

Technická univerzita v Liberci

Hospodářská fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2001

Renata Benešová

Technická univerzita v Liberci

Hospodářská fakulta

Studijní program : 6208 – Ekonomika a management

Studijní obor : Podniková ekonomika

Efektivní údržba odmašťovací linky

The efficient upkeep of degreasing line

DP – PE – KPE – 200118

Renata Benešová

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Sixta CSc., KPE

Konzultant práce: Ing. Pavel Benda, vedoucí úseku techniky a logistiky,

Preciosa –Lustry, a.s. Kamenický Šenov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

o **Renatu Benešovou**

or č. 6208 T Podniková ekonomika

edoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 111 / 1998 Sb. o vysokých školách a navazujících předpisů určuje tuto diplomovou práci:

ízev tématu: **Efektivní údržba odmašťovací linky**

ky pro vypracování:

Ve své diplomové práci se zaměřte na návrh nového způsobu údržby odmašťovací linky v Preciosa – Lustry, a. s. v Kamenickém Šenově.

Návrh organizačních opatření podložte podrobnou analýzou současného stavu. Závěru práce proveďte návrh optima mezi preventivní a represivní údržbou.

Rozsah grafických prací:

50 - 60 stran textu + nutné přílohy

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Hamelin, B.: Údržba a její nové pojetí, Grada, Praha 1997

Beckmann, G. a kol. Optimálne metódy údržby, Alfa, Bratislava 1998

Muček, R. – Mañas, M.: Matematické modely v ekonomii, Grada, Praha 1997

Makovec, J.: Organizace a plánování výroby, Victoria Publishing, Praha 1996

WEISS, H. J., GERSHON, M. E.: *Production and Operations Management*. 2nd ed.

Massachusetts: Allyn and Bacon, 1989.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Josef Sixta, CSc.

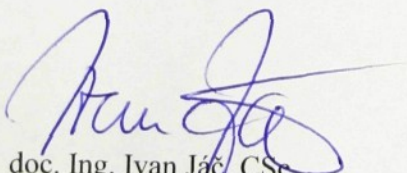
Konzultant: Ing. Pavel Benda, vedoucí úseku techniky a logistiky

Termín zadání diplomové práce: 31.10.2000

Termín odevzdání diplomové práce: 25.5.2001

L.S.




doc. Ing. Ivan Jác, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Jan Ehleman, CSc.
děkan Hospodářské fakulty

RESUMÉ

Uvedená diplomová práce se zabývá efektivní údržbou odmašťovací linky ve společnosti Preciosa – Lustry, a.s. Kamenický Šenov. Cílem práce je navrhnout nový efektivnější způsob údržby, který povede ke zvýšení využití linky.

Teoretická část pojednává o různých koncepcích údržby strojů a zařízení, poskytuje návody, jak řešit problémy a kde hledat možnosti ke snižování nákladů a k růstu produktivity. V práci jsou využity poznatky z odborné literatury.

V praktické části je zachycen současný způsob údržby, provedena analýza prostojů odmašťovací linky, která nám umožní udělat správné rozhodnutí o změně v systému údržby. Na závěr jsou uvedeny finanční přínosy vyplývající ze zavedení navrhovaných změn.

SUMMARY

Said thesis deals with efficient upkeep of degreasing line in Preciosa - Lustry,a.s. Kamenický Šenov. This thesis aim is to come up with a new and more efficient way of upkeep this process which would cause to increase of use of this process.

The theoretical part deals with different conceptions of upkeep the devices and the apparatuses how to solve the problems and where to look for possibilities for curtailing the expenses and for increasing the productivity in relevant process. There are pieces of knowledge which were taken out of scholarly literature used in this thesis.

The practical part deals with present-day way of upkeep. There is also an analysis of downtimes in degreasing process performed in this part of the thesis. This analysis is showing us a possibility to make a right decision how to change the system of upkeep. Finally there are mentioned financial acquisitions arising out of utilize planed changes.

Obsah

	Seznam zkratek a symbolů	8
1.	Úvod	9
2.	Teoretické poznatky z literatury	11
2.1	Údržba	11
2.1.1	Definice údržby	11
2.1.2	Metody údržby	11
2.1.3	Systematizace metod údržby	13
2.1.3.1	Druh údržby	13
2.1.3.2	Rozsah následné údržby	13
2.1.3.3	Rozsah preventivní údržby	14
2.1.4	Postup při výběru metody údržby	15
2.1.5	Všeobecné cílové kritérium optimalizace údržby	17
2.1.6	Souhrnné náklady	20
2.1.7	Speciální formulace cílové funkce	23
2.2	TPM – Totálně produktivní údržba	24
2.2.1	Strategie TPM	25
2.2.2	Celkové efektivní využívání strojů a zařízení	26
2.2.3	Ztráty ve využívání strojů a zařízení	28
2.2.4	Samostatná údržba	30
2.3	Program 5S	32
2.4	Metoda PDCA	33
2.5	Předcházení vadám (poka – yoke)	35
3.	Preciosa – Lustry, a.s. Kamenický Šenov	37
3.1	Historie vývoje lustrů	37
3.2	Historie podniku	38
3.3	O podniku současnosti	39
4.	Analýza současného stavu	41
4.1	Postavení odmašťovací linky ve výrobním procesu	41
4.2	Technologický postup odmašťování	42
4.3	Analýza prostojů odmašťovací linky	43

