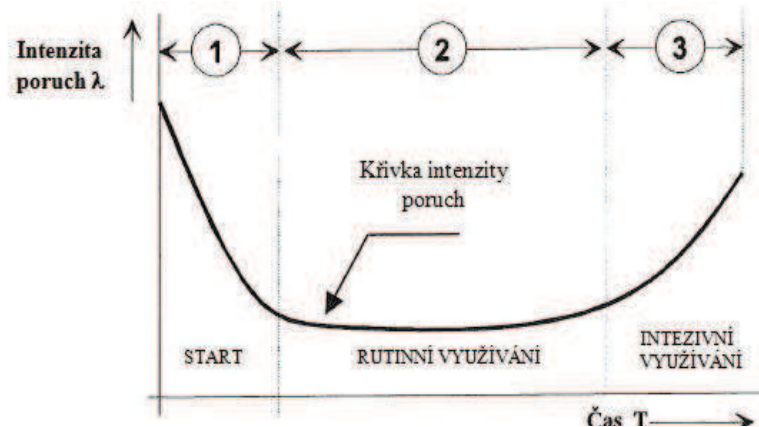
Provozoschopný stav – je stav objektu (výrobku), ve kterém je výrobek schopný plnit stanovené funkce a dodržuje se hodnota stanovených parametrů v mezích určených technickou dokumentací.

Intenzita poruch – je podmíněná hustota pravděpodobnosti poruchy neobnovovaného objektu určená pro uvažovaný časový okamžik za podmínky, že do tohoto okamžiku porucha nevznikla. Na obrázku 3-1 vidíme grafické znázornění intenzity poruch.

Intenzita poruch je daná počtem poruch připadajících na jednotku času a můžeme ji vyjádřit vztahem

$$\lambda = \frac{a}{T} \quad [13] \quad a - \text{počet poruch (nebo oprav) za celkovou dobu provozu}$$

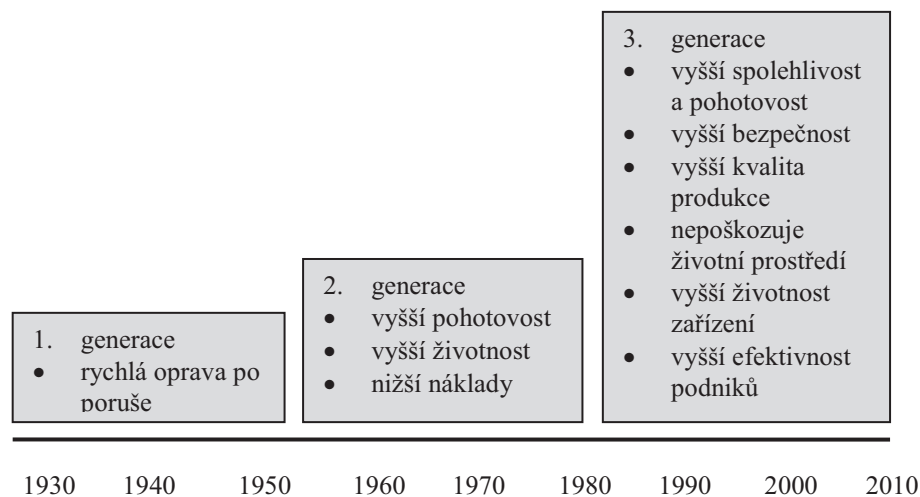
T – celková doba provozu



Obrázek 3-1: Všeobecný průběh intenzity poruch [13]

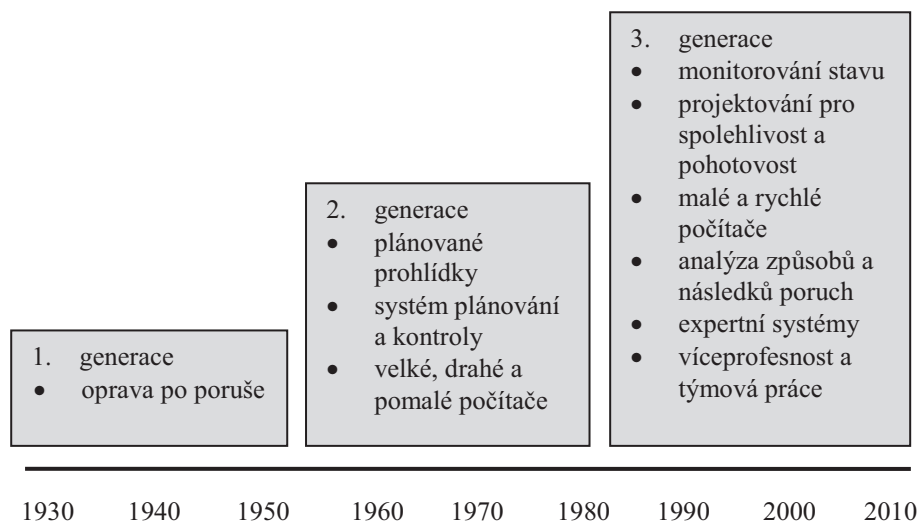
3.3 Vývojové etapy údržby

Dle Johna Moubraie [18] můžeme popsat tři generace dosavadního vývoje moderní údržby v několika oblastech. V první generaci majitel výrobních zařízení očekává, že porucha bude v co nejkratší době opravena a zařízení bude navráceno do provozuschopného stavu a bude se dbát na nejnižší náklady při opravě. Ve druhé generaci se očekává, vzhledem ke zvyšující se složitosti a možným rizikům, vyšší pohotovost, životnost a spolehlivost zařízení a snižování nákladů. Ve třetí generaci k očekáváním z druhé generace přibývá očekávání ve snižování škodlivého vlivu na životní prostředí, zdraví a bezpečnost lidí, ale při optimalizaci a efektivnosti nákladů na údržbu.



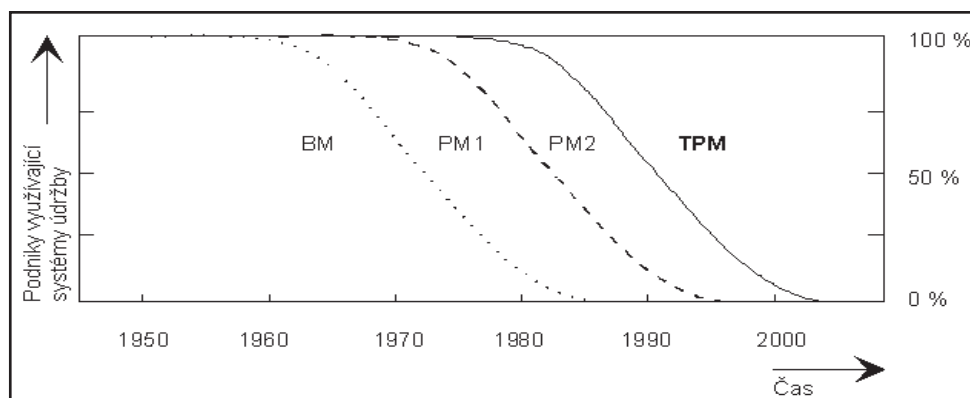
Obrázek 3-2: Očekávání od údržby [18]

Charakterizován je také vývoj typů a nástrojů údržby. Pro první generaci je typická údržba po poruše. Ve druhé generaci se hlavním typem stává preventivní údržba, byl zaveden systém plánování a následné kontroly v intervalech. Ve třetí generaci se rozšířily typy údržby a samozřejmostí se stala výpočetní technika. Zařízení byla monitorována, byly vymyšleny nové metody sledování a vyhodnocování stavu zařízení diagnostickými zařízeními. Třetí etapa je dána globalizací světové ekonomiky a rozvojem technických a informačních systémů.



Obrázek 3-3: Vývoj typů a nástrojů údržby [18]

Na obrázku 3-4 můžeme vidět vývojové typy v oblasti systémů údržby, které budou dále popsány.



Obrázek 3-4: Vývojové stupně v oblasti systémové údržby [13]

BM = Break-down Maintenance – systém údržby po poruše.

PM1 = Preventive Maintenance – preventivní údržba.

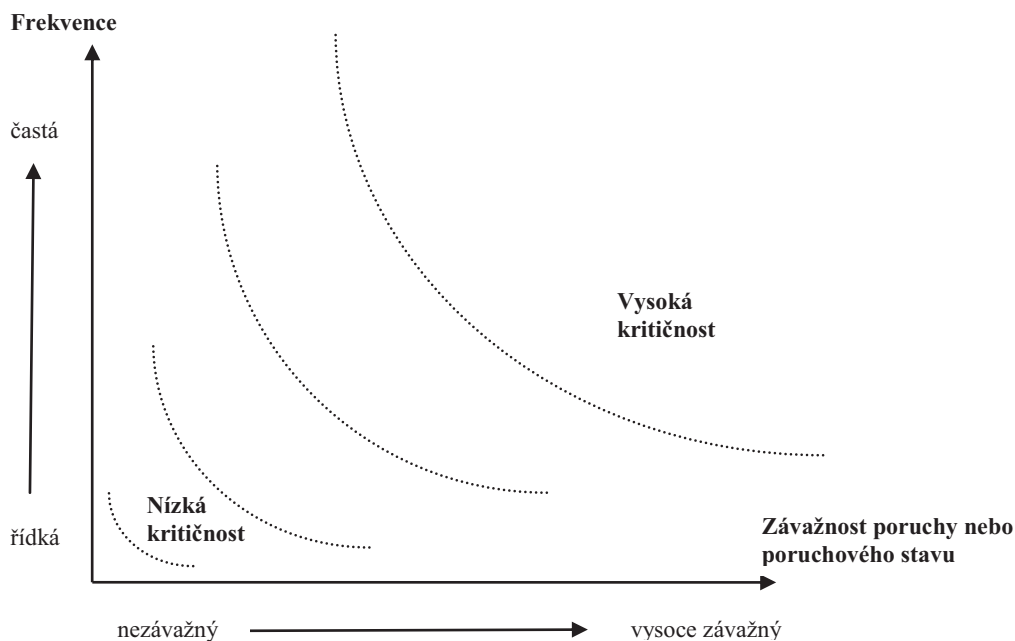
PM2 = Productive Maintenance – produktivní údržba.

TPM = Total Productive Maintenance – totálně produktivní údržba.

RCM = Reliability Centred Maintenance – údržba orientovaná na spolehlivost.

Primární pro strategii údržby (jednotlivé systémy) jsou cíle. Cíle mohou zahrnovat například pohotovost, snižování nákladů, kvalitu produktu, ochranu životního prostředí, bezpečnost či zachování majetku. Cíle údržby by měly korespondovat s celkovými cíli podniku. Každý podnik (výrobní, či nevýrobní ve formě služeb) využívá své prostředky na dosahování svých cílů, a jestliže mají dosáhnout zisku, musí plnit své funkce. [3]

Při tvorbě strategie údržby se často používá matice kritičnosti, na jedné ose je znázorněna frekvence poruch a druhá osa patří závažnosti poruchy. Obrázek 3-5 znázorňuje matici kritičnosti.



Obrázek 3-5: Matice kritičnosti [12]

Nejhorší a nejkritičtější kombinaci představuje nepřijatelný následek s vysokou pravděpodobností, u které je nutné volit takovou strategii údržby, která nedovolí vznik poruchy. Opakem je kombinace bez následků s minimální pravděpodobností vzniku. Tato kombinace volí typ údržby po poruše.

3.4 Systémy údržby

K popsání a definování můžeme vyjít z definice od Miroslava Rakyty, kde systémy údržby jsou souborem organizačních, hmotných, finančních a jiných prvků pro zabezpečování údržby.

Zavedením vhodného systému údržby se zvýší výkonnost provozu a kvalita. Během systému údržby jsou sledované a analyzované poruchy, opotřebení důležitých součástí a návrh logistického nákupu náhradních dílů.

Hlavní úlohy dle [13]:

- Určit hlavní druhy opravárenských prací podle charakteru používaného zařízení a podmínek provozu.
- Stanovit potřebnou periodu opravárenských prací.
- Stanovit nezbytný objem prací na základě norem pracnosti údržbových výkonů, objemu materiálových nákladů, minimalizace prostojů výrobních zařízení.
- Používat moderní metody organizace oprav.
- Vytvořit vhodný systém stimulace na výsledcích údržby.
- Zabezpečit vhodnou organizaci materiálového zabezpečení údržby.
- Zabezpečit vhodnou kvalitu vykonaných údržbových prací.

- Vytvořit systém plánování provozu-údržbových prací s možností integrace do navazujících podnikových činností.

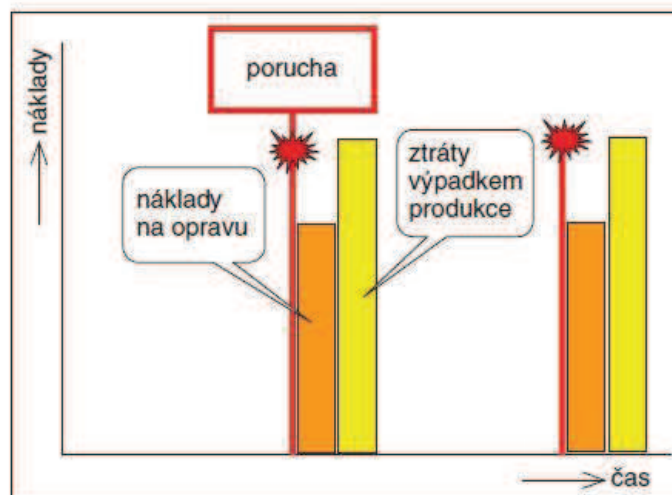
3.4.1 Druhy systémů údržby

Proces údržby je charakterizován různými používanými systémy údržby. U jednotlivých systémů je na obrázku znázorněn také ekonomický dopad nákladů vynaložených na údržbu.

A. Systém údržby po poruše

Systém údržby během samostatného provozu zařízení vyžaduje velmi malé náklady. U zařízení dochází k poruše a poté údržba řeší následky. Systém údržby po poruše je dnes velmi málo používaný. Následky poruchy se projeví v podobě požadavku na opravu systému (výměna poškozených a zničených částí poruchou) a také v podobě dlouhodobé odstávky zařízení a následného výpadku produkce.

Výsledkem jsou tedy časové ztráty a velmi vysoké náklady, které jsou dány dohromady součtem nákladů nutných na opravu zařízení a ztrát z výpadku produkce. Ztráty z výpadku produkce mohou být několikanásobně vyšší, než vlastní náklady na opravu. Veškeré náklady jsou u tohoto systému vynaloženy až po poruše, jak znázorňuje obrázek 3-6. [19]



Obrázek 3-6: Schéma systému údržby po poruše [19]

B. Preventivní údržba

U systému preventivní údržby jsou prováděny časové průběhy spolehlivosti významných částí strojů a zařízení, jednotlivých uzlů systému a jsou u nich stanoveny intervaly oprav. Výhodou preventivní údržby je, že se v naprosté většině předejde poruše. Pokud by však došlo k poruše, její dopady a náklady na opravu jsou nižší až zanedbatelné, než v předchozí variantě údržby po poruše. Je třeba ale počítat s vyššími náklady na plánované opravy podle předem stanoveného plánu (s předstihem zbytečná výměna funkční části systému). Náklady mohou klesat mírněji, ale jsou rovnoměrněji rozloženy v čase, jak je znázorněno na obrázku 3-7. [19]

U tohoto systému jde o přesunutí údržbářských kapacit na činnosti, které mají účinným způsobem zabezpečit předcházení náhlým poruchám. Jde o prohlídky, revize, kontroly, plánované obnovy a výměny, diagnostiku. Charakteristickými znaky preventivní údržby jsou jednotný systém, metodika, plánování a tvorba zásobníku práce, denní a týdenní hlášení a sledování nákladů na stroje a zařízení. U tohoto systému je nutná vyšší organizační

a administrativní náročnost, ale dochází ke zvýšení plynulosti provozu, snížení následků poruch na kvalitu a bezpečnost práce a snížení nákladů na opravy strojů a zařízení.

a) Systémy údržby podle časových plánů

Zásah údržby se uskutečňuje preventivně v daných časových intervalech, často bez ohledu na skutečný technický stav s přihlédnutím na význam zařízení ve výrobním procesu, jeho konstrukci, opotřebení a provozních podmínek.

b) Systém údržby po prohlídce

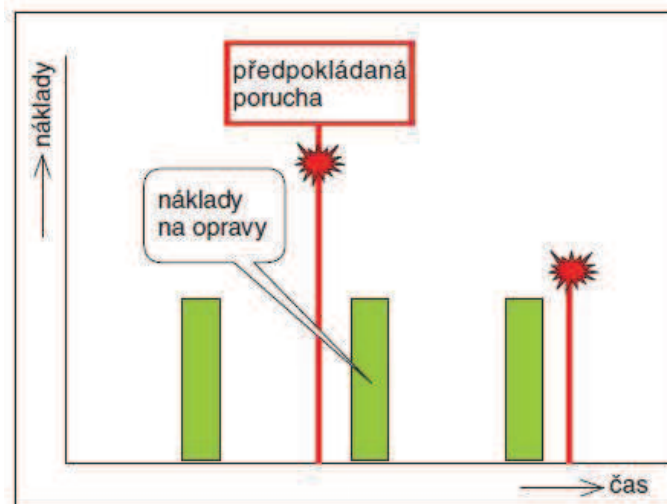
- Periodické prohlídky stavu výrobního zařízení, dávající přehled o opotřebení zařízení.
- Operativní plán oprav, který se sestaví na základě zjištění při plánovaných preventivních prohlídkách.
- V časovém odstupu za prohlídkami se vykonávají samotné údržbové úkony.

c) Systém údržby standardních periodických oprav

Bez ohledu na technický stav zařízení se ve stanovených termínech vykonávají opravy, které jsou vykonány podle předepsaných technologických postupů. Předepsané a vybrané prvky se povinně vymění ve stanovených lhůtách.

d) Systém preventivních periodických oprav

Preventivní technicko-hospodářské opatření, obsluhy, dozor nad zařízeními a všechny druhy oprav, které se vykonávají preventivně a periodicky dle sestaveného plánu. [13]



Obrázek 3-7: Schéma systému preventivní údržby [19]

C. Systém diferencované proporcionální starostlivosti (diferencovaná údržba)

Tato údržba vychází z poznatku, že při poruše strojů a zařízení dojde k výpadku celé výrobní linky, nebo k ohrožení bezpečnosti provozu. Tyto stroje a zařízení jsou kritické. Dochází ke snížení nákladů na údržbu právě preventivní údržbou kritických strojů a zařízení. Diferencovaná údržba má kromě prvků preventivnosti i diferencovaný přístup k opravárenským výkonům na zařízeních podle důležitosti ve výrobním procesu a má podrobnou normativní základnu. [13]

Propočet vychází z:

1. Stupně složitosti stroje.

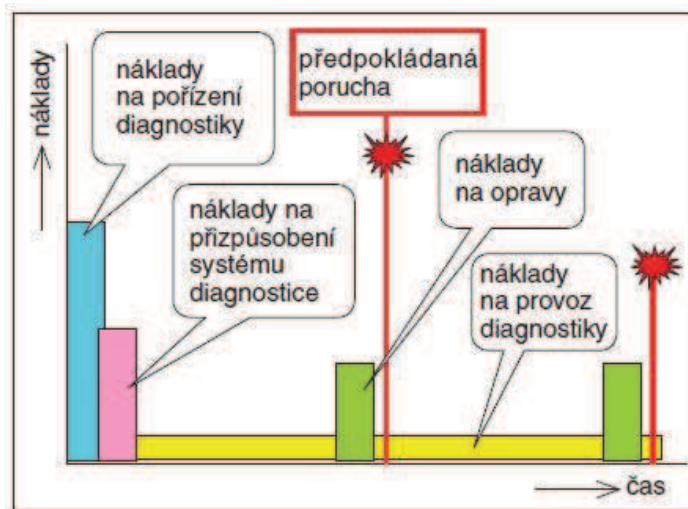
2. Stupně technické úrovně.
3. Technického stavu (opotřebení).
4. Úrovně opravitelnosti (rozsah, náročnost opravy).