4.4	Určení významných poruch	45
4.5	Podrobná analýza jednotlivých prostožů a návrhy řešení	47
4.5.1	Přerušení dodávky elektrické energie	48
4.5.2	Chybné kroky v rozhodovacím algoritmu	48
4.5.3	Nedostatek chemikálií	49
4.5.4	Nesprávné chemické složení lázní	50
4.5.5	Nevyhovující teplota lázně	51
4.5.6	Poškození čerpadla	52
4.5.7	Zaseknutí plováku odpadu	53
4.5.8	Protékání ventilu	53
4.5.9	Selhání mechanismu kývavého pohybu, mechanická porucha dopravníku, porucha v rozvodu tlakového vzduchu, poškozené těsnění	54
4.5.10	Závada na signalizačních prvcích linky	54
4.6	Provozní dokumentace	55
4.6.1	Současný provozní deník	55
4.6.2	Návrh nového provozního deníku	56
4.7	Paretova analýza	59
4.8	Ekonomické zhodnocení	60
5.	Závěr	63
	Seznam literatury	65

Seznam použitých zkratek a symbolů

- CEZ** - celková efektivnost zařízení
- $D(t)$** - integrál poškození, ztráty v důsledku deterministických vlivů opotřebení
- L** - množství výroby za časovou jednotku
- L_{norm}** - množství výroby za časovou jednotku při uvedení do provozu, resp. po úplné opravě
- n_k** - střední počet kontrolních úkonů
- n_n** - střední počet následných úkonů údržby
- n_p** - střední počet poprohlídkových oprav
- $n_{\dot{u}}$** - střední počet preventivních úkonů údržby
- N** - souhrn nákladů údržby a ztráty z prostojů
- $N_A(t)$** - náklady v důsledku zvýšených nákladů na materiál, energii a pracovní čas
- N_k** - střední náklady na kontrolní úkony
- $N_L(t)$** - ztráty vyvolané snížením výkonu
- N_n** - střední náklady následných úkonů údržby
- N_p** - střední náklady poprohlídkových oprav
- $N_{\dot{u}}$** - střední náklady na preventivní úkony údržby
- $N_Q(t)$** - ztráty způsobené snížením jakosti
- $\bar{N}$** - střední souhrnné náklady na časovou jednotku provozu
- N'** - náklady údržby
- N^+** - náklady a ztráty z prostojů
- PDCA** – plan – do – check – act
- p_L** - hodnota jednotky množství realizované výroby
- SMED** – Single Minute Exchange Die
- t** - čas provozu
- t_c** - cyklus údržby
- t_p** - perioda údržby
- TPM** - Total Productive Maintenance, Totálně produktivní údržba
- $t_{\dot{u}}$** - střední čas preventivního úkonu
- $t_{\dot{u}}^+$** - střední čas prostojů na preventivní úkon údržby
- ΔL** - snížení výkonu údržby

1. ÚVOD

Podniky pracující v podmínkách současných trhů musely projít zásadními změnami ve svém přístupu k zákazníkům, výrobnímu procesu, produktivitě a nákladům. Doba, kdy poptávka převyšovala nabídku a podniky neměly problémy umístit své výrobky na trzích, je dávno minulá. Silné konkurenční prostředí a radikální změny v požadavcích zákazníků nutí podniky k rychlým změnám ve struktuře nabízených výrobků a zároveň stlačují jejich ceny. V této situaci jediným východiskem pro dnešní podniky je neustálé zvyšování produktivity prostřednictvím snižování nákladů. To vede ke změně pohledu na strukturu nákladů.

Tato diplomová práce se zabývá jednou z oblastí výrobních nákladů a to náklady na údržbu. V průmyslu, ve službách i jinde vzrůstá počet zařízení, která vyžadují údržbu. Jejich selhání může ovlivnit bezpečnost, životní prostředí, kvalitu produktů i samotnou produktivitu podniků.¹

Hlavním zájmem diplomové práce budou náklady na údržbu odmašťovací linky v podniku Preciosa-Lustry, a.s. Kamenický Šenov.

Odmašťovací linka má významné postavení ve výrobě mosazných dílů. Je prototypem navrhnutým a zkonstruovaným v závodě 14 Preciosa, který se zaměřuje na řešení a realizaci výzkumných a vývojových úkolů pro jednotlivé závody Preciosy. Linka byla uvedena do provozu 1. ledna 1999 a ihned byla plně včleněna do výrobního procesu.

Tato práce je zpracována na základě informací získaných v podniku Preciosa – Lustry, a.s. v Kamenickém Šenově, největšího a nejvýznamnějšího výrobce bytových a společenských svítidel v České republice. Firma poskytuje kompletní služby při vybavování reprezentačních prostor v tuzemsku i zahraničí – od návrhů a designu svítidel, přes výrobu, až po montáž, servis a opravy. Při tom všem klade hlavní důraz na úzkou spolupráci se zákazníkem tak, aby výsledný produkt odpovídal jeho potřebám a přáním.

¹ Kos, Z. : Moderní řízení, 1998, 5, str. 52

Cílem diplomové práce je návrh nového způsobu údržby odmašťovací linky. Návrh je podložen ekonomickým zhodnocením a předchází mu podrobná analýza současného stavu.