D. Systém údržby podle technického stavu (diagnostická údržba)

a) Údržba prediktivní

Stala se využívanou ve spojení s rozmachem technické diagnostiky. Hlavním přínosem je důsledné odstranění poruch, jednotlivé opotřebované a poruchou ohrožené součásti zařízení se opravují a vyměňují v optimálním předstihu. To je v době, která je nutná z hlediska fungování systému, tedy s dostatečnou rezervou před samotnou poruchou, nebo mezním stavem, ale v okamžiku, kdy je příslušná součást již dostatečně opotřebována. Výhodou je pokles nákladů na minimum, náklady na údržbu se oproti předchozím zmíněným variantám snižují. Ztráty dané výpadkem výroby jsou také minimální.

Ke stanovení okamžiku vhodného na údržbu je nutné zařízení trvale, periodicky sledovat a podle zjištěných hodnot provozních parametrů určit tento okamžik. Tím narůstají náklady dané nutností investic do diagnostických systémů a zařízení, pořizovací cena je vysoká. I když jsou nutné investice do diagnostických systémů a zvyšují celkové náklady údržby, většinou se několikanásobně vrátí v podobě úspor na odstranění následků poruch a havárií. [19]



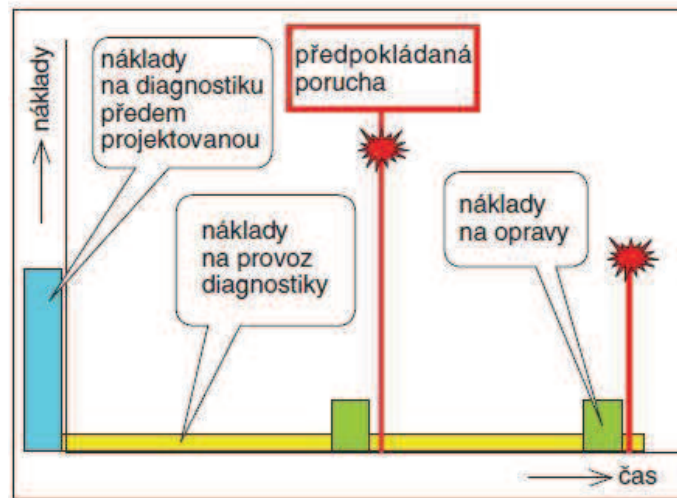
Obrázek 3-8: Schéma systému prediktivní údržby [19]

b) Údržba proaktivní

Tento typ údržby je vylepšením předchozího systému údržby prediktivní. Vychází z prediktivní údržby, kterou dále zdokonaluje, využívá diagnostiky, ale zpravidla mnohem komplexnější. Kombinují se různé samostatné obory diagnostiky tak, aby bylo pokryto celé sledované zařízení.

Důležitá zařízení se navrhují s ohledem na snadný přístup při zavádění diagnostiky v budoucnu. Tedy již při konstruování stroje, či zařízení by mělo být neopomenuto eventuální připojení diagnostických systémů, s umístěním snímačů a měřících míst pro sledování vibrací, teplot, odběr vzorků maziv a další parametry. Při použití proaktivní údržby se především snižují náklady na zavedení diagnostických systémů pro periodické či trvalé sledování

zařízení. Zavedení diagnostického systému na hotovém stroji není vždy jednoduché a může se odrazit ve vedlejších nákladech. [19]



Obrázek 3-9: Schéma systému proaktivní údržby [19]

Diagnostické metody

Moderní systémy údržby obsahují technickou diagnostiku, která je důležitou součástí systémů. Bez účasti diagnostických metod není možné použití moderních systémů prediktivní a proaktivní údržby. Bez použití těchto metod lze provozovat jen nižší úrovně systémů údržby s menší účinností a vyššími náklady.

Pro stručné seznámení s různými typy technické diagnostiky jsou některé vyjmenovány:

- Vibrační diagnostika – vhodná zejména pro klasická strojní zařízení, stroje a přístroje. Měření mechanického chvění, rázů nebo frekvenční analýza patří v současnosti k základním diagnostickým metodám.
- Akustická diagnostika je podobná metodě vibrační. Někdy mluvíme o metodě vibroakustické, protože se vzájemně prolínají.
- Termodiagnostika – v posledních letech se výrazně rozvíjí dynamicky. Využívaná jak u klasických strojních zařízení, tak v energetice, u elektrických strojů. Tam, kde v souvislosti se změnou provozních parametrů dochází k uvolnění tepelné energie a změny teploty.
- Tribodiagnostika se orientuje na problémy tření, mazání, a analýzy olejů a technických kapalin obecně. Dále se ještě využívají metody elektrodiagnostiky, defektoskopie. [19]

3.5 Organizace a řízení údržby

Účinné uvedení systému do provozu a dlouhodobé udržení na optimálních nákladech po celý životní cyklus je potřebné plánovat činnostmi údržby a jejich zabezpečováním a obstarat potřebné zdroje. Tyto činnosti začínají v etapě koncepcí a vývoje a pokračují v průběhu následujících etap životního cyklu produktu.

Dle [13] cíle plánování činností údržby a zabezpečování údržby jsou následující:

- vyvinout koncepci údržby a doplnit požadavky na údržbu a její zabezpečování do systémových požadavků,
- určit účinek systémů udržovatelnosti designu ve formě požadavků na zabezpečování údržby a optimalizovat koncepci údržby,
- definovat požadavky na zabezpečování údržby a plán údržby,
- specifikovat potřebné zdroje.

3.5.1 Centralizovaná údržba

Tato organizační struktura je založená na zodpovědnosti za všechny údržbářské činnosti formou pevně seřazeného sestaveného pořadí. Organizační struktura centralizované údržby se osvědčila v malých a středních organizacích, podíl speciálních činností výrazně ovlivňuje snižování nákladů. [11]

Výhody [13]:

- řízení z jednoho centra,
- technická příprava oprav,
- vedená evidence o strojích a zařízeních,
- konstrukce náhradních dílů,
- zabezpečování komplexních oprav,
- vytvořené podmínky pro identifikace a analýzu příčin poruch.

Nevýhody:

- doprava náradí a náhradních dílů na provoz,
- vážne komunikace,
- prodloužení času opravy.

3.5.2 Decentralizovaná údržba

U této organizační struktury se vychází z toho, že pracovníci jsou přiřazeni na základně odbornosti a pracovních vztahů k jednotlivým nižším pracovním celkům. Údržba provozu pracuje samostatně a má přímé napojení na strukturu organizace provozu výroby. Pracovníci jsou specializováni na zařízení daného provozu. [11]

Výhody [13]:

- údržbu je možno umístit v blízkosti výroby,
- je operativnější,
- nevázne komunikace ani doprava materiálu a náhradních dílů.

Nevýhody:

- vytrácí se odbornost,
- zanedbává se odborný růst údržbářů,
- vytrácejí se informace o strojích a zařízeních a tím není plánování oprav v souladu s celopodnikovým podnikatelským záměrem,

- údržbáři se nedají efektivně využít na jiný provoz.

3.5.3 Kombinovaná údržba

Struktura kombinované údržby, jak název sám napovídá, vychází z kombinace centralizované a decentralizované údržby. Tato forma je nejvýhodnější pro společnosti z průmyslu s rozsáhlým výrobním programem a s vysokým počtem pracovníků v různých kvalifikačních třídách. [11]

Výhody [13]:

- denně operativní zásahy a preventivní údržbu vykonává směnová údržba,
- snížení nákladů na údržbu o 20-30%,
- vliv na zvýšení produkce podniku o 2-5%,
- opravy vyššího typu vykonávají centralizované skupiny po profesích obvykle řízené jedním vedoucím.

Nevýhody:

- dochází k informačním zkratům mezi centralizovanou a decentralizovanou údržbou.

3.5.4 Externí údržba

Tato organizační struktura je ve výrobních podnicích vyskytována v současnosti ojediněle. Je vykonávána externě dodavatelskou organizací. Externí údržba nenes zodpovědnost za technický stav stroje a zařízení, je zodpovědná jen za vykonanou službu a činnosti, které jsou předmětem smlouvy s externí organizací, která zabezpečuje údržbu. [13]

Ještě je dále možné doplnit dodavatelskou (nakupovanou, externí) údržbu, v případě celkového odevzdání cizí organizaci jde o outsourcing údržby. Dalším specifickým typem údržby je integrovaná organizační forma, která vyžaduje univerzální specialisty se širokou škálou vědomostí a zručností. [3]

3.5.5 Faktory ovlivňující organizační strukturu údržby

Externí faktory:

- právní předpisy a legislativa,
- předpisy o ochraně životního prostředí a bezpečnosti práce,
- koncepce investičního rozvoje,
- finanční zdroje a úvěrová politika.

Interní faktory:

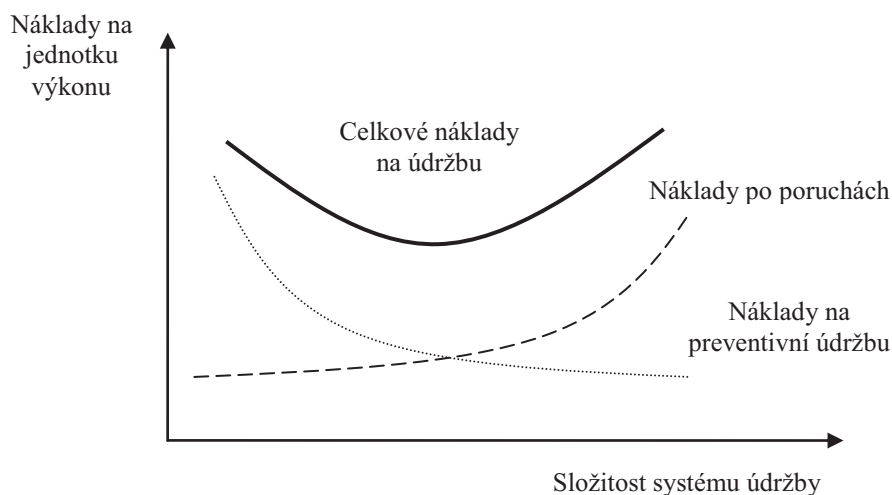
- velikost podniku, jeho lokalita,
- typ výroby a výrobní program,
- náročnost výroby na úrovni kvality,
- technická úroveň základních prostředků,

- úroveň výrobních zařízení, jejich technický stav a technologické vlastnosti. [13]

3.5.6 Náklady na údržbu

O nákladech na údržbu pojednává norma ČSN EN 15341 Údržba – klíčové indikátory výkonnosti údržby. Tyto náklady jsou jedním z rozhodujících faktorů, na kterých jsou založeny ukazatele výkonnosti. Celkové náklady na údržbu zahrnují: mzdy, platy a přesčasy pracovníků (řídících, vedoucích, podpůrných a přímých); dodatečné náklady ke mzdám pro uvedené osoby (daně, pojištění, zákonné příspěvky); náklady na náhradní díly a spotřební materiál; náklady na nářadí a zařízení; náklady na dodavatele, na pronajaté zařízení; náklady na konzultační služby; administrativní náklady na údržbu; náklady na vzdělávání a školení; náklady na činnosti údržby vykonávané lidmi z výroby; náklady na dokumentaci, náklady na energii a technické vybavení. Výjimkou mohou být například náklady na změnu vyráběného produktu, nebo čas výměny, odpisy strategických náhradních dílů a náklady na prostoje. [20]

Poměr mezi náklady na preventivní údržbu a na údržbu po poruše vyplývá z obrázku 3-10. Čím vyšší jsou investice do preventivní údržby, tím jsou nižší náklady na údržbu po poruše. Celkové náklady jsou podle obrázku 3-10 rovny vždy pro dvě struktury údržby.



Obrázek 3-10: Průběh nákladů na údržbu [11]

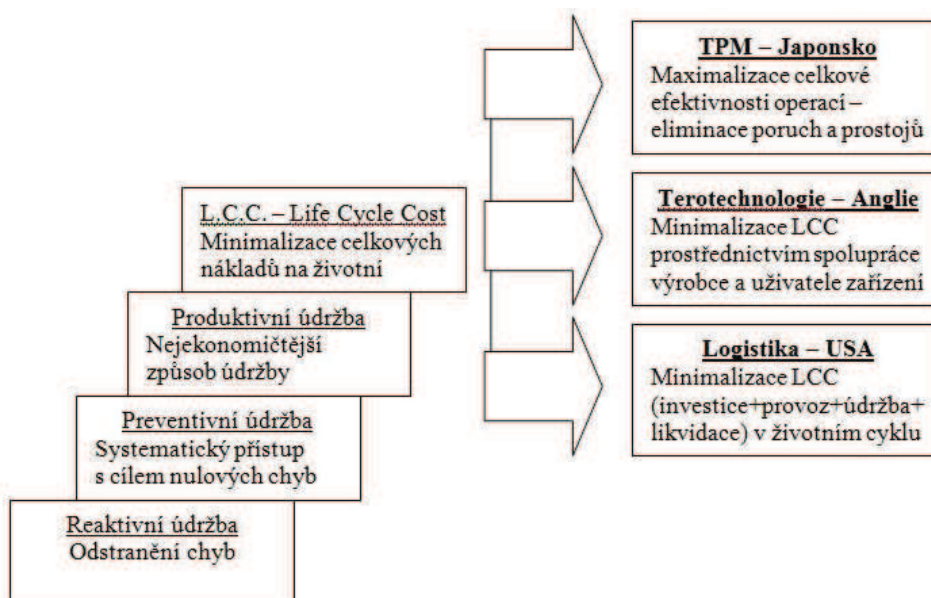
4 TPM – Total Productive Maintenance

Tato kapitola bakalářské práce pojednává o jedné z nejmodernějších filozofií organizace udržování zařízení ve výrobním procesu. Jedná se o Total Productive Maintenance, také Totální produktivní údržba (dále jen TPM). TPM bude popsána a tímto typem údržby je navázáno k další kapitole, zabývající se případovou studií konkrétního zařízení, kde bude výstupem částečná aplikovatelnost pilířů TPM. Současný světový trend ukazuje, že bude potřeba moderního procesu údržby na vyšší úrovni, aby se zachoval nepřetržitý proces zlepšování, který je potřeba pro zabezpečení konkurenceschopnosti a snižování nákladů. Jedním z moderních procesů je metoda TPM – vzájemné propojení výroby a údržby, s technickým zabezpečením konstrukce a technologie

4.1 Úvod do TPM

Pravidlo produktivní údržby říká, že údržba musí, stejně jako hlavní výrobní oblasti, maximálně přispívat ke zvyšování produktivity a stát se produktivní údržbou. TPM jde o překonání tradičního dělení lidí na pracovníky daného stroje a na pracovníky, kteří stroj opravují. Vychází se z předpokladu, že právě pracovník, který obsluhuje stroj, má šanci nejdříve zjistit jakékoliv nesrovnalosti během pracovního výkonu a identifikovat potenciální zdroje budoucích poruch výrobního zařízení. V TPM se malé údržbářské činnosti přenáší z klasických oddělení údržby přímo na výrobní pracovníky a výrobní úseky. Mottem TPM je: „Chraň si svůj stroj a starej se o něj vlastníma rukama“. Obsluha se učí porozumět svému stroji. [3]

Na obrázku 4-1 vidíme další komplexní koncepty pro řešení problémů ve výrobě, které vznikly ve světě.



Obrázek 4-1: Koncepty pro řešení problémů ve výrobě [13, upraven]

Jeden z konceptů využívaných v prevenci před výskytem poruch představuje TPM.