2. Teoretické poznatky z literatury

2.1 Údržba

Proces údržby se vyvíjel souběžně s vývojem výrobních prostředků a předmětů obecně. Dlouhou dobu nebyly zřejmé ekonomické důsledky údržby, výjimečně byla považována za nutné zlo. Byly to ekonomické tlaky, které zaměřily pozornost k procesu údržby, jako prostředku zajišťujícímu jakost a spolehlivost výrobku. V procesu údržby proto nestačí uvést zařízení znovu do chodu, ale je nutné poskytnout na určitou dobu záruku, což je mnohem nesnadnější. [2]

2.1.1 Definice údržby

Samotný pojem údržby je definován jako souhrn činností zabezpečujících technickou způsobilost, pohotovost a hospodárny provoz základních prostředků.²

Smyslem údržby je systematicky udržovat výrobní zařízení v technicky dobrém a provozuschopném stavu při vynakládání optimálních nákladů.³

Je na první pohled zřejmé, že i přes rostoucí význam této činnosti, existuje jistá hranice ekonomického rozsahu obnovy a zabezpečování provozuschopnosti výrobních zařízení. Základním problémem podniků je volba rozsahu údržby, která má nemalý vliv na celkovou výkonnost (efektivnost) výroby.

2.1.2 Metody údržby

Údržbu je třeba interpretovat jako souhrnný pojem pro udržování a opravy. Opravami se odstraňují následky opotřebování a obnovuje se ztracená provozuschopnost,

² Beckmann, G. a kol. : Optimálne metódy údržby, str.9

udržování má za cíl zpomalit intenzitu opotřebování, a tak co nejdéle zachovat existující provozuschopnost. Udržování samo má vždy intenzivní charakter, opravy mohou mít preventivní charakter, ale i následný.

Metodou údržby – někdy označovanou jako strategie údržby – rozumíme konkrétní přístup k údržbě z hlediska termínu, resp. periodicity, způsobu, rozsahu a komplexnosti jednotlivých zásahů.⁴

Strategie údržby se dělí podle různých kritérií, např. podle způsobu plánování a realizace se rozlišují:

- **Represivní (následné) strategie**, u kterých se oprava vykoná v případě dopředu nepředvídané poruchy.
- **Preventivní strategie**, které jsou založené na plánovaném určování času údržby, zpravidla před výskytem poruchy. V případě nepředvídané poruchy se vykoná represivní oprava.
- **Pohotovostní (inspekční) strategie**, které jsou speciálním případem preventivních strategií. Plánuje se přitom periodická kontrola zařízení a údržba se vykoná v případě, že se zjistí zhoršení jeho stavu nad určitou stanovenou míru.

Podle časového uspořádání údržby můžeme rozlišovat:

- **Neplánovanou údržbu**, u které se vykonává jen represivní oprava po poruše.
- **Intervalová údržba**, u které se čas vykonání následující údržby určuje v době realizace předcházející údržby.
- **Periodická údržba**, u které se preventivní údržba anebo kontrola vykonává v předem určených, periodicky se opakujících intervalech, které můžeme též nazvat jako cykly údržby.⁵

³ Makovec, J. : Organizace a plánování výroby, str. 172

⁴ Beckmann, G. a kol. : Optimálne metody údržby, str. 64 - 65

2.1.3 Systematizace metod údržby

Prvním krokem k systematizaci údržby je určení druhu údržby, poté musí být stanoven rozsah následné opravy a rozsah preventivní údržby.

2.1.3.1 Druh údržby

1. **Poporuchová metoda** – údržba se omezuje výlučně na opravy po poruše, tzn. že se zříká preventivních zásahů.
2. **Standardní periodická oprava** – preventivní oprava se vykonává vždy po uplynutí stejného času provozu stroje, tj. perioda údržby (t_p). Perioda údržby se bere od okamžiku poslední preventivní opravy, nezávisle na tom, zda mezi tím byla v důsledku poruchy potřebná následná oprava, nebo ne.
3. **Flexibilní periodická oprava** – preventivní oprava se vykonává vždy po uplynutí bezporuchového času provozu t_p , to znamená, že při poruše před uplynutím určené periody se plánovaná preventivní oprava přiměřeně urychlí.
4. **Kontrolní metoda** – preventivní údržba se vykonává na základě diagnózy stavu poškození. Na hodnocení nálezu diagnózy existují dvě možnosti:
 - porovnání stavu poškození s hranicí provozuschopnosti,
 - prognóza zůstatkového času fungování.

2.1.3.2 Rozsah následné údržby

Úplná oprava = obnova – opravou se obnoví původní stav předmětu údržby z hlediska výkonnosti, spolehlivosti atd. Příklady úplné opravy jsou :

⁵ Beckmann, G. a kol : Optimálne metódy údržby, str. 11-12

- generální oprava,
- výměnná oprava.

Minimální oprava – obnovení provozuschopnosti po poruše stroje s co nejnižšími náklady. Omezuje se na opatření zaměřená na obnovu anebo zachování provozuschopnosti stroje až do další preventivní údržby, přičemž předpokládáme, že se znovu dosáhne přibližně předchozí výkonnosti a spolehlivosti.[1]

2.1.3.3 Rozsah preventivní údržby

Části systému strojů a zařízení pokládáné za prvky systému (konstrukční části, montážní celky) se označují jako technologicky, resp. ekonomicky závislé, když při jejich současné údržbě v porovnání s údržbou jednotlivých prvků můžeme ušetřit náklady údržby, anebo snížit ztráty způsobené prostoji.