Prvky, kterými se liší TPM od systémů vytvořených v Evropě a USA jsou hlavně:

- zavedení aktivit malých skupin (týmová práce),

- údržba je vykonávána operátorem zařízení,
- zavedení prvků bezpečnosti na pracovišti,
- příjemné pracovní prostředí je základ výkonnosti lidí.

4.2 Historie a definice TPM

Autorem systému TPM je Seichi Nakajima, který postupně v 50-tých a 60-tých letech studoval systémy pro preventivní údržbu a produktivní (Preventive Maintenance) v USA a v Evropě. Tyto přístupy dále rozvíjel a analyzoval odlišnosti. Svoje poznatky zpracoval v komplexním návrhu, který dostal pracovní název Total Productive Maintenance – Totálně produktivní údržba. V roce 1971 tento systém Seichi Nakajima zavedl do japonských podniků.

TPM byla japonským institutem pro podnikovou údržbu (Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM) [21] v roce 1971 definována:

1. TPM se zaměřuje na maximalizaci celkové efektivnosti zařízení.
2. TPM využívá PM analýzu v celém životním cyklu zařízení.
3. TPM je implementována v rozličných odděleních podniku (příprava výroby, výroby, údržba).
4. TPM zapojuje do svých aktivit všechny pracovníky – od vrcholového vedení až po dělníky.
5. TPM je založená hlavně na produktivní údržbě vycházející z motivace managementu a práce autonomních týmů.

V roce 1989 přijal institut JIPM novou definici TPM, protože se TPM rozšířila z výrobního oddělení na celý podnik a zapojila do činností TPM také oddělení nákupu, vývoje, prodeje apod.

TPM je tedy dle [21] nově definována takto:

1. TPM se důkladně zabývá celým systémem tak, aby se předcházelo všem druhům ztrát na pracovišti, nebo na zařízení (nulové prostoje, nulové neshodné výrobky, nulové ztráty rychlosti, nulové nehody a úrazy).
2. TPM se nezavádí jen ve výrobě a v kooperujících odděleních, ale v celém podniku včetně oddělení nákupu, prodeje, vývoje, administrativy apod.).
3. TPM zapojuje do svých aktivit všechny pracovníky podniku – od top managementu až po dělníky.
4. TPM usiluje dosáhnout nulové ztráty s pomocí činností v malých autonomních týmech.

4.2.1 Cílové aktivity TPM v podniku

TPM je soubor aktivit zahrnující všechny útvary podniku s cílem:

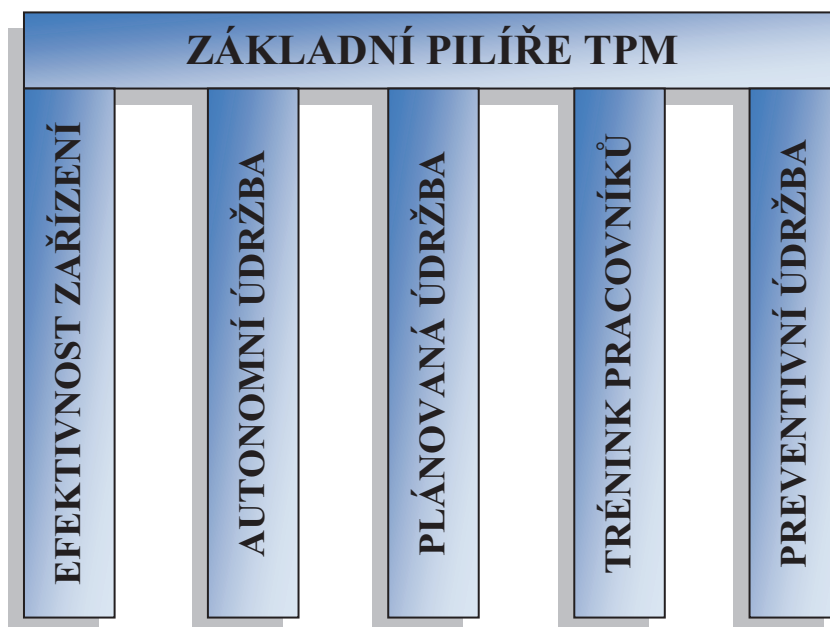
- vytvořit takovou strukturu podniku, která zajistí maximální efektivnost vyrobeného systému,
- eliminovat poruchy, chyby a všechny další ztráty na zařízeních,
- zvyšovat postupně efektivnost zařízení,

- zlepšovat zisk firmy,
- vytvořit vyhovující pracovní podmínky,
- motivovat a zapojit všechny pracovníky a všechny útvary od dělníků po top management do zlepšování,
- dosáhnout nulových ztrát prostřednictvím týmové spolupráce. [13]

4.3 Základní pilíře TPM

Filosofie TPM spočívá nejenom v předcházení poruchám, ale také v redukci chyb, krátkodobých prostojů, ve zkracování doby změn sortimentu apod. TPM je progresivní přístup organizace údržby, který objektivně vyžaduje stále složitější výrobní zařízení, nářadí a přístroje. [21]

TPM koncept je tvořen pěti základními pilíři, které znázorňuje obrázek 4-2. Každý pilíř sleduje částečný svůj cíl a je složen z definovaných kroků programu. Tyto pilíře budou jednotlivě spolu s jejich hlavními aktivitami následně zmíněny.



Obrázek 4-2: Základní pilíře TPM [13, upraven]

4.3.1 Hodnocení celkové efektivity zařízení

Ukazatel CEZ sledujeme u důležitých strojů a zařízení pro měření celkové efektivity zařízení neboli produktivity. Koeficient celkové efektivity zařízení se často vyskytuje s anglickým názvem Overall Equipment Effectiveness (OEE). CEZ (OEE) je funkcí šesti hlavních ztrát. Zodpovědnost za činnosti související s eliminací hlavních ztrát je založena hlavně na práci výrobních týmů, kterým pomáhá oddělení údržby, oddělení výroby a technické přípravy výroby. Hlavní ztráty ve výrobním procesu jsou následně zmíněny. Kromě celkové efektivity zařízení se počítá ještě TEEP (celková produktivní efektivity zařízení). [3]

Ztráty ve výrobním procesu

Organizace údržby prostřednictvím TPM systému úzce souvisí se ztrátami vzniknutými v průběhu provozu stroje a zařízení. Ztráty jsou modifikované na základě daného způsobu výroby, provozu a údržby daného zařízení a na základě lidských chyb. Při provozu strojů a zařízení musíme počítat s těmito ztrátami [22]:

- **prostoje** – vyplývající z poruch strojů (ztráta funkce – porucha), a také z neplánovaného prostoje (nedostatek materiálu, absence pracovníka),
- **čas na seřízení a nastavení parametrů** (změna materiálu, nástroje, nebo nastavení stroje pro nový rozměr),
- **ztráty způsobené přestávkami ve výkonu zařízení** (poruchy – omezující funkci se sníženým výkonem, chod naprázdno – dočasné problémy stroje způsobené například vzpříčením,
- **ztráty rychlosti průběhů výrobních procesů** (rozdíl mezi projektovanou a skutečností rychlostí),
- **kvalitativní důsledky procesních chyb** (ztráty kvality způsobené nesprávným provozem stroje),
- **snížení výkonu v etapě náběhu výrobních procesů** (ztráty ve výkonu – technologické zkoušky).

Tento ukazatel měří globální účinnost zařízení a je výsledkem násobku třech parametrů. Je dán vztahem:

$$CEZ = Dostupnost \times Výkon \times Kvalita = A \times E \times Q \quad [13]$$

kde

A – je ukazatel využitelnosti (pohotovosti) zařízení.

P – ukazovatel výkonnosti (míra výkonnosti).

Q – míra kvality, tzn. podíl shodných výrobků na celkové produkci.

Jednotlivé ukazatele jsou dány vzorci: [13]

$$A = \frac{\text{plánovaný čas provozu} - \text{čas přerušení}}{\text{plánovaný čas provozu}}$$

$$E = \frac{\text{normovaný čas na kus} \times \text{počet vyrobených kusů}}{\text{skutečný operační čas}}$$

Skutečný operační čas = plánovaný čas provozu – čas přerušení.

$$Q = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - \text{počet vadných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

4.3.2 Autonomní údržba

Autonomní údržba je důležitým prvkem provádění údržby v moderních výrobních podnicích. Při autonomní údržbě některé údržbářské zásahy vykonávají operátoři. Ostatní zásahy, které jsou komplikované a vyžadují speciální kvalifikaci, provádějí nadále údržbářské úseky. Operátoři při provádění základních údržbářských úkonů znají lépe zařízení a výhodou jsou zkušenosti z výroby. Pomocí těchto předpokladů mohou detekovat a odhalit možnou potenciální poruchu při nesrovnalostech chodu zařízení. [3]

Autonomní údržba znamená:

- Samostatné provádění některých údržbářských činností obsluhou.
- Účast obsluhy na údržbě a zlepšování stroje a zařízení.
- Spoluodpovědnost obsluhy za provozuschopnost stroje a zařízení.

Předpokladem autonomní údržby je tedy znalost zařízení ze strany obsluhy. Pouze minimum činností je intuitivních, většina musí být naučena v rámci školení, tréninků a zkušeností v provozu. Mezi hlavní úkoly autonomní údržby patří: čištění strojů a zařízení a opatření proti zdrojům znečištění, vykonávání standardů pro čištění, mazání a kontrolu zařízení, monitorování a identifikování zdrojů poruch, zlepšování zařízení, spoluúčast na prevenci, provádění některých jednoduchých oprav, spolupráce obsluhy se specialisty při opravách.

Zavedení autonomní údržby představuje pro podnik přínosy. Specializovaný údržbář se nemusí věnovat základním údržbářským úkonům (základní preventivní prohlídky, mazání, čištění), neboť tyto úkony bude vykonávat operátor. Dále je velkým přínosem větší propojenost operátora se zařízením a tím možné identifikace nesrovnalostí během provozu a odhalení možných zásadních poruch a problémů. [23]

Autonomní údržba je implementována v sedmi krocích, které můžeme zařadit do třech fází. V první fázi se jedná o kroky, které vedou ke snaze zabezpečit základní podmínky pro práci stroje, které jsou důležité pro efektivní autonomní údržbu. Zejména jde o zlepšení prostředí, kde stroj pracuje (opatření proti zdrojům znečištění, čištění, mazání, uplatnění metody 5S). Těmito kroky jsou:

1. Počáteční čištění.
2. Odstraňování zdrojů znečištění.
3. Normy čištění a mazání.

Ve druhé fázi jsou hlavními kroky takové činnosti, které se týkají provádění základních prohlídek a kontrol a následného opatření. Obsluha by měla být dostatečně seznámena se zařízením a měla by rozpoznávat nesrovnalosti chodu a umět je dále vyřešit, zlepšovat znalosti provádění následných zásahů.

4. Kontrola stavu zařízení.
5. Autonomní kontrola.

Ve třetí fázi se jedná o poslední dva kroky, ve kterých jde především o zlepšování a zdokonalování aktivit získaných zkušenostmi s provozem zařízení a také znalostmi péče a zařízení. Důležité je pochopení celkového významu autonomní údržby při zavádění.

6. Organizace a pořádek.
7. Plně autonomní údržba.

Při implementaci těchto sedmi kroků je důležité, aby každý krok byl obsluhou dobře pochopen a byl správně implementován.

S prvními kroky pilíře autonomní údržby koresponduje také metoda 5S, která je jedním z prvních kroků zavádění metody TPM. 5S označuje pět základních japonských slov, které tvoří kontrolní seznam úkonů pro dosažení dobrého hospodaření a většího pořádku a disciplíny na pracovišti. Jedná se o kroky seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke. Často uváděnými jsou jejich anglické ekvivalenty sort (roztřídit), straighten (srovnat), scrub (vyčistit), systematize (systematizovat) a standardize (standardizovat).

1. Seiri: zahrnuje klasifikaci všech položek na pracovišti do dvou kategorií – potřebné a zbytečné a následné odstranění těch zbytečných.
2. Seiton: po proběhnutí prvního kroku je důležité věci klasifikovat podle používání a seřadit je tak, aby nalezení vyžadovalo minimum času a úsilí. Věci musí být uspořádány, každá položka musí mít své místo určení, název a objem.
3. Seiso: v tomto kroku se jedná hlavně o důležité čištění pracoviště včetně nástrojů a strojů. Během čištění může obsluha narazit na drobné poruchy a nedostatky.
4. Seiketsu: rozšíření čistoty v podobě udržované a nezávadného stavu a také ve formě vlastní koncepce čistoty (vhodný pracovní oděv, ochranné brýle, rukavice, pracovního boty).
5. Shitsuke: jedná se o disciplínu, zavedení standardů pro každý z pěti kroků a zajištění jejich vykonávání. Kroky by měly být naprostou rutinní záležitostí. [24]



Obrázek 4-3: Metoda 5S [25]

4.3.3 Plánovaná údržba

Další hlavní pilíř se týká plánované údržby, která může být ve formě plánované preventivní, nebo plánované prediktivní údržby. Náplní plánované údržby jsou především preventivní inspekce a preventivní opravy. Ty jsou prováděny na základě zjištěných nesrovnalostí v průběhu preventivní prohlídky a identifikují místa, kde hrozí potenciální výskyt poruchy a výpadek provozu. Cílem plánované údržby je předcházení poruchám včasným odhalením při periodických kontrolách a následné opravení identifikovaného problému. [23]

Podle [11] můžeme plánovanou údržbu zavést v sedmi krocích: určení údržbových priorit; odstranění slabých míst; vybudování informačního systému; začátek plánované údržby; zvýšení výkonnosti údržby; zlepšená údržba; plánovaný údržbářský program.

4.3.4 Trénink pro zlepšení zručnosti pracovníků

Vzdělávání a trénink pracovníků je stavebním kamenem TPM, který podpírá všechny jednotlivé části programu. Operátor zařízení je postupně zapojován do autonomní péče a přebírá určité činnosti technika údržby. Operátor se postupně vzdělává ve specializovaných oblastech péče o zařízení a stává se tak schopnějším řešit naléhavé drobné problémy okamžitým osobním zásahem, může se zapojovat do přestavby stroje a jeho rozvíjející schopnost může vést i k další iniciativě jako jsou například zlepšovací návrhy chodu stroje či uspořádání pracoviště v souvislosti s péčí o stroj. [23]

Trénink techniků údržby je soustředěn na získávání hlubších technických znalostí o strojích. Dále se jedná o zapojení techniků údržby do provádění a vyhodnocování analýz rizikovitosti, poruchovitosti strojů, které jsou využívány k odstraňování velkých problémů strojů a zařízení.

V podnikové praxi existuje pět hlavních důvodů pro vznik problémů na strojích, které se musí pracovníci naučit identifikovat, analyzovat a navrhnout nápravná opatření. [3]

- a) Neschopnost plnit základní požadavky údržby strojů.
- b) Nedodržování pracovních podmínek (teplota, rychlost, tlak apod.).
- c) Chybějící kvalifikace (chyby kontroly, chyby obsluhy, apod.).
- d) Opotřebení (ložiska, ozubená kola, středící prvky apod.).
- e) Konstrukční chyby (materiál, dimenzování apod.).

4.3.5 Systém pro návrh preventivní údržby a managementu

Systém preventivní údržby byl již popsán v kapitole 3.4. Jedná se údržbu stroje, nebo zařízení podle předem stanoveného časového plánu prohlídek. Cílem je předcházet poruchám včasným vyhledáváním a odstraňováním možných příčin jejich vzniku, dále sestavení plánu preventivních oprav a jejich dodržování. Preventivní údržba sleduje tři hlavní zásady prevence: zachování normálních podmínek, včasné odhalení potenciálních nesrovnalostí a rychlá reakce.

Preventivní údržba vyžaduje provedení následujících kroků s ohledem na jednotlivé stroje a zařízení:

- vytipovat stroje a zařízení pro program preventivní údržby,
- definovat činnosti, které budou v rámci preventivní údržby vykonávány,
- stanovit časové intervaly mezi definovanými činnostmi,

- stanovit systém efektivního plánování a řízení dokumentace plynoucí z preventivní údržby.

Nevýhodou preventivní údržby jsou odstávky strojů a zařízení, které je potřeba provést a tím dochází k přerušení provozu. Důležitý je systém plánování preventivních prohlídek a kontrol, případně oprav.

Preventivní prohlídky údržby jsou spojené například s čištěním, kontrolou, výměnou, nastavením, doplněním, které vychází z návodů na obsluhu a provoz stroje a jsou předepsané výrobcem, také jsou definované specializovaným pracovníkem údržby na základně jeho zkušeností a statistik poruchovosti. [23]

4.3.6 Dva hlavní cíle TPM v oblasti člověk – stroj – pracovní prostředí

a) Návrh optimálních podmínek pro systém člověk – stroj:

Nejdůležitějším prvkem v tomto systému je vždy člověk. Jemu musí být systém přizpůsobený. Toto se dá dosáhnout následovně:

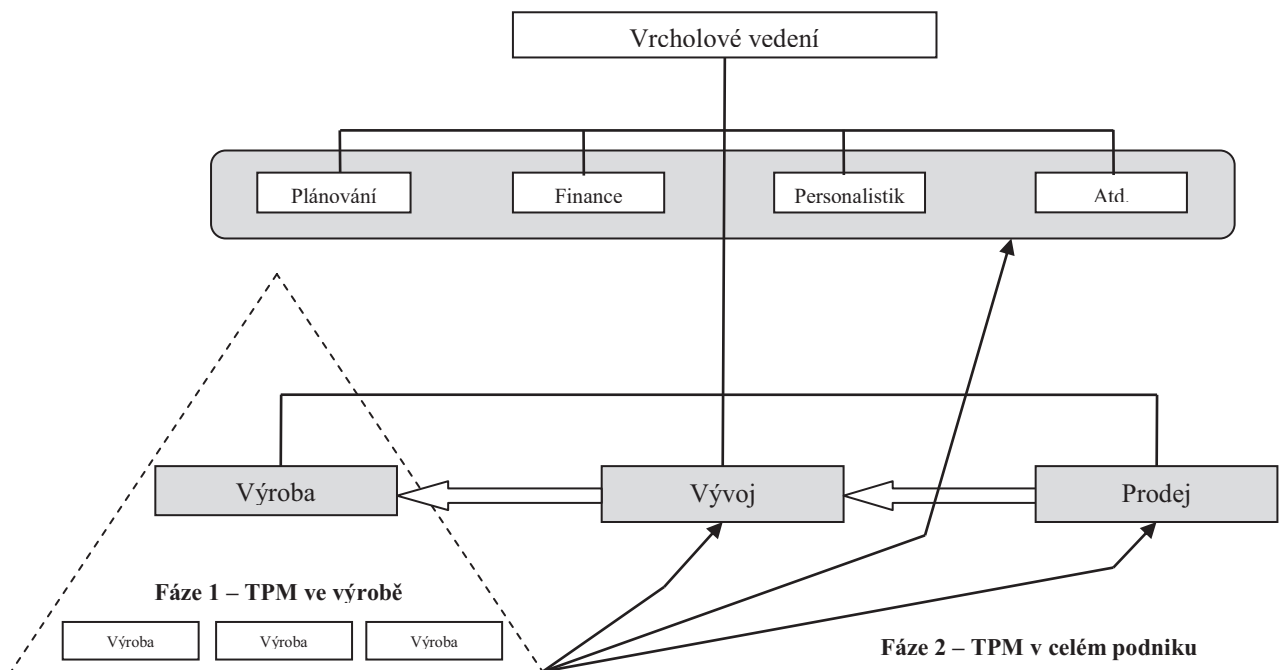
- Obnovením optimálních provozních podmínek (údržba, výroba, technologie a konstrukce musí kooperovat při zlepšování).
- Zařízení musí trvale pracovat v těchto optimálních pracovních podmínkách (zodpovědnost musí být rozdělena mezi operátora, údržbu a konstrukci).

b) Zlepšení celkové kvality pracovního prostředí:

- Změna chování lidí
- Změna zařízení – s tím se mění i postoj pracovníků k jejich práci (čištění se stává kontrolou, kontrola odholí všechny abnormality, abnormality je možné odstranit nebo zlepšit, odstranění nebo zlepšení abnormalit má pozitivní efekt na lidi, pozitivní efekty vedou k hrdosti na svoje pracoviště). [22]

4.4 Implementace TPM

Prostředí podporující TPM musí být vytvořeno a následně udržováno. Vedoucí úlohu v tomto sehrává vrcholové vedení. Změny se musí projevat v celé organizaci, pokrok a pozitivní výsledky je těžké udržet, když se nebere v úvahu okolí. Plánování a příprava jsou důležitým klíčem k úspěšnému zavedení TPM v rámci celé firmy a musí se realizovat ve dvou fázích, které vidíme na obrázku 4-4 fáze implementace TPM. Přípravné období trvá 3 až 6 měsíců. Během této doby se vytváří prostředí pro dobré zavedení a rozšíření programu TPM, management firmy představuje své rozhodnutí a zavedení programu TPM. Tento krok je důležitý z hlediska hrozících nedorozumění při zavádění nového pracovního systému. [3]



Obrázek 4-4: Fáze implementace TPM [3]

Projekt zavedení TPM můžeme zařadit mezi dlouhodobé projekty, které mají dobu trvání 2,5 až 3 roky ve velkých podnicích a je potřeba při zavádění důležité pochopení celé metody a projektový přístup. Začátek projektu je určený [13]:

- přesně definovanými cíli,
- definovanou vizí a strategií vedoucí k dosáhnutí cílů,
- určenými termíny zahájení, kontroly a ukončení,
- definovanými zdroji, náklady a přínosy pro podnik,
- přesně definovanými pravomocemi a zodpovědností,
- přesně definovanými pravidly motivace a odměňování.

Praktické kroky při implementaci systému TPM

1. Zaútoč na 6 ztrát – zlepší CEZ
2. Nastartuj plánování, preventivní údržbu – produktivní údržbu.
3. Zaveď autonomní údržbu.
4. Realizuj trénink a vzdělávání.
5. Zlepší technický stav zařízení, realizuj prevenci v údržbě.
6. Navrhni systém motivace a odměňování pracovníků za TPM (zmiňuj cenu za TPM v podniku).

Podle Seichi Nakajimy je pro zavedení TPM potřeba základních dvanáct kroků, které vidíme v tabulce 4-1.

Stav	Krok	Detaily
Příprava	1. Oznámení rozhodnutí vrcholového vedení o zavedení TPM.	TPM – přednášky a kurzy ve firmě, články o výhodách TPM ve firemních novinách.
	2. Start vzdělávání a kampaně pro zavedení TPM.	Manažeri – semináře, setkání podle úrovní. Všeobecně – prezentace folií a prezentace projektu TPM
	3. Vytvoř organizační jednotky pro propagaci TPM.	Vytvoř speciální rady (komise) na každé úrovni pro propagaci TPM, vytvoř centrální útvar a přiřaď mu zaměstnance.
	4. Vytvoř vizi a politiku TPM a jeho cíle.	Analyzuj existující podmínky, urči cíle.
	5. Formuluj hlavní plán pro zavedení TPM.	Připrav detailní implementační plány pro těchto pět základních aktivit.
Předběžná implementace	6. TPM zahájení.	Pozvi klienty, sesterské firmy a dodavatele.
TPM implementace	7. Zlepši výkonnost každého zařízení.	Vyber modelová zařízení, vytvoř projektové týmy.
	8. Navrhni program autonomní údržby.	Propaguj sedm kroků autonomní údržby a vytvoř metody pro certifikaci pracovníků.
	9. Navrhni program plánované údržby pro oddělení údržby	Zahrň periodickou a prediktivní údržbu a management náhradních dílů, nástrojů, pracovníků příkazů a plánů.
	10. Zahaj a realizuj trénink pro zlepšení zručnosti v operacích údržby.	Trénuj vedoucí společně, vedoucí sdílejí informace s členy skupin.
	11. Vytvoř časový program managementu zařízení.	Preventivní údržba, komisionální kontrola.
Stabilizace	12. Zlepšuj TPM implementaci a rozšiř počet aplikací TPM	Hodnot' – ceny pro produktivní údržbu – urči vyšší cíle.

Tabulka 4-1: Dvanáct kroků implementace TPM [21]

4.4.1 Přínosy metody TPM

TPM se zabývá celou řadu požadavků z výrobní oblasti, které pomohou podniku zvyšovat jeho konkurenční schopnost. Patří k nim především:

- snižování nákladů na údržbu a opravu,
- zkracování výrobních časů,
- zvyšování kapacity výrobních zařízení,
- zlepšení procesů,
- zvyšování motivace zaměstnanců,
- snižování poruch a prostojů.

První zlepšení je možné očekávat v průběhu šesti měsíců.

- První tři měsíce se čistí stroje a zavádí se pořádek (5S).
- Další tři měsíce jsou zaměřeny na redukci přerušení, tvorbu technické dokumentace a standardů.
- Po šesti měsících by měla přerušení klesnout o cca 30 až 50 %. [13]

Tyto tři časové pásma můžeme přesto označit jen za start dlouhodobého procesu.

Typické přínosy metody TPM

- Zvýšení CEZ o 20 – 30 % (tento údaj silně závisí na typu technologií a výroby), špičkové hodnoty se pohybují okolo 85 – 90 %.
- Kromě zvýšení produktivity zařízení však TPM přináší i systematické řešení příčin problémů, které byly předtím neřešené, a přináší další vedlejší efekty – například zvýšení pružnosti redukcí časů na přestavby strojů a linek anebo zvýšení stability procesu eliminací příčin nekvality.
- Redukce poruchovosti o 50 – 80 %.
- Redukce vícepráce opravováním vadných výrobků o 50 – 70 %.
- Úspory v desítkách milionů na nových investicích, které vznikly efektivnějším využíváním existujících zařízení a prodloužením jejich životnosti.
- Redukce nákladů na náhradní díly a snížení zásob náhradních dílů.
- Minimalizace rizika výpadku klíčových zařízení při optimálních nákladech na údržbu.

Mezi omezení a rizika můžeme zařadit:

- Nízká kvalifikace a motivace personálu ve výrobě.
- Problémy spolupráce mezi výrobou a údržbou.
- Neznalost principů TPM na straně vrcholového managementu.
- Nejasné cíle a postup projektu TPM.
- Netrpělivost – první měřitelné efekty TPM se projevují po 1 – 1,5 roku implementace.
- Nedostatek času, nízká priorita, jednostranná orientace na výrobní výkon údržby. [26]

5 Případová studie – údržba stomatologické soupravy

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na případovou studii konkrétního zařízení, kterým je stomatologická souprava Diplomat Consul DC 350 od společnosti Diplomat Dental, s.r.o. Bakalářská práce pracuje s termínem údržby a ta se stala motivem této praktické části.

Údržba nemusí být jen myšlena podpurným procesem vykonávaným jen ve velkých strojírenských podnicích, ale je obecně použitelná i v jiných odvětvích. V případové studii se jedná o zařízení používané ve zdravotnictví. Vzhledem k potřebným datům a jejich složitosti a rozsahu bakalářské práce byla zvolena případová studie stomatologické soupravy. Stomatologická souprava je také strojírenský produkt, i když je využívána v nevýrobní oblasti. Stomatologická souprava je používána v soukromé zubní ordinaci, kde lékařem a provozovatelem ordinace je MUDr. Dana Zoubková.

Před popisem stomatologické soupravy jsou zmíněny v první části kapitoly základní informace, filosofie a technologie společnosti Diplomat Dental, dále stručná zmínka o dalších vyráběných produktech. V další části kapitoly se zaměříme na samotnou stomatologickou soupravu, k popisu je přiloženo schéma soupravy a také obrázky jednotlivých částí, nechybí rozměry a technické parametry. Z celé soupravy, rozumíme tím samotnou soupravu včetně částí mimo stomatologické křeslo, jsou vybrány důležité části, které jsou detailně popsány a u těchto částí uvedeme doporučenou běžnou údržbu a také preventivní údržbu. Všechny jednotlivé části tvoří se stomatologickým křeslem složité zdravotnické zařízení.

5.1 Informace o společnosti Diplomat Dental

Diplomat Dental s.r.o. dosahuje vysoké kvality svých výrobků díky zkušenostem v oblasti vývoje a výroby stomatologické techniky získaných během více než 60 let činnosti. Řady výrobků Diplomat nabízí stomatologům od kompletních stomatologických souprav, křesel a stoliček až po operační svítidla spolehlivou techniku celosvětového významu. Značku Diplomat charakterizuje mimořádná kvalita, moderní design, inovativní technologie a sofistikovaná ergonomie.

Ještě pod starým obchodním názvem Chirana-Dental, s.r.o., udělala společnost výrazné změny v oblasti koncentrace výrobních a vývojových kapacit. Zaměřila se výhradně na stomatologickou techniku, posílení komerčních a servisních činností a uvedla značku Diplomat na světové trhy. Zvýšila se kapitálová vybavenost a od základu se inovovaly výrobní technologie a organizační struktura společnosti. Od roku 1997 to dokazuje svými přesvědčivými mezinárodními úspěchy i nová produktová řada Diplomat už ve třetí generaci. Řada Diplomat nabízí stomatologům spolehlivou techniku v celosvětovém významu. [27]



Obrázek 5-1: Logo Diplomat Dental [27]

Filosofie, technologie a výroba společnosti Diplomat Dental

Hlavním cílem společnosti je spokojenost zákazníků s výrobky značky Diplomat po celém světě. Ve smyslu hesla „Evolution in Practice“ jsou výrobky neustále vyvíjeny a zdokonalovány týmem specialistů, a to podle nejnovějších poznatků v oblasti techniky, ergonomie, zásad hygieny, bezpečnosti pacienta i individuálních požadavků stomatologů.

Základem práce společnosti je intenzivní komunikace v řetězci vztahů zákazník-distributor-výrobce, která ve velmi krátkém čase umožňuje implementovat požadavky zákazníků do nových výrobků, nebo často produkovat výrobky na míru, přesně podle individuálního požadavku klienta.

Jednotlivé komponenty jsou vyráběny inovativními technologickými postupy NC a CNC obráběcích strojů. Technologie laserového vypalování a robotického svařování zvyšuje kvalitu, přesnost a efektivitu výroby. V zájmu prodloužení životnosti je mnoho dílů povrchově galvanicky upravovaných. Pro dodržení vysokých parametrů kvality jsou v procesu používány přesné 3D měření. Na konci výrobního procesu je každý výrobek komplexně přezkoušen. Výrobky jsou zhotoveny z kvalitních materiálů, společnost také dbá na to, aby výroba byla co nejšetrnější k životnímu prostředí.

V současné době společnost mezi stomatologickými soupravami nabízí tři modelové řady. Těmi jsou zmíněný Diplomat, dále řada Adept a řada Lux. Celkem společnosti nabízí v těchto třech verzích patnáct provedení stomatologických souprav, od modelů s poměrem výkon-přijatelná cena až po soupravy splňující nejnáročnější potřeby lékaře.

Mimo stomatologické soupravy společnost nabízí samostatná stomatologická křesla ve třech provedeních, stomatologické stoličky a speciální osvětlení Xenos, nebo Sirius. Z dalšího segmentu vyráběných produktů zmíníme ještě dentální kompresory KD. Společnost Diplomat-Dental nabízí také kompletní servis souprav a stomatologických zařízení, prodej náhradních dílů a spolupracuje se servisními centry a prodejci. [27]

5.2 Stomatologické souprava Diplomat Consul DC350

Stomatologická souprava Diplomat Consul DC350, znázorněna na obrázku 5-2, se vyznačuje maximální variabilitou nástrojů podle požadavků lékaře. Tento typ stomatologické soupravy je vybavený na velkém nerezovém stolku lékaře šesti nástroji a na části asistenta až třemi nástroji včetně odsávacího zařízení. Souprava může být vybavena elektrickou regulací množství chladicí vody pro každý nástroj. Pro pacienta je určen dle potřeby plivátkový blok s otočnou, odnímatelnou a sterilizovatelnou miskou, kterou je možno ovládat i elektronicky. Plivátkový blok umožňuje zabudování odsávacího systému Cattani, Metasys a nebo Dürr s automatickou dezinfekcí celého odsávacího systému a hadic i dekontaminací vodních cest. Pro naši stomatologickou soupravu je použit odsávací systém Metasys.



Obrázek 5-2: Diplomat Consul DC 350 [28]



Obrázek 5-3: Stolek s nástroji lékaře [28]



Obrázek 5-4: Stolek asistenta [28]

Na obrázku 5-3 je nástrojový stolec lékaře s vrchním vedením hadic a s možností osazení až pěti rotačními nástroji. Souprava Diplomat Consul DC350 umožňuje připojení až dvou bezuhlíkových mikromotorů od firmy Bien Air. Pomocí těchto mikromotorů je možné vykonávat širokou škálu zákroků. Na komfortní ovládání všech funkcí stomatologické soupravy a křesla slouží dotykový displej. Nastavení požadované pracovní polohy stolku lékaře umožňuje pantografické rameno s elektropneumatickou nebo mechanickou brzdou.