Technologickou závislost uvažujeme v případech, kdy opotřeбенé části se můžou opravit, resp. vyměnit tak, že např. při výměně kompletních montážních celků můžeme ušetřit montážní náklady.

V případě, kdy současná údržba více systémových prvků má nižší ztráty z prostojů, než samostatná údržba jednotlivých prvků, můžeme říci, že se jedná o ekonomickou závislost.⁶

Individuální údržba – se vykonává při technologicko-ekonomické nezávislosti, to znamená, že současná údržba více prvků nepřinese žádné ekonomické výhody.

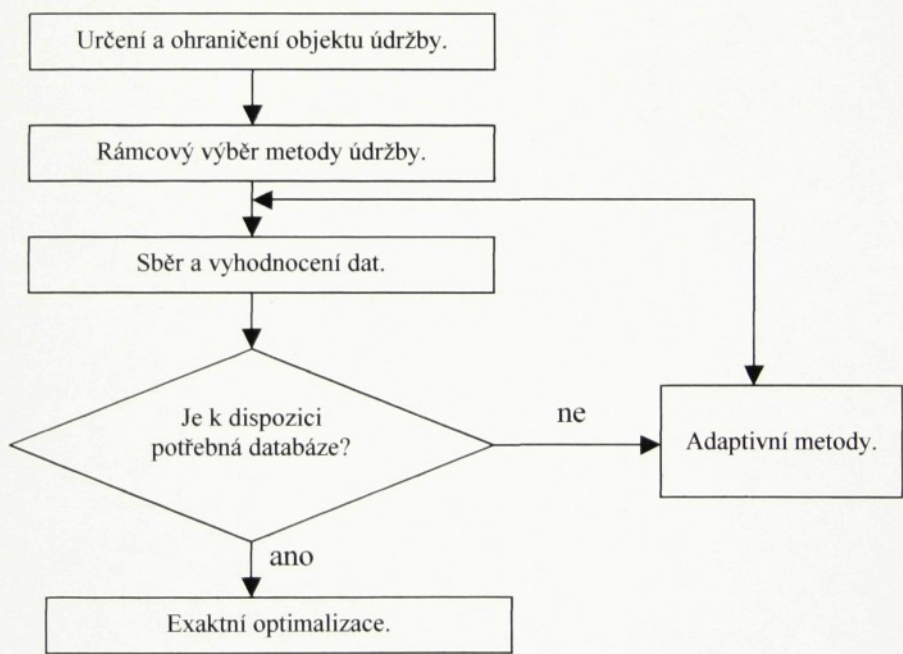
Komplexní údržba – se vykonává při technologicko-ekonomické závislosti. V nejjednodušším případě se během jednoho úkonu údržby všechny prvky udržují současně a při poruše se následná oprava uskuteční pouze na příslušném prvku.

⁶ Beckmann, G. a klo. : Optimálne metódy údržby, str. 67

2.1.4 Postup při výběru metody údržby

Na výběr metody údržby má vliv množství technických, technologických a provozně organizačních hledisek, ale také sám objekt údržby. Při výběru optimální metody údržby postupujeme podle kroků uvedených ve vývojovém diagramu (obr.1.).