Na obrázku 5-4 je otočný stolec asistenta, který je uchycený na vícekloubém rameni. Stolec asistenta může být kromě malé a velké odsávačky vybavený až třemi pomocnými nástroji, například intraorální kamerou, polymerizační lampou či pistolí voda/vzduch. Ovládání jednotlivých funkcí ze strany zdravotního asistenta je řešené klávesnicí, nebo dotykovým displejem. Ovládání křesla je možné jak ze strany lékaře, tak i asistenta a také pomocí nožního ovladače lékařem. [28]

5.2.1 Popis a technické údaje stomat. soupravy Diplomat Consul DC350

Stomatologická souprava Diplomat je řešená jako nesená, nebo polostacionární v provedení s energoblokem v křesle, nebo samostatným energoblokem. Na horní části nosného sloupu je umístěno speciální stomatologické světlo. Nástroje jsou ovládané nožním ovladačem pro lékaře. [28]

Na ovládacím panelu mohou být namontované následující nástroje:

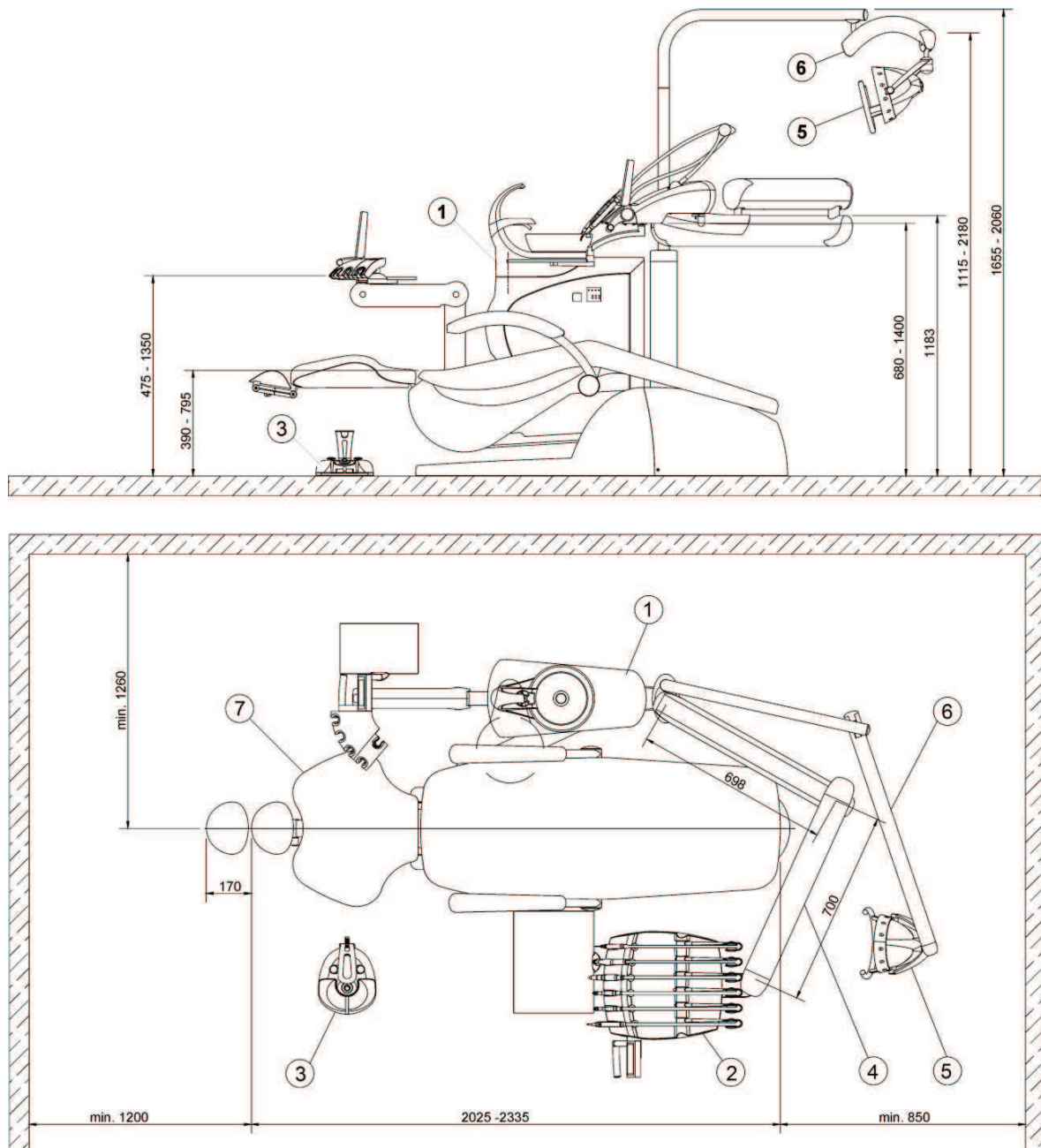
Maximálně pět rotačních nástrojů, max. pět světelných nástrojů, max. čtyři turbíny, max. pět mikromotorů, minimálně jedna pistole voda/vzduch, jeden scaler, jeden pískovač a jedna polymerizační LED lampa.

Technické údaje

Napájecí napětí	230V±10%
Frekvence	50 Hz ± 2%
Max. příkon při 230V/50 Hz	450 VA + 10%
Vstupní tlak vzduchu	od 0,45 do 0,8 MPa
Vstupní tlak vody	od 0,3 do 0,6 MPa
Hmotnost soupravy	100 kg ± 5 kg
Typ ochrany před úrazem el. proudem	přístroj třídy ochrany I
Stupeň ochrany před úrazem el. proudem	přístroj části typu B
Teplota vody pro kelímek	36 ± 5 °C (pokud je namontovaný kotlík)
Max. zatížitelnost	1,5 kg
Max. zatížitelnost odkládacího stolku	3 kg

Tabulka 5-1: Technické údaje DC350 [28]

5.2.2 Rozměry, rozložení stomatologické soupravy Diplomat DC 350 - nesená



Obrázek 5-5: Schéma stomatologické soupravy [28]

1. Plivátkový blok s ramenem sestry
2. Ovládací panel s nástroji
3. Nožní ovladač
4. Pantograf ovládacího panelu
5. Stomatologické světlo
6. Pantograf světla
7. Stomatologické křeslo řady Diplomat
8. Ovládací zařízení pro asistenta

5.3 Koncepce doporučené údržby stomatologické soupravy

Doporučené údržbě na tomto stomatologickém zařízení se věnuje kapitola koncepce údržby. Vykonávanou údržbu na stomatologické soupravě můžeme rozdělit na běžnou, a preventivní. Běžná údržba je prováděna obsluhou, tím může být lékař, nebo zdravotní asistent (zdravotní sestra) a preventivní údržba je vykonává osobou, která je k provádění údržby na tomto zdravotnickém zařízení kompetentní. Jedná se o specializované servisního technika, který musí mít u oprav a údržbářských úkonů jistou univerzálnost. Na trhu stomatologických souprav se objevuje více výrobců, zejména zahraničních, technik je tedy se soupravou řady Diplomat seznámen a má jisté zkušenosti. V našem případě se jedná o servisního technika, se kterým provozovatel zařízení (v našem případě lékař v jedné osobě) spolupracuje již od doby, kdy byla pod jeho přítomností stomatologická souprava Diplomat DC350 instalována a uvedena do provozu. Datum uvedení do provozu se váže k datu 27. 1. 2011.

Po popisu jednotlivých důležitých komponentů zmíníme jejich doporučenou údržbu běžnou a preventivní, konkrétně budou definovány jednotlivé údržbářské úkony. U těchto úkonů budou i vymezeny jednotlivé intervaly, které se budou týkat hlavně údržby preventivní. Velmi důležité je popsat, jakým způsobem jsou tyto úkony stanoveny. Stomatologická souprava jako celek je složena z několika částí od různých výrobců, ale každá tato část potřebuje svoji vhodnou preventivní a běžnou údržbu. Po stručných informacích od výrobců jednotlivých částí v manuálech a návodech na použití je obtížné vykonávat a stanovit údržbářské úkony. Doporučená běžná a preventivní údržba, která bude u jednotlivých částí stomatologické soupravy popsána, je propojením stručných doporučení od výrobce s doporučeními servisního technika, se kterým provozovatel zařízení bezproblémově spolupracuje a po několika konzultacích byla ujednocena a stanovena preventivní a běžná údržba pro všechny části soupravy. U jednotlivých údržbářských úkonů nechybí ani intervaly. Zapojení servisního technika přesahovalo údržbu danou výrobcem. Jedná se o školeného servisního technika, který se soupravou Diplomat několik let pracuje a má řadu zkušeností.

Před popisem jednotlivých částí a jejich doporučené údržby je důležité poznamenat, jaká je složitost jednotlivých součástí. Týká se to zejména rotačních nástrojů. U jiných součástí je preventivní údržba významná a případná porucha se řeší opravou, výměnou náhradního dílu. U rotačních nástrojů (mikromotor s koncovkou, turbína) je preventivní údržba důležitá, ale u případných poruch některých dílů se řeší oprava výměnou za nový díl. Hlavně z důvodu vysokých nákladů na opravu, neboť nástroje se vyznačují svou celistvostí a složitostí. Oprava může být velmi nákladná a nemusí být v určitých případech zaručeno, že opravený díl bude v pořádku.

5.4 Popis a doporučená údržba jednotlivých částí stomatologické soupravy

Tato kapitola se již zabývá detailně jednotlivými částmi stomatologické soupravy. Některé tyto části nejsou součástí schématu na obrázku 5-5, neboť se nacházejí mimo stomatologické křeslo. Pro funkčnost stomatologické soupravy jsou nezbytné a tyto části včetně křesla tvoří jeden funkční celek, který můžeme nazvat zdravotnickým zařízením. Vzhledem k funkčnosti zařízení je souprava na těchto komponentech závislá a jejich údržba je proto velmi důležitá.

Dále jsou podstatné části stomatologické soupravy popsány včetně stručné funkčnosti a technických údajů a je k nim vymezena doporučená běžná a preventivní údržba.

5.4.1 Dentální kompresor

Bezolejový kompresor od výrobce Ekom, řady DK50-10 je zdrojem bezolejového, tlakového, čistého vzduchu určeného pro pohon lékařských přístrojů a zařízení pro zubní lékaře. Objem

vzdušníku je 10 litrů a je napájen ke stomatologické soupravě Diplomat DC350. Vzduch produkovaný bezolejovým kompresorem vytváří vyšší stupeň hygieny a kvality práce zubního lékaře a nezatěžuje pracovní prostředí cizorodými látkami. Kompresor uvádí do chodu rotační nástroje, jako jsou turbína, mikromotor, vzduchová pistole, či odstraňovač zubního kamene (scaler), koncovky jsou chlazeny. Výkon motoru je 0,55 kW, sací výkonnost kompresoru je 105 l za minutu, hmotnost 55 kg, rozměry jsou 420x675x620 mm. [29]



Obrázek 5-6: Dentální kompresor Ekom [29]

Údržba

a) Běžná údržba a kontrola:

- kontrola a vypuštění kondenzátu z tlakové nádoby,
- odhalení náhodných závad,
- kontrola tlaků,
- vizuální kontrola při zapnutí/vypnutí.

Běžná údržba je vykonávána obsluhou. V ordinaci můžeme obsluhou myslet lékaře – provozovatele zařízení, nebo zdravotního asistenta (zdravotní sestra, zubní instrumentářka).

Časový interval této běžné údržby je minimálně 1x týdně.

b) Preventivní údržba:

- kontrola funkce pojistného ventilu – 1x ročně,
- výměna vstupního filtru ve skříni kompresoru – 1x za 2 roky, 6000 provozních hodin,
- výměna výstupního filtru v sušiči – 1x za 2 roky,
- výměna filtru v kondenzační jednotce – 1x ročně,
- vykonat opakovanou zkoušku podle EN 62353 – 1x za 2 roky,
- měření výkonů – 1x za 6 měsíců,

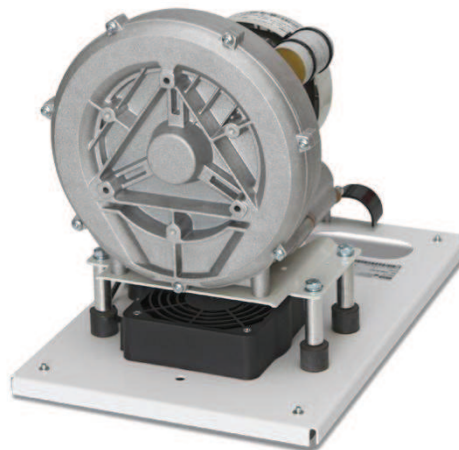
- kontrola zapnutí/vypnutí tlaku – 1x za 6 měsíců,
- přezkoušení těsnosti spojů a kontrolní prohlídka zařízení – 1x ročně,
- měření elektrického stavu (izolační odpor, unikající proud) – 1x za 6 měsíců,
- výměna pístní skupiny, životnost udávaná výrobcem cca. 6000 provozních hodin.

Preventivní údržba je vykonávána specializovaným servisním technikem.

Oprávněnské práce, které přesahují rámec běžné údržby, může dělat jen kvalifikovaný odborník, nebo zákaznický servis výrobce, v tomto případě je vykonává servisní technik.

5.4.2 Odsávací zařízení

Odsávací zařízení od výrobce Ekom, typ DO 2.1, je zařízení, určené pro potřeby stomatologické praxe. Slouží jako zdroj podtlaku pro dentální soupravu, odsávačka je na základně vybavená modulem ovládání, který zapíná odsávačku po přivedení signálu od soupravy. Dentální odsávačka se skládá z odsávacího agregátu se základnou, chladícího ventilátoru, z modulu ovládání a skříňky s hlukovou izolací. Chladící ventilátor vytváří ve skříňce nucenou cirkulaci vzduchu. Je možný jednoduchý transport mezi pracovními místy. Na odsávací zařízení jsou napojeny dvě odsávačky, běžná nejčastěji používaná a velká chirurgická. [30]



Obrázek 5-7: Odsávací zařízení Ekom [30]

Údržba

a) Běžná údržba a kontrola:

- čištění a proplach hadic velké chirurgické a malé odsávačky – 1x denně,
- vyčištění a dezinfekce filtru malé a velké odsávačky – 1x denně,
- vizuální kontrola,
- odhalení náhodných závad,
- kontrola funkce separátoru (v sacím potrubí odsávačky nesmí být vlhkost) – 1x za měsíc.

Běžná údržba je vykonávána obsluhou.

b) Preventivní údržba:

- kontrola hlučnosti – 1x za 6 měsíců,
- měření elektrické stavu (izolační odpor, unikající proud) – 1x za 6 měsíců,
- kontrola výkonu odsávačky – 1x za 6 měsíců,
- kontrola těsnosti spojů a prohlídka zařízení – 1x za rok,
- vykonat opakovanou zkoušku podle EN 62353 – 1x za 2 roky.

Preventivní údržba je vykonávána specializovaným servisním technikem.

Opravné práce, které přesahují rámec běžné údržby, může dělat jen kvalifikovaný odborník, nebo zákaznický servis výrobce, v tomto případě je vykonává servisní technik.

5.4.3 Odlučovač – Metasys

Jedná se o odlučovač značky Metasys Multisystem Typ 1, zkráceně MST1. Je to dvoustupňový kompaktní odlučovač amalgámu s integrovanou separací voda/vzduch a s ventilem výběru jednotky. Vysoká účinnost odlučování amalgámu je dosažena právě dvoustupňovou separací, odstředivou a sedimentační. Separátor pracuje plně automaticky. Separátor splňuje zákonem požadovanou účinnost filtrace 95% a jeho účinnost neklesá ani se stoupajícím množstvím zachyceného amalgámu v zachytné nádobce. Separátor si sám hlídá hlavní funkce a v případě zaplnění z 95 a 100%, případně při přeplnění separační nádoby vodou, informuje obsluhu a zamezí tím snížení účinnosti či poškození. Svými rozměry a kompaktní konstrukcí je MST1 ideální k zabudování do mnoha typů stomatologických souprav. Účinnost je 98,6 % (certifikováno dle DIN – ISO 11143). [31]



Obrázek 5-8: Systém Metasys MST1 [31]

Údržba

a) Běžná údržba:

- pravidelné čištění zásuvky s filtrem pro zachytávání – minimálně 1x, 2x denně,
- čištění a dezinfekce celého systému Metasys – minimálně 1x denně
- pro odlučovač nasátí vhodného dezinfekčního prostředku (Metasys Green Clean M2) – minimálně 2x denně,
- dezinfekčním prostředkem opláchnutí plivátka – po každém pacientovi,

- vyjmutí a vyčištění snímače vtoku do odstředivky.

Údržba je vykonávána obsluhou. Interval údržby, pokud není uvedeno jinak, je denní po ukončení pracovního procesu, případně několikrát denně dle potřeby a nutnosti. Na čištění a dezinfekci je používán vhodný přípravek.

b) Preventivní údržba:

- kontrola činnosti – 1x za rok,
- kontrola čidel, tzn. vtokové čidlo, čidlo zaplnění amalgámu, výška plnění – 1x za rok,
- kontrola chodu odstředivky – 1x za rok,
- kontrola čerpadla sedimentační nádoby – 1x za rok,
- kontrola elektroniky (bloková, synchronizace) – 1x za rok,
- optická kontrola komor odstředivky – 1x za 2 roky.

Preventivní údržba je vykonávána specializovaným servisním technikem.

Oprávněnské práce, které přesahují rámec běžné údržby, může dělat jen kvalifikovaný odborník, nebo zákaznický servis výrobce, v tomto případě je vykonává servisní technik.

5.4.4 Unit – stomatologická souprava Diplomat DC350

Popisem stomatologické soupravy se zabývala kapitola 5.2, dále 5.2.1. U této části soupravy se údržba týká nejvíce stomatologického křesla, tj. nejčastěji vnějších ploch, které jsou v kontaktu s pacientem i lékařem a asistentem.

Stomatologickou soupravu znázorňuje obrázek 5-2 v kapitole 5.2.

Údržba

a) Běžná údržba a kontrola:

- čištění, dekontaminace a dezinfekce vnějších ploch stomatologické soupravy (sedadlo, opěrná část, opěrka hlavy, nástrojový stolek, plochy pod hadicemi nástrojů, hadice nástrojů – plochy ve styku s pacientem),
- plochy s biologickým materiálem ihned dezinfikovat vhodným prostředkem,
- dezinfekce ostatní ploch v prostředí stomatologické soupravy,
- dezinfekce částí soupravy, která je znečištěna (plechové a plastové části soupravy, kryty, stolek na odkládání nástrojů),
- vizuální kontrola,
- kontrola a čištění sítka na zachytávání hrubých nečistot v plivátkové míse.

Běžnou údržbu vykonává obsluha 1x denně u částí, které nejsou ve styku s pacientem. Plochy, které přišly do styku s pacientem, nebo plochy, které byly z důsledku vykonaného zákroku znečištěny, je nutné ihned čistit, dezinfikovat a zkontrolovat. Pro dezinfekci ploch je vhodný přípravek Dentaclean Spray Lemon Fresch, je to bezaldehydový povrchový postřikový dezinfekční prostředek na zdravotnický nábytek, zařízení, plochy, přístroje a předměty.

b) Preventivní údržba:

- kontrola, výměna vstupních filtrů,
- kontrola všech hadic a přípojek,
- kontrola a seřízení tlaků vody a vzduchu,
- činnost separátoru,
- při rozhozeném chodu zařízení následné seřízení,
- seřízení průtoku vody do mísy v plivátku, seřízení plnění pohárku,
- kontrola pohonných jednotek stomatologické křesla (čepy, mazivo),
- rovnoměrnost chodu – sedací část, opěrná část, podhlavník,
- kontrola správnosti obsluhy a údržby, řešení eventuálních problémů s obsluhou,
- přezkoušení všech funkcí.

Kontrola stomatologické soupravy u části Unit se doporučuje 1x za 6 měsíců.

Preventivní údržba je vykonávána specializovaným servisním technikem.