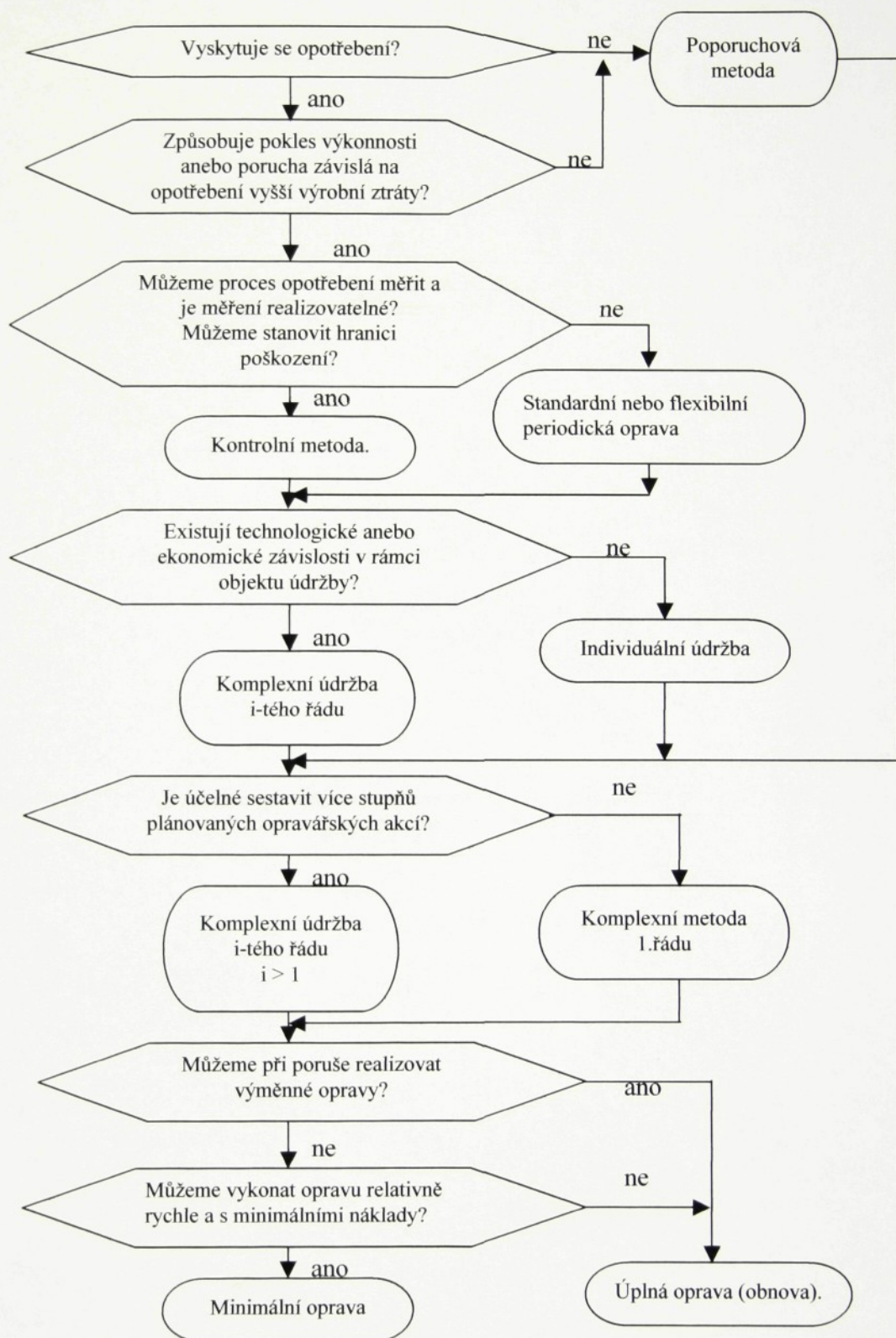
Nejdříve musíme přesně specifikovat objekt údržby. V závislosti na jeho vymezení, struktuře a postavení v celkovém procesu výroby je třeba rozhodnout, zda se použije individuální nebo komplexní metoda, nebo zda se vykoná minimální či úplná oprava. Po určení a vymezení objektu údržby následuje rámcový výběr metody údržby. Při tom se doporučuje postupovat podle vývojového diagramu (obr.2.).



obr. 1.
Základní kroky při výběru optimální metody údržby.⁷

Adaptivní metody se používají v případech, kdy nemáme na optimalizaci statisticky dostatečně podložené odhady. Pomocí odhadů se sice dají určit „optimální“ periody,

⁷ Beckmann, G. a kol. : Optimálne metódy údržby, str.72



obr. 2 – Rámcový výběr metod údržby.⁸

⁸ Beckmann, G. a kol. : Optimálne metódy údržby, str. 73

rozsahy údržby, vstupní údaje se však v průběhu používání stroje soustavně zpřesňují s ohledem na nové statistické údaje a optimum se přiměřeně koriguje.

Cílovým kritériem optimalizace všech metod údržby je minimalizace souhrnných očekávaných nákladů a ztrát z prostojů na jednotku času provozu stroje.

2.1.5 Všeobecné cílové kritérium optimalizace údržby

Koncepcie výběru jednotlivých činností údržby, cyklů a dob údržby se zakládá mimo jiné na určení extrému cílové funkce. Jako cílová funkce vystupuje často funkce průměrných souhrnných nákladů na údržbu. Jde o průměrnou hodnotu očekávaných nákladů na jednotku času bezporuchové činnosti zařízení.

Jako alternativu cílové funkce můžeme vzít v úvahu funkci pravděpodobného zisku z bezporuchového chodu zařízení nebo koeficient pohotovosti.

Modely údržby v teoretické literatuře jsou zaměřeny především na určení minima některé z uvedených účelových funkcí za předpokladu použití určité strategie.⁹

Cílem údržby je, aby se původní užité vlastnosti strojů a zařízení po dobu jejich využívání zachovaly, obnovily a případně vylepšily do takové míry, při které se dosáhne nejvyšší možné efektivnosti. Efektivností zde rozumíme poměr výsledků k nákladům. Jako náklady údržby vznikají především náklady mzdové, materiálové a režijní. Výsledek údržby se musí projevit ve zvýšených výsledcích výroby a ve snížení ztrát z výroby.

Ekonomickým ohodnocením ztrát z výroby a jejich sloučením s náklady údržby vzniká ekonomická veličina - souhrn nákladů údržby a ztrát z prostojů, krátce ji budeme značit jako souhrnné náklady N .

Souhrnné náklady kvantifikují sumu všech snížení efektivnosti v důsledku opotřebení strojů a zařízení, jako např. ztráty z prostojů v důsledku údržby, ztráty

⁹ Beckmann, G. a kol. : Optimálne metódy údržby, str. 12

z opotřebení, ztráty ze snížení výkonu a kvality, zvýšení nákladů na materiál, energii a na pracovní čas.

Velikost souhrnných nákladů závisí na:

- specifických vlastnostech objektu údržby (např. pořizovací cena, technický stav, podmínky použití, technologické místo ve výrobním procesu),
- druh údržby (např. preventivní nebo následná údržba, kontrola),
- rozsah údržby (např. úplná oprava, minimální oprava),
- frekvence údržby,
- stupeň dělby práce při údržbě (např. vlastní výkony, kooperace).