Opravné práce, které přesahují rámec běžné údržby, může dělat jen kvalifikovaný odborník, nebo zákaznický servis výrobce, v tomto případě je vykonává servisní technik.

5.4.5 Nástroje

Stomatologická souprava je vybavena pěti nástroji, přičemž tři nástroje jsou rotační. Na popisované stomatologické soupravě Diplomat je připojen uhlíkový mikromotor Bien Air MC3 LED, dále bezuhlíkový motor Bien Air MX a turbína od firmy KaVo. Oba mikromotory s univerzálností pro násadce jsou popsány zvlášť a dále je k nim přiřazena konkrétní používaná koncovka. Tzn., mikromotor v kombinaci s koncovkou tvoří pro vykonávané zákroky jeden díl, turbína je jen jeden celek.

1) Mikromotor Bien Air MC3 LED

Světelný uhlíkový motor pro připojení na turbínovou hadici. Je to vysoce výkonný, světelný elektrický mikromotor s interním chlazením. Mikromotor se vyznačuje univerzálností využití a jeho provoz probíhá bez vibrací. Je plně kompatibilní se všemi kolénkovými a rovnými násadci.

Z technických parametrů uvedeme stručně jen rozsah otáček, který se může pohybovat od 20 000 do 40 000 otáček za minutu. Hmotnost je 100 g. Točivý moment je 2,9 Ncm. MC3 LED znamená osvětlení v LED kvalitě s nastavitelnou intenzitou od 0 do 38 000 lx.



Obrázek 5-9: Mikromotor Bien air MC3 Led [32]

Údržba

a) Běžná údržba a kontrola:

- dezinfekce, čištění – denně, po styku s pacientem důkladná dezinfekce a čištění,
- vizuální kontrola při odejmutí násadce.

b) Preventivní údržba:

- kontrola těsnících kroužků,
- kontrola plynulosti a hlučnosti chodu mikromotoru,
- kontrola nástrojových hadic,
- neporušenost, správné utažení, čistota,
- eventuelní odhalení nestandardních stavů.

Preventivní údržba je vykonávána specializovaným servisním technikem. Interval preventivní údržby je 1x ročně.

Oprávněnské práce, které přesahují rámec běžné údržby, může dělat jen kvalifikovaný odborník, nebo zákaznický servis výrobce, v tomto případě je vykonává servisní technik.

Koncovka Synea 99LT

Koncovka je od výrobce W&H Dentalwerk Burmoos. Je to malý, výkonný rychloběžný násadec WA-99 LT s výrazně sníženou velikostí hlavičky umožňuje dokonalý přístup k ošetřovaným místům. Nově vyvinutý pětibodový sprej zajišťuje chlazení a zároveň udržuje ošetřovaná místa čistá. Je to spolehlivý nástroj s dlouhou životností.



Obrázek 5-10: Koncovka Synea 99LT [33]

Údržba

a) Běžná údržba

- dezinfekce, čištění vnějších částí opakovaně po styku s pacientem, důkladná prohlídka,
- mazání koncovky Synea (lze použít mazací olej KaVo 2112) – 1x až 2x denně, případně dle potřeby a při dlouhém provozu po 30 minutách chodu,
- čištění pomocí Spray Net 500 pro Bien Air a odstranění cizích částic.

b) Preventivní údržba

- kontrola upínací kleštiny koncovky,

- kontrola hlučnosti ložisek a případné vibrace.

Preventivní údržba je vykonávána specializovaným servisním technikem. Preventivní údržba je vykonávána 1x ročně.

Opravné práce, které přesahují rámec běžné údržby, může dělat jen kvalifikovaný odborník, nebo zákaznický servis výrobce, v tomto případě je vykonává servisní technik.

2) Mikromotor Bien Air MX

Jedná se o světelný bezuhlíkový sterilizovatelný mikromotor na speciální motorovou hadici s možností elektronické regulace převodů na soupravě, 100 až 40 000 otáček za minutu. Motor je vybaven kratším ISO napojením pro kolénka a pro násadce s označením Micro-series.



Obrázek 5-11: Mikromotor Bien Air MX [34]

Údržba

a) Běžná údržba a kontrola

- dezinfekce, čištění – denně, po styku s pacientem důkladná dezinfekce a čištění,
- vizuální kontrola při odejmutí násadce.

b) Preventivní údržba

- kontrola těsnících kroužků,
- kontrola plynulosti a hlučnosti chodu mikromotoru,
- kontrola nástrojových hadic,
- neporušenost, správné utažení, čistota,
- eventuelní odhalení nestandardních stavů.

Preventivní údržba je totožná s údržbou u předešlého mikromotoru Bien Air MC3 Led. Preventivní údržba je vykonávána 1x ročně.

Koncovka Kavo Expert Matic Lux E20 L

Koncovka obsahuje speciální povrch koncovky Expertgrip, malou hlavičku, keramická ložiska, výměnný vodní mikrofiltr. Osvětlení má 25 000 lx, vnitřní chladicí sprej voda, vzduch. Povrch koncovky je omyvatelný a sterilizovatelný do 135 °C.



Obrázek 5-12: Koncovka Kavo E20L [35]

Údržba

a) Běžná údržba

- dezinfekce, čištění vnějších částí opakovaně po styku s pacientem, důkladná prohlídka,
- mazání koncovky KaVo (lze použít mazací olej KaVo 2112) – 1x až 2x denně, případně dle potřeby a při dlouhém provozu po 30 minutách chodu.

b) Preventivní údržba

- kontrola upínací kleštiny koncovky,
- kontrola hlučnosti ložisek a případné vibrace.

Preventivní údržba je totožná s údržbou u předešlé koncovky Synea. Preventivní údržba je vykonávána 1x ročně

3) KaVo GENTLESilence LUX turbína 8000

Jedná se o turbínu od výrobce KaVo Dental GmbH. Stručně zmíníme technické údaje.

Pohonný tlak vzduchu je 2,1 – 4,2 bar, doporučený tlak vzduchu větší než 2,8 bar. Regulace otáček na prázdno 330 000 – 380 000 min⁻¹. U této turbíny se nachází integrovaný filtr na vodu. Možnost připojení na všechny KaVo Multiflex rychlospojky.



Obrázek 5-13: Turbína LUX 8000B [36]

Údržba

a) Běžná údržba a kontrola

- vnější části turbíny dezinfikovat – opakovaně po styku s pacientem dezinfekčními prostředky,
- ruční ošetření a mazání turbíny sprejem KaVo 2112 (mazací olej) – minimálně 1x až 2x denně, případně dle potřeby a při dlouhém provozu po 30 minutách chodu.
- strojové ošetření pomocí KaVo sprej rotorem 2103 N (turbína nasazena na adaptér a je aplikován olej),
- čištění upínacího systému pomocí adaptéru s tryskou pro čištění upínací kleštiny – minimálně 1x týdně.

b) Preventivní údržba

- kontrola mechanického stavu (kontrola hlučnosti, vibrace),
- kontrola síly upínací kleštiny,
- kontrola otáček, kontrola filtru na vodu,
- kontrola spreje + zpětných ventilů.

Preventivní údržba je vykonávána 1x za rok servisním technikem.

4) Scaler EMS, pistole voda/vzduch

Scaler EMS – ultrazvukový piezoelektrický odstraňovač zubního kamene je dalším nástrojem používaným na stomatologické soupravě Diplomat DC350. Co se týká běžné údržby, jedná se o tyto úkony: důkladná dezinfekce hrotu, držáku a povrchu přístroje po každém použití, na konci každého pracovního procesu kontrola utažení. Mezi preventivní prohlídku můžeme zařadit jen tyto úseky: kontrola funkčnosti, vizuální kontrola, kontrola opotřebení výměnného hrotu, kontrola spoje hadice s koncovkou. Interval preventivní údržby je 1x za 6 měsíců.

U posledního z pěti nástrojů stomatologické soupravy, pistole voda/vzduch, se běžná údržba týká jen dezinfekce povrchu a hrotu, čištění a případná vizuální kontrola. Preventivní prohlídka se provádí jen ve formě kontroly funkčnosti a vizuální kontroly, případně po jistých nesrovnalostech následuje seřízení tlaku vzduchu a vody. Interval preventivní údržby je 1x za 6 měsíců.

6 Zhodnocení současného stavu údržby stomatologického zařízení

V předchozí kapitole bakalářské práce byla popsána stomatologická souprava. Byly vyjmenovány důležité části, ze kterých se souprava Diplomat DC350 skládá a následoval popis a funkce. U všech těchto částí byl zhodnocen doporučený stav údržby. Stav údržby běžné, tj. vykonávané obsluhou a stav preventivní údržby vykonávané specializovaným servisním technikem.

Souprava je složena z několika komponentů, například kompresor či odlučovací systém jsou kompatibilní se soupravou Diplomat, ale výrobce je jiný. Jednotlivé výrobce zmiňuje předešlá část. Vlivem nestejnorodosti značek není tedy možné složit jednotnou ucelenou příručku, která by zmiňovala údržbu stomatologické soupravy jako celku. V kapitole bakalářské práce věnované samotné údržbě byly zmíněny prostoje, výpadky zařízení, opravy, a další termíny. Tyto výpadky zařízení stomatologické soupravy jsou nákladné z několika hledisek, které budou v části věnované následkům poruch u zařízení zmíněny. Jednotlivé následky jsou rozděleny na finanční a nefinanční.

6.1 Současný stav údržby

Stomatologická souprava Diplomat DC350 nemá žádný jednotný návod, příručku, manuál, který by detailně zmiňoval údržbu běžnou a také údržbu preventivní. Výrobce vydává návod na použití zařízení, kde je velice stručně zmíněna nejnnutnější doporučená údržba běžná (každodenní, rutinní) a údržba preventivní.

U jednotlivých údržbářských úkonů není přesně stanoveno, kdo má jednotlivé úkony provádět. Vykonavatele údržbářských úkonů můžeme omezit na obsluhu, tedy lékaře, či asistenta/zdravotní sestru, tj. pracovníky v každodenním kontaktu se stomatologickou soupravou a na servisního technika, specializovaného na řadu souprav Diplomat. Platí současný stav, že na opravy poruch většího rázu, které vyřadí soupravu z provozu, přijíždí servisní technik

6.1.1 Současná preventivní údržba

Po konzultaci se specializovaným servisním technikem se údržba stomatologické soupravy řeší systémem údržby po poruše, neboli systémem Break – down Maintenance (BM). U tohoto zařízení nejsou definovány přesné intervaly preventivní údržby. Výrobce tedy odkazuje provádění údržby na provozovatele zařízení, který dále spolupracuje se servisním technikem. Výrobce také zajišťuje servis a opravy stomatologických souprav, ale sídlo firmy je na Slovensku a tudíž jakákoliv zajištěnost servisu je nereálná. Systém údržby po poruše je jedním z prvních generací systémů údržby a tímto druhem systému se zabývala kapitola 3.3.2, která popsala tento systém. Během provozu stomatologické soupravy tento systém nevyžaduje skoro žádné náklady. Současný stav údržby po poruše stomatologické soupravy je tedy založen na principu, že servisní technik přichází na řadu až v okamžiku poruchy. Provozovatel zařízení (lékař) spolupracuje se specializovaným technikem stomatologických souprav řady Diplomat.

Z výše popsaného vyplývá, že preventivní prohlídka není prováděna u stomatologické soupravy a intervaly nejsou přesně stanoveny. Výrobce tedy jen doporučuje orientační lhůty pro kontrolu zařízení.

Dále není vedena u stomatologické soupravy žádná historie poruch, není vedena evidence oprav, výměna náhradních dílů, vedení kritických dílů. Specializovaný servisní technik také

nevede dokumentaci, týkající se jednotlivých oprav a výměny náhradních dílů. Chybí seznam údržby, který by vymezoval preventivní údržbu.

6.1.2 Současná běžná údržba

Doporučená běžná údržba vykonávaná na stomatologické soupravě byla popsána v předešlé kapitole. Běžnou údržbu by měla vykonávat obsluha, tzn. lékař, nebo zdravotní asistent. Jedná se o údržbářské úkony, které jsou vázány hlavně k stomatologickému křeslu a k jednotlivým rotačním nástrojům, které jsou celý den v provozu. Dále se týká běžná údržba také dalších částí celku stomatologické soupravy, ale již ne v tak velkém rozsahu. U samotného křesla, části Unit, se jedná o čištění, dekontaminaci a dezinfekci vnějších ploch stomatologického křesla, případně dalších částí dle potřeby a zejména nutnosti. Plochám, které přišly do styku s pacientem a zejména plochám znečištěním je třeba věnovat velkou pozornost a dbát na důkladnou dezinfekci, dekontaminaci a čištění. Běžná údržba je nejvíce důležitá u rotačních nástrojů. Koncovky rotačních nástrojů jsou neustále dezinfikovány, dále je nutností nástroje čistit speciálními prostředky a pro mazání používat doporučený olej. Nástroje jsou v celodenním provozu a je tedy důležité dbát na důkladnou údržbu. U odsávacího zařízení Ekom jsou důležité úkony týkající se čištění a dezinfekce hadic velké a malé chirurgické odsávačky a také jejich filtrů. U odlučovače Metasys patří mezi denní běžné údržbářské zásahy pravidelné čištění a dezinfekce zásuvky s filtrem pro zachytávání nečistot, čištění a dezinfekce celého systému vhodným dezinfekčním roztokem. Tyto nejdůležitější úkony jsou vykonávány obsluhou.

Mezi nedostatek je možno poznamenat, že údržbu vykonává obsluha. To může být lékař, nebo asistent. Lékař je s běžnou údržbou dokonale seznámen a jako provozovatel a majitel zubní ordinace vykonává běžnou údržbu pravidelně, podle potřebných intervalů u každého zařízení. Provozovatel dbá na pečlivost a důkladnou dezinfekci. V současném stavu je tedy běžná údržba vykonávána lékařem a částečně zdravotním asistentem. Je vhodné, aby běžnou údržbu vykonával jen zdravotní asistent a údržba nebyla dělena mezi obsluhou. Zdravotní asistent by měl vykonávat co největší škálu úkonů údržby a lékař by se mohl věnovat dalším důležitým věcem týkající se provozu ordinace. Je ale podstatné, aby běžná údržba byla vykonávána s velkou pečlivostí, pozorností a byl nalezen postoj a pohled zdravotního asistenta na zdravotní zařízení, jako má na toto zařízení majitel a provozoval zařízení (lékař).

6.2 SWOT analýza současné údržby stomatologické soupravy

Pomocí univerzální SWOT analýzy byl popsán současný stav údržby stomatologické soupravy. Tato metoda se velmi hodí ke zhodnocení současného stavu údržby. Můžeme ji využít jako potenciální nástroj, podle kterého budeme chtít udělat změnu současného stavu. Pomocí této analýzy identifikujeme do tabulky 6-1 silné stránky (strengths), slabé stránky (weaknesses), příležitosti (opportunities) a hrozby (threats). Silné a slabé stránky řadíme do vnitřního prostředí a příležitosti a hrozby řadíme mezi vnitřní faktory do vnějšího prostředí. Vnější prostředí je ovlivněno vnitřními faktory. Silné stránky a slabé stránky můžeme chápat, jako stav současného stavu údržby a příležitosti a hrozby jsou očekáváním dalšího vývoje tohoto současného stavu.

Vnitřní prostředí	Silné stránky (S)	Slabé stránky (W)
	<ul style="list-style-type: none"> – specializovaný servisní technik – moderní stomatologická souprava – provozovatel dbající na údržbu – relativně nové komponenty soupravy 	<ul style="list-style-type: none"> – chybějící dokumentace údržby – chybějící preventivní údržba – chybějící vykonávání běžné údržby zdravotním asistentem – pohotovost servisního technika
Vnější prostředí	Příležitosti (O)	Hrozby (T)
	<ul style="list-style-type: none"> – změna postoje asistenta k údržbě – prodloužení životního cyklu zařízení – spolupráce obsluhy a servis. technika – plán a dokumentace údržby 	<ul style="list-style-type: none"> – stárnutí a opotřebení zařízení – zvýšené náklady na opravu a náhradní díly – snížení efektivity zařízení – výpadek provozu

Tabulka 6-1: SWOT analýza současného stavu údržby

SWOT analýza vychází z kapitoly 6.1, ze současného stavu údržby zařízení. Silnou stránkou současné údržby je specializovaný servisní technik, který vykonává pravidelný servis u stomatologických souprav řady Diplomat a naše popisovaná souprava byla tímto technikem instalována do ordinace. Mezi další silnou stránku můžeme přiřadit moderní stomatologické zařízení včetně dílčích komponentů. Souprava splňuje i náročnější požadavky lékaře a je možné vykonávat i chirurgické zákroky většího rázu. Dále je určitě důležité zmínit mezi silné stránky postoj provozovatele – doktora, který maximálně dbá na údržbu, kterou by měl takřka celou provádět zdravotní asistent.

Mezi slabé stránky můžeme poznamenat chybějící dokumentaci údržby, do které můžeme zařadit plán oprav, seznam výměny náhradních dílů, datum výměny, seznam preventivní údržby. Slabou stránkou je také chybějící preventivní údržba, nestanovené intervaly. Údržba je založena na systému údržby po poruše. Také nezapojení zdravotního asistenta do běžné údržby je slabou stránkou. Lékař vykonává běžnou údržbu, kterou by mohl vykonávat samostatně zdravotní asistent. V souvislosti s nutností opravy poruchy je také třeba zmínit pohotovost servisního technika. Vzhledem k možné časové vytíženosti a k nestálému výskytu v místě sídla servisu je obtížné řešit výpadek provozu ihned, nebo ve velmi krátké době.

Za možné příležitosti můžeme zmínit změnu postoje a vykonávání běžné údržby samostatně asistentem. Tím lékař může ušetřit mnoho času a věnovat se ostatním věcem v ordinaci. Vzhledem k preventivní údržbě je reálné prodloužit životní cyklus zařízení, pravidelnou údržbou je možné identifikovat potenciální poruchové díly a vyvarovat se nečekané poruše, které šlo předejít. Do příležitostí můžeme dále přiřadit propojení provozovatele a servisního technika, momentálně je servisní technik volán jen v případě pohotovosti a dále vytvoření formuláře preventivní a běžné údržby stomatologického zařízení.

Mezi hrozbami hrají velkou roli náklady, které jsou spojené s nutností nákupu nového náhradního dílu, následnou opravou a také se ztrátami, které vzniknou výpadkem provozu. K vyřazení soupravy z provozu stačí i porucha malého dílu. Vzhledem k celistvosti například

rotačních nástrojů je obtížné nástroj ihned opravit. S vyřazením soupravy z provozu souvisí také snížená efektivnost.

6.3 Následky možných poruch u stomatologické soupravy Diplomat

Potenciální výpadek stomatologické soupravy z provozu v důsledku poruchy nese mnoho následků nejen na provoz a funkci stomatologického zařízení, ale i na celkový provoz ordinace a s tím souvisejících nákladů. Zmíníme nejdůležitější jednotlivé následky, které můžeme dále rozdělit na přímé finanční a nepřímé finanční následky.

6.3.1 Následky s přímou finanční podstatou

- 1) Náklady na specializovaného servisního technika – následky poruchy řeší servisní technik.
- 2) Náklady na náhradní díly – poruchu na stomatologické soupravě je nutné ihned opravit a to nese náklady na náhradní díly, které ve zdravotnickém prostředí jsou mnohdy velice drahé. Na trhu stomatologických souprav a stomatologického zařízení se jedná zejména o zahraniční výrobce a dodavatele.
- 3) Náklady na dopravu servisního technika.
- 4) Ušlý zisk ordinace – provoz ordinace provází velmi vysoké náklady stanovené kalkulacemi. Neproduktivní doba je tedy ztrátou.

6.3.2 Následky s nepřímou finanční podstatou

- 1) Přerušování provozu stomatologické soupravy – stomatologická souprava je složena z několika komponentů, které tvoří celek a tento celek je v neustálém provozu. I sebemenší porucha na některé části může vyřadit soupravu z provozu. Jednotlivé části byly zmíněny v předchozí kapitole. Lékařský zákrok zpravidla obsahuje použití několika nástrojů a jakýkoliv výpadek na některé ze zmiňovaných částí znemožní tento zákrok vykonat. Provázanost bezporuchové chodu všech částí stomatologické soupravy s vykonanými zákroky je velmi důležitá.
- 2) Čekající klientela pacientů – pacienti jsou objednávaní s časovým předstihem a ordinace je také připravena na pohotovost. Výpadek provozu naruší ordinační dobu a předem domluvené a stanovené termíny i možnost pohotovosti.
- 3) Čekací doba na náhradní díly – ve většině případů jsou náhradní díly ve zdravotnickém prostředí objednávány a nejsou ihned k dispozici. Bylo zmíněno, že většina výrobců a dodavatelů je ze zahraničí. Pro vyřešení opravy poruchy je důležitý postoj servisního technika a následný zvolený postup.
- 4) Nespokojenost patientské klientely, případný odliv nespokojených pacientů.

Mezi nefinanční důsledky a řešení opravy můžeme také zařadit případný stres lékaře.

Ve velkých, ale i malých podnicích a také v soukromé sféře je snahou snižovat provozní náklady. Náklady u zařízení před poruchou jsou minimální, ale po poruše jsou náklady na opravu velmi vysoké a náklady dané ztrátou výpadku provozu mohou být často vyšší, než náklady na opravu. Vhodná údržba je důležitým podpůrným procesem, který může náklady rapidně snižovat.

7 Návrh zlepšení současného stavu údržby u stomatologického zařízení

Aby bylo možné provést návrh k zlepšení současného stavu údržby, musel být tento stav u stomatologické soupravy nejprve analyzován a zhodnocen. V předešlé kapitole byly popsány jisté nedostatky současného stavu údržby preventivní, tak i běžné. Také můžeme vycházet z univerzální SWOT analýzy, která byla na současný stav údržby provedena a vidíme v tabulce 6-1 slabé stránky a potenciální hrozby současného stavu údržby.

Hlavními nedostatky, které byly analyzovány:

- 1) Není zavedena preventivní údržba, nejsou dodržovány stanovené intervaly.
- 2) Běžná údržba je z velké části vykonávána lékařem.
- 3) Chybějící propojenost a neznalost zdravotního asistenta se stomatologickým zařízením.
- 4) Není vedena dokumentace údržby v podobě historie poruch, historie oprav a výměny náhradních dílů, historie preventivních kontrol,
- 5) Není veden formulář preventivní údržby,
- 6) Není veden formulář běžné údržby pro zdravotního asistenta.

Je nutné také podotknout, proč byl zhodnocen současný stav údržby stomatologické soupravy a je proveden následně návrh pro zlepšení. Stomatologická souprava je zařízení, které pro svůj provoz potřebuje další důležité komponenty (dentální kompresor, odsávací zařízení, odlučovač, rotační nástroje, a další). Souprava a komponenty nezbytné k provozu tedy tvoří celek, zdravotní zařízení. Tento celek se po samotných nákladech jen na pořízení a provoz pohybuje okolo částky jednoho milionu Kč. Z toho vyplývá, že do soukromé ordinace se jedná o poměrně nákladné zařízení a je nutná preventivní údržba celého zařízení. Bylo zmíněno, že ve zdravotnickém odvětví se jedná o velmi nákladná zařízení s drahými náhradními díly a snahou provozovatele zařízení je v co největší míře se těmito náklady vyhýbat. Opravy se mohou pohybovat od tisícových položek do řádů desítek tisíc Kč.

Zlepšení v podobě uvedených nedostatků může v našem případě u stomatologické soupravy přinést aplikace principů TPM.

7.1 Aplikace pilířů metody TPM

Tento proces údržby byl popsán ve čtvrté kapitole bakalářské práce. Aplikovatelnost této metody je vhodná do výrobních podniků, kde se rozvíjí na celé podnikové úrovni. Vzhledem k této případové studii a rozsahům dat není možná aplikace TPM, jako je tomu ve velkých strojírenských podnicích, kde se nacházejí profesionální údržbářské úseky. Princip TPM je možné využít také v nevýrobní oblasti a můžeme aplikovat základní pilíře této metody. TPM dbá na preventivnost, eliminace poruch a zvýšení efektivnosti zařízení.

Tento proces údržby byl definován a byly zmíněny hlavní pilíře této metody, pět základních bodů programu. Jedná se o těchto pět pilířů:

- 1) Pilíř zvyšování a měření celkové efektivnosti zařízení (CEZ, OEE).
- 2) Pilíř autonomní údržby.
- 3) Pilíř plánované údržby.
- 4) Pilíř tréninku pro zlepšení zručnosti a vzdělávání pracovníků.

5) Pilíř preventivní údržby.

Analyzované nedostatky současného stavu tedy lze řešit částečnou aplikací metody TPM.

V částečné aplikaci této případové studie metody TPM se jedná hlavně o čtyři pilíře. Metodu nelze aplikovat v celém rozsahu, neboť stomatologická souprava není klasické výrobní zařízení. Proto je obtížné sledovat přesný ukazatel celkové efektivnosti zařízení, vzhledem k nesnadnosti dosažitelných dat. Nicméně zvýšení celkové efektivnosti zařízení metodou TPM v důsledky snížení poruch a ztrát je zřejmé také u nevýrobních zařízení, které se mohou vyskytovat i v jiném odvětví, než jsou průmyslové podniky.

Dále se budeme zabývat jednotlivými aplikovatelnými pilíři TPM pro stomatologickou soupravu a bude uveden návrh pro zlepšení nedostatků u každého programu TPM.

7.1.1 Pilíř autonomní údržby

Cílem autonomní údržby je lepší propojení obsluhy se zařízením, u kterého chceme zlepšit údržbu. V našem případě obsluhy se jedná o zdravotního asistenta. Tento pilíř autonomní údržby je z hlediska splnění cílů u tohoto moderního zařízení velmi důležitý. V návrhu zlepšení stavu jsou stanoveny tyto hlavní cíle:

- 1) Účast obsluhy na běžné údržbě stomatologické soupravy.
- 2) Samostatnost zdravotního asistenta ve vykonávané běžné údržbě.
- 3) Spoluodpovědnost za vykonanou běžnou údržbu a provoz stroje.

Autonomní údržba je realizována, jak bylo poznamenáno v kapitole čtyři, v sedmi krocích a ve třech fázích. Výchozím stavem pro realizaci autonomní údržby budou ve fázi schopnosti objevovat poruchy a porozumět principům zlepšování tyto kroky:

- počáteční čištění,
- odstranění zdrojů znečištění,
- stanovené normy čištění a mazání.

Druhá navrhovaná fáze obsahuje kroky:

- kontroly stavu zařízení
- autonomní kontroly.

Důležitá je u této fáze znalost zařízení zdravotním asistentem. V poslední třetí fázi jsou kroky týkající se:

- organizace a pořádku na pracovišti
- rozvoj plné autonomní údržby (její pochopení a schopnost ji vykonávat)

Návrh autonomní údržby dále koresponduje s metodou 5S, která obsahuje pět kroků vedoucích k dosažení čistého, organizovaného pracoviště včetně kompetentních pracovníků.

Autonomní údržba stomatologické soupravy je samostatnou údržbou prováděnou zdravotním asistentem a pro plnění je nutné, aby vykonavatel údržby byl seznámen se stomatologickou soupravou a také dalšími částmi, které jsou nezbytné pro provoz. V zavádění autonomní údržby je to nepostradatelný prvek. Dále je důležité, aby zdravotní asistent neznal jen jednotlivé části, ale aby také měl představu a přehled o principech funkčnosti těchto jednotlivých částí. Měl představu, z jakých hlavních součástí jsou komponenty složeny, a díky těmto znalostem se mohl podílet také na preventivních prohlídkách se servisním technikem.

Návrhy autonomní údržby pro zdravotního asistenta můžeme shrnout takto:

- Znalost zdravotnického zařízení, znalost dezinfekčních prostředků a speciálních mazacích prostředků.
- Samostatná běžná údržba, která se dále stane úplnou součástí denního pracovního procesu a zdravotní asistent bude spoluodpovědný za provoz. Vykonanou běžnou údržbu stvrdí podpisem do formuláře běžné údržby po ukončení denního pracovního procesu.
- Účast zdravotního asistenta na preventivních prohlídkách se servisním technikem.
- Spolupráce obsluhy se servisním technikem.
- Dané normy čištění, mazání a kontroly částí stomatologické soupravy, u kterých je nutná běžná údržba.
- Změna postoje zdravotnického asistenta.

Pro zdravotního asistenta byl navrhnout měsíční formulář běžné údržby, který je v této bakalářské práci součástí přílohy č. 2. V tomto formuláři byly po konzultaci s provozovatelem zařízení (lékařem) a servisním technikem definovány základní údržbářské úkony, které bude mít asistent seřazené podle jednotlivých částí a podle nich bude vykonávat běžnou údržbu. Po ukončení denního pracovního procesu zdravotní asistent do měsíčního formuláře běžné údržby potvrdí její vykonání a za tuto údržbu spoluodpovídá.

7.1.2 Pilíř vzdělávání pracovníků a tréninku zručnosti

Pro částečné zavedení a aplikovatelnost metody TPM pro stomatologické zařízení je nutné, aby vykonavatelé údržby byli s konkrétním zařízením podrobně seznámeni a znali jeho skladbu jako celku, znali podrobně jeho funkčnost a jednotlivé komponenty a prvky nezbytné k provozu. Výhodou u našeho zařízení je důkladná péče a zacházení se stomatologickou soupravou lékařem (majitelem) a tuto péči a zacházení je důležité přenést také na další obsluhu. Důležitá je také změna pohledu a pochopení stanoviska lékaře, že zdravotní zařízení je finančně náročné nejen na koupi, ale také na provoz a z hlediska podnikání je klíčovým zařízením a tudíž se očekává od zdravotního asistenta odpovídající zacházení, a tím také údržba.

Návrhy vzhledem k pilíři vzdělávání pracovníků a tréninku zručnosti:

- Nutná hlubší znalost zdravotnického zařízení, jeho principů funkčnosti.
- Základní přehled o jednotlivých komponentech, stručné technické údaje.
- Zaškolení provozovatelem zařízení (lékařem) a servisním technikem – daný interval školení během preventivních prohlídek.
- Přenést pohled lékaře a majitele zdravotnického zařízení na zdravotního asistenta.
- Změna pohledu zdravotního asistenta, že údržba není důležitá, nebo jí vykonává jen lékař a porucha se nemůže objevit.
- Seznámení s dokumentací údržby stomatologické soupravy.

Tento pilíř je velmi důležitým z hlediska propojenosti obsluhy se zařízením. Během preventivních prohlídek budou probíhat školení prováděné specializovaným servisním technikem, který má kompletní přehled o stomatologické soupravě a dodatky přidá i lékař (provozovatel zařízení).

7.1.3 Pilíř plánované údržby

Pilíř plánovaných údržbářských zásahů v aplikovatelnosti na stomatologickou soupravu velice souvisí s pilířem preventivní údržby. Je důležité stanovit systém údržby, podle kterého bude údržba vykonávána. Systém plánované údržby je založen na preventivní údržbě, kterou bude vykonávat specializovaný servisní technik. Plánované údržby jsou prováděny s cílem identifikování potenciálních poruch a předcházení výpadku provozu, popřípadě jsou provedeny preventivní opravy.

Návrhy k pilíři plánované údržby:

- Systém preventivní údržby.
- Preventivní údržba vykonávaná stejným servisním technikem.

Cílem plánované údržby je přecházení potenciálním poruchám včasným odhalením a odstraněním možných příčin vzniku.

7.1.4 Pilíř preventivní údržby

Tento typ údržby byl popsán důkladně v kapitole, která se zabývala systémy údržby. U stomatologické soupravy je důležité, aby jednotlivé údržbářské úkony byly prováděny v pravidelných intervalech, v předem stanovených časových úsecích a předcházelo se možným poruchám a výpadkům. Bylo zmíněno v kapitole týkající se koncepce doporučené preventivní údržby, že intervaly preventivní údržby jsou velmi stručně poznamenány v návodu na použití a chybí zde několik údržbářských úkonů, které by měly být součástí preventivní údržby. Tento systém údržby bude vykonáván servisním technikem, se kterým provozovatel ordinace spolupracuje již od doby instalace stomatologické soupravy.

Návrhy k pilíři preventivní údržby:

- Zavedení preventivní údržby pro stomatologické zařízení.
- Stanovení intervalů preventivní údržby po konzultaci se servisním technikem a doporučenými intervaly výrobce.
- Definovat a odsouhlasit údržbářské úkony po konzultaci se servisním technikem a úkony danými výrobcem, které budou během preventivní prohlídky vykonány (stručně zmíníme kontrolu, čištění, nastavení, výměnu náhradního dílu).
- Zavedení dokumentace údržby, kde budou zmíněny části stomatologické soupravy a k nim přiřazené údržbářské úkony a kontroly, dále historie provedené údržby, historie poruch a oprav a výměny náhradních dílů.
- Založení formuláře o vykonání preventivní údržby a založení tzv. standardů, seřazené úkony preventivní údržby včetně jejich intervalů (příloha č. 2)

V našem případě nemusí během daného intervalu preventivní údržby docházet k přerušení provozu a odstávkám stomatologické soupravy. Interval preventivních prohlídek se stanoví na dobu po ukončení denního pracovního procesu. Opravy a kontroly strojů lze rozdělit na skupinu plánovaných oprav, kde jsou odstraňovány poruchy a možné potenciální poruchy odhalené během preventivní údržby a na skupinu náhodných poruch.

Formulář plánu preventivní údržby obsahuje seznam preventivní údržby, kde jsou u jednotlivých zařízení definovány jednotlivé údržbářské úkony. Dále obsahuje seznam intervalů preventivní údržby, který jednotlivé zmiňované údržbářské úkony rozděluje podle preventivnosti na intervaly 6, 12 a 24 měsíců. Tento plán preventivní údržby je součástí přílohy č. 2.

7.2 Očekávané efekty implementace principů TPM

Návrhy v jednotlivých programech metody TPM by měly přinést efekty ve zlepšení současného stavu a nedostatky vymezené v kapitole šest by měly být redukovány. Vhodnou částečnou aplikací TPM by nemuselo zůstat jen u redukce nedostatků, ale také by mělo dojít k nastartování a rozvoji současného stavu běžné údržby a k motivaci pracovníků.

Mezi očekávané přínosy částečné aplikace metody TPM můžeme zařadit:

- 1) Snížení možnosti přerušení provozu zařízení, snížení poruchovosti – zavedením preventivní údržby a kontrol v daných intervalech celého zařízení. Výhody byly již popsány.
- 2) Změna systému údržby po poruše na systém údržby preventivní, který je u tohoto stomatologického zařízení vhodný.
- 3) Přenesení celkové běžné údržby lékaře na zdravotního asistenta a ušetření času lékaře pro věnování se další práci související s chodem ordinace.
- 4) Kompletní běžná údržba zdravotního asistenta vytváří větší podíl na chodu ordinace a provozu stomatologického zařízení, vytváří jistou spoluodpovědnost.
- 5) Zvýšení motivace zdravotního asistenta (bonusové odměny)
- 6) Zvýšení efektivity stomatologické soupravy, zvýšení pohotovosti zařízení.
- 7) Propojení servisního technika s provozovatelem zařízení a spolupráce na správném chodu stomatologické soupravy.
- 8) Náklady systému preventivní údržby u stomatologické soupravy by měly být sníženy, minimálně by měly být zachovány.
- 9) Snížení nákladů za pohotovost servisního technika a za případné uvedení soupravy zpět do provozu.
- 10) Snížení nákladů na náhradní díly a jejich lhůtu dodání vzhledem k zahraničním dodavatelům.
- 11) Redukce nákladů spojených s výpadkem provozu. Byly zmíněny důsledky eventuelních poruch, které mají vliv na ušlý zisk ordinace, na nespokojenost a čekací dobu pacientů.
- 12) Vedení dokumentace údržby, do které je zařazen formulář preventivní údržby servisního technika a měsíční formulář běžné údržby.