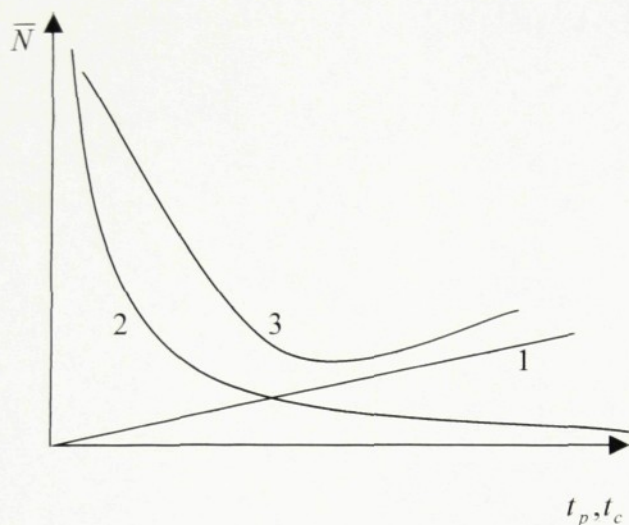
Z těchto úvah vyplývá pro souhrnné náklady ve sledovaném období tento vztah: náklady na jednotku času chodu stroje pro úkony následné údržby klesají, pokud se zmenšuje časový odstup t_p (resp. t_c) mezi preventivními zásahy. Tím se nevyhnutelně zvyšují náklady na jednotku času provozu stroje na preventivní zásahy údržby. V závislosti od periody údržby t_p (resp. od cyklu údržby t_c) se ukazuje protichůdnost různých nákladových složek, takže souhrnné náklady dosahují za určitých podmínek výrazné minimum (obr.3). Proto je předmětem optimalizace kromě druhu a rozsahu údržby především časový okamžik úkonů údržby, vyjádřený pomocí periody údržby anebo cyklu údržby.¹⁰

Při optimalizaci se nahradí všechny náhodné veličiny jejich střední hodnotou, a aby se eliminoval vliv délky sledovaného období, zvolí se pro formulaci účelové funkce minimalizace středních souhrnných nákladů na jednotku času provozu stroje.

Pokud označíme střední hodnotu nákladů na úkon následné údržby N_n , na preventivní zásahy údržby N_u , na poprohlídkovou opravu N_p , na činnost kontroly N_k , počet případně střední počet příslušných úkonů ve sledovaném období n_n, n_u, n_p, n_k a hodnocené ztráty v důsledku deterministických vlivů opotřebení $D(t)$, dostaneme všeobecnou cílovou funkci pro optimalizaci metod údržby:

¹⁰ Beckmann, G. a kol.: Optimálne metódy údržby, str. 27 -28

$$\bar{N}(t) = \frac{N(t)}{t} = \frac{n_n * N_n + n_u * N_u + n_p * N_p + n_k * N_k + D(t)}{t} \rightarrow \min \quad (1)$$



obr.3 - Vývoj složek souhrnných nákladů a jejich minimum na jednotku času provozu:
1 – podíl úkonů následné údržby, 2 – podíl preventivních zásahů, 3 – průběh souhrnných nákladů.¹¹

Jakmile se preventivní zásahy vykonávají v závislosti na čase používání strojů a zařízení s různou průměrnou početností, vede to k nestacionárnímu chování hodnoty cílové funkce. Při optimalizaci příslušných metod údržby se za čas t v rovnici (1) bere celková životnost.

Jakmile se naproti tomu průměrný počet preventivních zásahů údržby v průběhu používání strojů a zařízení nemění, potom jde o stacionární chování středních souhrnných nákladů za časovou jednotku. Potom stačí ohraničit sledované období na periodu nebo cyklus údržby. Přičemž periodou údržby se rozumí odstup mezi dvěma stejnými, sousedními preventivními zásahy. Cyklus údržby je naproti tomu nejmenší odstup mezi

¹¹ Beckmann, G. okol. : Optimálne metody údržby, str. 29

dvěma stejnými druhy preventivních zásahů údržby, i když mezi nimi leží ještě různé sledy jiných preventivních zásahů.¹²

2.1.6 Souhrnné náklady

Praktické plnění všeobecného kritéria účelové funkce vyžaduje ohraničení a definování jednotlivých složek souhrnných nákladů.

První významnou složkou souhrnných nákladů jsou náklady údržby, které pro větší přehlednost dělíme na náklady na preventivní zásahy a náklady na následné úkony údržby.

Náklady na preventivní zásahy údržby N'_u se skládají v podstatě z:

- náklady na vlastní úkony údržby (to jsou náklady na přípravu a realizaci vlastními pracovníky),
- náklady na cizí výkony údržby,
- náklady na materiál.

Protože při preventivních zásazích je rozsah údržby v podstatě daný, nechá se podíl N'_u na souhrnných nákladech dobře plánovat.

Náklady na následné úkony údržby N''_u se člení jako při preventivních zásazích, ale mají více náhodný charakter a proto se uvádějí jako střední hodnota.

Náklady a ztráty z prostojů představují především snížení zisku, které je zapříčiněné prostoji v důsledku údržby anebo poškozením strojů a zařízení.

Náklady a ztráty z prostojů v důsledku preventivních opatření údržby N''_u se zjišťují z:

- náklady na odstavení a náběh strojů a zařízení (náklady, které vznikají dodatečnou spotřebou energie, základního materiálu a pomocných látek, mzdové náklady, atd.),
- náklady na prostoj v důsledku údržby (např. mzdové náklady výrobních dělníků),

¹² Beckmann, G. akol. : Optimálne metódy údržby, str.29 -30

- výrobní ztráty v důsledku odstavení (hodnotí se všeobecně podle ušlého zisku).

Náklady a ztráty z prostojů v důsledku preventivních opatření údržby jsou součinem středního času prostojů t_u^+ , omezení výroby ΔL_u ($0 < L_u \leq L$) a hodnotou jednotky množství realizované výroby p_L .

$$N_u^+ = t_u^+ * \Delta L_u * p_L \quad (2)$$

Náklady a ztráty z prostojů v důsledku následných úkonů údržby N_n^+ obsahují v principu stejné složky jako při preventivní údržbě, ale mají náhodný charakter.

$$N_u = N_u^- + N_u^+ \quad (3)$$

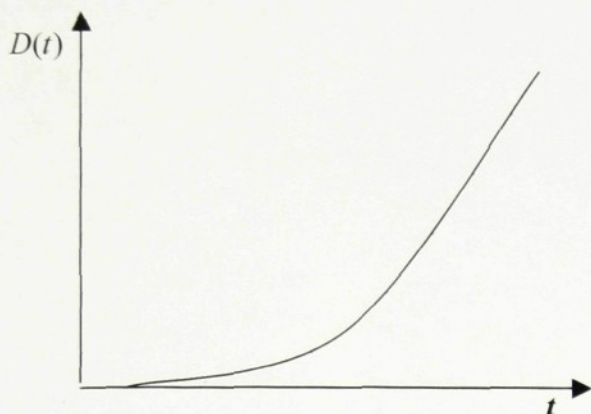
$$N_n = N_n^- + N_n^+ \quad (4)$$

Náklady kontrolních úkonů N_k vznikají v souvislosti s diagnózou strojů a zařízení. Diagnóza je spojená s náklady na preventivní zásahy (kontroly, prohlídkové opravy) a se ztrátami z prostojů, které se kalkulují jako N_u , resp. N_u^+ . Za dodatečně potřebné kontrolní opatření se dosadí kumulované běžné náklady v sledovaném období, které se skládají z odpisů, nákladů na obsluhu a údržbu apod. Při použití služeb cizí organizace se uplatní příslušné zúčtovací ceny.

Náklady vyvolané deterministickými vlivy opotřebení se projevují, pokud se vůbec projeví, ve stále narůstajících ztrátách efektivnosti jako:

- snížení výrobního výkonu,
- zhoršení parametrů jakosti a zvýšení počtu zmetků,
- zvýšení nákladů na obsluhu a řízení,
- zvýšení nákladů na údržbu.

Na praktický výpočet nákladů v důsledku deterministických vlivů opotřebení se může s výhodou vytvořit souhrnná veličina integrál poškození $D(t)$, přičemž $D(t)$ roste monotónně (obr.4).



obr. 4 – Integrál poškození¹³

Významnými náklady snižujícími efektivnost výroby jsou **náklady a ztráty vyvolané snížením výkonů $N_L(t)$ strojů a zařízení**. Vypočítají se z určitého poklesu výroby $\Delta L = L_{norm} - L(t)$ porovnáním s normovanou hodnotou L_{norm} .

$$N_L(t) = p_L * \int_0^t [L_{norm} - L(t)]dt \quad (5)$$

Kde $L(t)$ je momentální výkon výroby a $N_L(t)$ je kumulovaná suma za sledované období $(0,t)$.

Dalším možným snížením efektivnosti jsou **náklady a ztráty způsobené snížením kvality $N_Q(t)$** . Dají se vypočítat z objemu výroby se sníženou kvalitou a z cenové slevy poskytnuté při jejím prodeji. Vypočítají se jako kumulovaná suma za sledované období $(0,t)$.

Náklady v důsledku zvýšených nákladů na materiál, energii a pracovní čas $N_A(t)$ vyplývají bezprostředně ze vzniklých zvýšených nákladů a započítávají se jako kumulovaná suma za sledované období $(0,t)$.

$$D(t) = N_L(t) + N_Q(t) + N_A(t) \quad (6)$$

¹³ Beckmann, G. a kol. : Optimálne metódy údržby, str. 61

2.1.7 Speciální formulace cílové funkce

Konkrétní podmínky použití pracovního prostředku kladou speciální požadavky na údržbu. Tím se z větší části redukuje všeobecný cíl údržby na podstatná hlediska, což umožňuje užší chápání kritéria optimalizace. Velkou výhodou jsou nižší nároky na sběr dat, protože je třeba zjistit méně složek nákladů a výpočet je jednodušší.