Oba formuláře jsou součástí přílohy č. 1 a přílohy č. 2 k této bakalářské práci.

Závěr

Proces údržby má v malých i velkých podnicích včetně soukromé sféry velký význam a představuje nedílnou součást výrobních i nevýrobních zařízení. Kvalitně prováděná údržba může být důležitým faktorem pro přínosy podniku v podobě zvyšování produktivity výroby, snižování důsledků poruch, snižování nákladů na údržbu a dalších. Proto je důležitá znalost metod, technik a nástrojů z oblasti údržby zařízení. Bakalářská práce se věnovala procesu údržby a po uvedení základních definic a vývojových etap byly popsány jednotlivé systémy údržby a typy řízení údržby v podnicích.

U podniků s moderní průmyslovou výrobou hraje údržba důležitou roli z hlediska ekonomického, neboť výroba vyžaduje výkonné a spolehlivé zařízení. U těchto moderních podniků je proto pohled na údržbu jako na vedlejší útvar nahrazován moderními trendy údržby s potenciálem dosažení přínosů. Dochází k propojení výrobního úseku a úseku údržby. Jedním z moderních konceptů údržby, který přispívá ke zvyšování efektivnosti podniku, je Total Productive Maintenance. Metoda údržby TPM je primárně používána pro výrobní podniky s větším počtem výrobních zařízení a pracovníků.

V této bakalářské práci vzhledem k potřebným datům a jejich složitosti a rozsahu práce byla zvolena případová studie konkrétního zařízení, stomatologické soupravy Diplomat Consul DC 350. Po seznámení do problematiky procesu údržby a jednoho z jejích konceptů, metody TPM, následovalo seznámení se zařízením stomatologické soupravy. Na zařízení byl analyzován současný stav údržby a byly zjištěny jisté nedostatky. Tyto nedostatky v případové studii jsou řešeny pomocí částečné aplikace metody TPM. Aplikace je provedena na strojírenský produkt, který je využíván v terciárním sektoru. Metodu tedy lze použít i v nevýrobní oblasti. TPM se opírá o pět základních pilířů, přičemž v případové studii nelze využít pilíř měření celkové efektivnosti zařízení. V ostatních pilířích jsou navrženy kroky pro zlepšení současného stavu a zejména pilíře preventivní údržby a autonomní údržby jsou velmi důležité. Z pilíře autonomní údržby byl navrhnout měsíční formulář běžné údržby, který je součástí přílohy č. 2. Pro preventivní údržbu byl navrhnout formulář plánu preventivní údržby, který je součástí přílohy č. 1. Oba formuláře budou součástí dokumentace údržby stomatologické soupravy.

Po zavedení navrhovaných kroků částečné aplikace TPM jsou očekávané přínosy, mezi které patří: snížení možnosti přerušení provozu zařízení, změna systému údržby, vykonávání kompletní běžné údržby zdravotním asistentem, větší zapojení zdravotního asistenta do provozu zařízení a spoluodpovědnost, snížení nákladů na provoz a údržbu, zavedení formulářů, které budou součástí dokumentace údržby stomatologické soupravy pro údržbu preventivní a také běžnou údržbu.

Touto případovou studií se potvrdilo, že metoda TPM je v určitém zjednodušení aplikovatelná i mimo výrobní oblast a může se stát důležitým prvkem pro zlepšování údržby a tím dosažení očekávaných přínosů.

Seznam použité literatury

- [1] KOTLER, Philip. *Marketing*. Praha: Grada, 2004, 855 s. ISBN 978-80-247-0513-2.
- [2] ROUBAL, Jan. *Řízení nákladů životního cyklu produktu*. Plzeň, 2010. Disertační práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra průmyslového inženýrství a managementu.
- [3] LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2013, 570 s. ISBN 978-807-4311-192.
- [4] KOTLER, Philip. *Moderní marketing: 4. evropské vydání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 1041 s. ISBN 978-80-247-1545-2.
- [5] MURTHY, D, Marvin RAUSAND a Trond ØSTERÅS . *Product reliability: specification and performance*. London: Springer, c2008, xvii, 284 p. ISBN 978-184-8002-715.
- [6] Product lifecycle management: Phases of product lifecycle and corresponding technologies. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. 2013 [cit. 2013-12-05]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Product_lifecycle_management
- [7] ČSN EN 60300-3-3. *Management spolehlivosti: Část 3-3: Pokyn k použití - Analýza nákladů životního cyklu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [8] EDL, Milan. *Řízení životního cyklu produktu (PLM)*. Plzeň: SmartMotion, 2012, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-87539-04-0.
- [9] *Kde hledat informace o PLM?*. [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.designtech.cz/c/plm/kde-hledat-informace-o-plm.htm>
- [10] PLM – Product Lifecycle Management. *PLM.cz: Product Lifecycle Management* [online]. 2011 [cit. 2013-12-19]. Dostupné z: <http://plm.caxmix.cz/definice-plm/>
- [11] VALENČNÍK, Štefan. *Údržba a obnova strojov*. Košice: Edícia vedeckej a odbornej literatúry SjF TU v Košiciach, 2010, 416 s. ISBN 978-80-553-0514-1.
- [12] ČSN EN 13306. *Údržba: Terminologie údržby*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [13] RAKYTA, Miroslav. *Údržba ako zdroj produktivity*. Žilina: Slovenské centrum produktivity, 2002. ISBN 80-968324-3-3.
- [14] Recyklace. *Ekologie.aktualne.cz* [online]. 2001 [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: <http://ekologie.xf.cz/temata/recyklace/recyklace.htm>
- [15] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 98/2008: o odpadech a o zrušení některých směrnic* [online]. [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:CS:PDF>
- [16] Životnost. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. 2013 [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDivotnost>
- [17] *Odpadová logistika podniku*. [online]. [cit. 2014-01-18]. Dostupné z: <http://skola.sos-jh.cz/files/%3D1865/>
- [18] MOUBRAY, John. *Reliability-centered maintenance*. 2nd ed. New York: Industrial Press, 1997. ISBN 08-311-3078-4
- [19] VDOLEČEK, František. *Technická diagnostika v systémech*. [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37313.pdf>

- [20] ČSN EN 15341. *Údržba: Klíčové indikátory výkonnosti údržby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [21] NAKAJIMA, Seiichi. *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 1988. ISBN 09-152-9923-2.
- [22] LEHDER, G.: Teória údržby a opráv. Projekt Tempus – PHARE IB_JEP-13406-98, TU Košice, Košice 2000. ISBN 80-7099-554-8.
- [23] BÖHM, Radek. PREZENTACE. *TPM: Total Productive Maintenance*. 2012.
- [24] IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: [řízení a zlepšování kvality na pracovišti]*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3.
- [25] 5S workplace organisation and standardisation. *Tpf Europe* [online]. [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: 5S workplace organisation and standardisation
- [26] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [27] Diplomat Dental s.r.o. *O společnosti* [online]. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.diplomat-dental.com/o-spolocnosti/diplomat-dental-sro/>
- [28] Diplomat Dental s.r.o. *Diplomat Consul DC350* [online]. 2013 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.diplomat-dental.com/produkty/stomatologicke-supravy/diplomat-consul-dc350/>
- [29] Kompresor Ekom DK50-10. *EKOM* [online]. 2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.ekom.sk/produkty/dentalne-kompresory/kompresory/dk50-10/>
- [30] Odsávačka Ekom DO 2.1. *EKOM* [online]. 2012 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z: <http://www.ekom.sk/produkty/dentalne-kompresory/odsavacky/do-21/?L=>
- [31] Dental Equipment: Amalgam Separators. *METASYS* [online]. 2013 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: http://info.metasys.at/en/dental_equipment/e27c6b10/0/amalgam_separators
- [32] Micromotors: MC3 Micromotors. *Bien Air Dental* [online]. 2013 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: http://www.bienair.com/dental_products_b.asp?family=63
- [33] Conta-angle Handpieces: Synea. *W&H* [online]. 2014 [cit. 2014-05-3]. Dostupné z: http://www.wh.com/en_global/dental-products/restoration-prosthetics/handpieces/synea/
- [34] Micromotors: MX Micromotor. *Bien Air Dental* [online]. 2013 [cit. 2014-04-25]. Dostupné z: http://www.bienair.com/dental_products_b.asp?family=255
- [35] Straight and contra-angles handpieces: EXPERTmatic E20 L. *KaVo Dental* [online]. 2014 [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: <http://www.kavo.com/Products/Dental-Instruments/Straight-and-contra-angles-handpieces/EXPERTmatic/Overview.aspx>
- [36] Instrumenty: KaVo GENTLEsilence LUX 8000 B. *KaVo Dental* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.kavo.cz/cs/produkty/?mt=4&prid=43&t=6>

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Rozdělení produktů [2].....	12
Obrázek 1-2: Etapy životního cyklu produktu [7, upraven].....	16
Obrázek 1-3: Integrace PLM [8]	17
Obrázek 1-4: Životní cyklus produktu monitorovaný pomocí PLM systémů [9].....	18
Obrázek 3-1: Všeobecný průběh intenzity poruch [13]	24
Obrázek 3-2: Očekávání od údržby [18]	24
Obrázek 3-3: Vývoj typů a nástrojů údržby [18]	25
Obrázek 3-4: Vývojové stupně v oblasti systémové údržby [13]	25
Obrázek 3-5: Matice kritičnosti [12].....	26
Obrázek 3-6: Schéma systému údržby po poruše [19].....	27
Obrázek 3-7: Schéma systému preventivní údržby [19]	28
Obrázek 3-8: Schéma systému prediktivní údržby [19].....	29
Obrázek 3-9: Schéma systému proaktivní údržby [19].....	30
Obrázek 3-10: Průběh nákladů na údržbu [11]	33
Obrázek 4-1: Koncepty pro řešení problémů ve výrobě [13, upraven].....	34
Obrázek 4-2: Základní pilíře TPM [13, upraven]	36
Obrázek 4-3: Metoda 5S [25].....	39
Obrázek 4-4: Fáze implementace TPM [3]	42
Obrázek 5-1: Logo Diplomat Dental [27]	45
Obrázek 5-2: Diplomat Consul DC 350 [28]	47
Obrázek 5-3: Stolek s nástroji lékaře [28].....	47
Obrázek 5-4: Stolek asistenta [28]	47
Obrázek 5-5: Schéma stomatologické soupravy [28]	49
Obrázek 5-6: Dentální kompresor Ekom [29].....	51
Obrázek 5-7: Odsávací zařízení Ekom [30]	52
Obrázek 5-8: Systém Metasys MST1 [31]	53
Obrázek 5-9: Mikromotor Bien air MC3 Led [32]	55
Obrázek 5-10: Koncovka Synea 99LT [33]	56
Obrázek 5-11: Mikromotor Bien Air MX [34]	57
Obrázek 5-12: Koncovka Kavo E20L [35]	58
Obrázek 5-13: Turbína LUX 8000B [36].....	58

Seznam tabulek

Tabulka 4-1: Dvanáct kroků implementace TPM [21]	43
Tabulka 5-1: Technické údaje DC350 [28].....	48
Tabulka 6-1: SWOT analýza současného stavu údržby.....	62

Seznam příloh

Příloha č. 1: Měsíční formulář běžné údržby

Příloha č. 2: Plán preventivní údržby

PŘÍLOHA č. 1

Měsíční formulář běžné údržby

PŘÍLOHA č. 2

Plán preventivní údržby

Plán preventivní údržby

stomatologické soupravy včetně dalších částí zařízení

Diplomat Consul DC 350



Seznam preventivní údržby

Údržba zařízení a úkony	provedeno/ v pořádku	není v pořádku	odstraněno
-------------------------	-------------------------	-------------------	------------

Kompressor Ekom DK50-10			
Výměna filtru v kondenzační jednotce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Přezkoušení těsnosti spojů, prohlídka zařízení: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funkce pojistného ventilu: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Měření výkonů, zapnutí/vypnutí tlaku: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrický stav (izolační odpor, unikající proud): kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Výměna výstupního filtru v sušiči	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vykonání opakované zkoušky podle EN 62353	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Výměna pístní skupiny kompresoru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Výměna vstupního filtru ve skříni kompresoru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Metasys Multisystem Typ 1			
Čidla: vtokové čidlo, čidlo zaplnění amalgámu, výška plnění: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektronika (bloková, synchronizace): kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komory odstředivky: optická kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chod odstředivky: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Čerpadlo sedimentační nádoby: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Přezkoušení těsnosti spojů, prohlídka zařízení: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unit – Diplomat Consul DC350			
Seřízení tlaků vody a vzduchu: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Všechny hadice, přípojky, spoje: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pohonné jednotky stomatol. křesla (čepy, mazivo): kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Činnost separátoru: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Průtok vody do mísy v plivátku, plnění pohárku: kontrola, seřízení	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Přezkoušení všech funkcí, chod zařízení: kontrola, seřízení	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Údržba zařízení a úkony	provedeno/ v pořádku	není v pořádku	odstraněno
-------------------------	-------------------------	-------------------	------------

Odsávací zařízení Ekom DO 2.1			
Výkon a hlučnost odsávačky: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrický stav (izolační odpor, unikající proud): kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Těsnost spojů a prohlídka zařízení: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vykonání opakované zkoušky podle EN 62353	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mikromotory Bien Air MC LED, MX			
Plynulost a hlučnost chodu: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Těsnící kroužky: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neporušenost, správné utažení, čistota: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nástrojové hadice, jejich spojení: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Koncovky: Synea 99LT, KaVo E20L, KaVo LUX8000B			
Upínací síla kleštiny: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hlučnost ložisek, případné vibrace: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plynulost chodu, vizuální kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pistole voda/vzduch, Scaler EMS			
Čištění přívody vody a vzduchu do trysek: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Měření a kontrola hrotových koncovek scaleru	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funkčnost, spoje nástrojových hadic: kontrola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dodatková údržba			
Seznámení obsluhy s preventivní údržbou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontrola správnosti běžné údržby prováděné obsluhou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Provedeno/v
pořádku=zaznamenat do
tabulky

Není v pořádku=vykonejte
opravu, respektujte pokyny,
zaznamenat do tabulky

Odstraněno=závada byla
odstraněna, zaznamenat do
tabulky

Údržbu provedl:	Datum:	Příští údržba:

Intervaly úkonů preventivní údržby

Údržba zařízení a úkony	6 měsíců	12 měsíců	24 měsíců
Kompresor Ekom DK50-10			
Výměna filtru v kondenzační jednotce		X	
Přezkoušení těsnosti spojů, prohlídka zařízení: kontrola		X	
Funkce pojistného ventilu: kontrola		X	
Měření výkonů, zapnutí/vypnutí tlaku: kontrola	X		
Elektrický stav (izolační odpor, unikající proud): kontrola	X		
Výměna výstupního filtru v sušiči			X
Vykonání opakované zkoušky podle EN 62353			X
Výměna pístní skupiny kompresoru	každých 6000 provozních hodin		
Výměna vstupního filtru ve skříni kompresoru			X
Metasys Multisystem Typ 1			
Čidla: vtokové čidlo, čidlo zaplnění amalgámu, výška plnění: kontrola		X	
Elektronika (bloková, synchronizace): kontrola		X	
Komory odstředivky: optická kontrola			X
Chod odstředivky: kontrola		X	
Čerpadlo sedimentační nádoby: kontrola		X	
Přezkoušení těsnosti spojů, prohlídka zařízení: kontrola	X		
Unit – Diplomat Consul DC350			
Seřízení tlaků vody a vzduchu: kontrola	X		
Všechny hadice, přípojky, spoje: kontrola	X		
Pohonné jednotky stomatol. křesla (čepy, mazivo): kontrola	X		
Činnost separátoru: kontrola	X		
Průtok vody do mísy v plivátku, plnění pohárku: kontrola, seřízení	X		
Přezkoušení všech funkcí, chod zařízení: kontrola, seřízení	X		
Odsávací zařízení Ekom DO 2.1			
Výkon a hlučnost odsávačky: kontrola	X		
Elektrický stav (izolační odpor, unikající proud): kontrola	X		
Těsnost spojů a prohlídka zařízení: kontrola		X	
Vykonání opakované zkoušky podle EN 62353			X
Mikromotory Bien Air MC LED, MX			
Plynulost a hlučnost chodu: kontrola		X	
Těsnící kroužky: kontrola		X	
Neporušenost, správné utažení, čistota: kontrola		X	
Nástrojové hadice, jejich spojení: kontrola		X	
Koncovky: Synea 99LT, KaVo E20L, KaVo LUX8000B			
Upínací síla kleštiny: kontrola		X	
Hlučnost ložisek, případné vibrace: kontrola		X	
Plynulost chodu, vizuální kontrola		X	

Údržba zařízení a úkony	6 měsíců	12 měsíců	24 měsíců
Pistole voda/vzduch, Scaler EMS			
Čištění přívody vody a vzduchu do trysek: kontrola	x		
Měření a kontrola hrotových koncovek scaleru	x		
Funkčnost, spoje nástrojových hadic: kontrola	x		

Dodatková údržba			
Seznámení obsluhy s preventivní údržbou		x	
Kontrola správnosti běžné údržby prováděné obsluhou		x	