Velkým zjednodušením ve formulaci cílové funkce je nahrazení času provozu t periodou údržby t_p , kterou použijeme jako základní časové období pro minimalizaci střední hodnoty souhrnných nákladů na časovou jednotku. To můžeme udělat v případě, pokud se preventivní údržba uskutečňuje ve sledu stejných úkonů, které se vykonávají periodicky a nezávisle na času provozu od začátku používání vždy ve stejných časových odstupech t_p (standardní periodická údržba). Počet následných úkonů údržby n_n , jako i náklady v důsledku deterministických vlivů opotřebení se vztahují k t_p .

Formulace cílové funkce pro metody bez kontroly (tj. $n_k = 0$ a $n_p = 0$) a za předpokladu, že počet preventivních úkonů se rovná jedné ($n_u=1$), zní:

$$\overline{N}(t_p) = \frac{n_n(t_p) * N_n + N_u + D(t_p)}{t_p} \rightarrow \min \quad (7)$$

Tato formulace cílové funkce se dále zjednoduší, pokud se deterministické vlivy opotřebení mohou zanedbat, anebo se nevyskytují. Optimalizace se potom omezí na **minimalizaci střední hodnoty stochastických souhrnných nákladů na jednotku provozního času**.

$$\overline{N}(t_p) = \frac{n_n(t_p) * N_n + N_u}{t_p} \rightarrow \min \quad (8)$$

Další vyskytující se situací je případ, kdy v době údržby nevznikají žádné, anebo jen nepodstatné ztráty z výroby. To je například tehdy, když příslušné stroje a zařízení umožňují na základě kapacitních rezerv pozdější, resp. předcházející vyrovnaní ztráty.

Této situaci odpovídá **účelová funkce minimalizace nákladů údržby na jednotku provozního času**:

$$\overline{N}(t_p) = \frac{n_n(t_p) * N_{\dot{n}} + N'_{\dot{u}}}{t_p} \rightarrow \min \quad (9)$$

V protikladu k předcházející funkci stojí **účelová funkce minimalizace deterministických souhrnných nákladů na jednotku provozního času**. Ta uvažuje situaci, kdy stochastické vlivy opotřebení (tedy náhodné poruchy v důsledku klesající spolehlivosti) můžeme oproti deterministickým vlivům zanedbat. Potom tato účelová funkce má tvar: [1]

$$\overline{N}(t_p) = \frac{N_{\dot{u}} + D(t_p)}{t_p} \rightarrow \min \quad (10)$$

2.2 TPM – Totálně produktivní údržba

Na obranu proti konkurenci výrobní podniky musí umět přijímat a uplatňovat nové metody a principy vedoucí k růstu jejich výkonnosti. Jedním z nich je TPM (Total Productive Maintenance). Jde o nepřetržitý a neustále se vyvíjející proces, který začíná změnou dosavadního pohledu na spolupráci úseků výroby, údržby a dalších útvarů (logistika, příprava výroby, technologie) podílejících se na bezchybném průběhu výrobního procesu.¹⁴

Každý výrobní proces se skládá z konkrétní kombinace dvou složek – lidí a strojů, a proto výkon každého podniku závisí na tom, jak dobře zapadají práce lidí do výkonu strojů.

¹⁴ Vyjádřáček, Z., Moderní řízení, 10, 1999, str. 34

TPM – Totálně produktivní údržba je nejmodernější systém organizace a provádění údržby na celopodnikové bázi. Její kořeny mohou být spojeny s filozofií preventivní údržby, která pochází z USA a byla uvedena v život v Japonsku v 50. letech. Ve stejné zemi byla filozofie TPM poprvé aplikována v 70. letech. Ačkoliv většina společností využívající přístup TPM v současné době patří do oblasti automobilového průmyslu, filozofie TPM je aplikovatelná ve všech případech, kdy je průmyslová výroba založena na lidských operátorech.¹⁵

Pod pojmem totální si představujeme:

- totální efektivnost při využívání strojů a zařízení,
- totální systém údržby zahrnující preventivní i produktivní údržbu,
- totální účast všech pracovníků.¹⁶

2.2.1 Strategie TPM

Zjednodušená definice říká, že „TPM je soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje“.¹⁷

Cílem je účelné využívání výrobních zařízení cestou postupného vtažení všech zaměstnanců ze všech útvarů podniku a všech úrovní managementu. Nedefinuje se však žádný konečný cíl, jedná se o kontinuální proces, jenž směřuje k dosažení a udržení takového stavu výrobních zařízení, která budou vyrábět kvalitní výrobky bez zbytečného plýtvání.

Strategickým cílem je maximalizace produktivity, ale v centru pozornosti je posuzování celého systému: člověk – výrobní zařízení – pracovní zázemí.

Přitom je důležité využívat existujícího vnitřního potenciálu v tomto systému. Prvním krokem je tento potenciál identifikovat a kvantifikovat. Metodu pak musí uvést do

¹⁵ Vytlačil, M. – Mašín, I. – Staněk, M.: Podnik světové třídy, str. 117

¹⁶ Vytlačil, M. – Mašín, I.: Týmová společnost, str. 397

¹⁷ Mašín, I. – Vytlačil, M.: Cesty k vyšší produktivitě, str. 193

života aktivně spolupracující zaměstnanci. K této spolupráci je nutné využívat patřičné nástroje, např. týmovou práci na jednotlivých stupních vedení. Automatizovaná a technologicky náročná zařízení vyžadují speciálně vyškolené pracovníky, ne pouze „obyčejné“ údržbáře a obsluhu výrobních zařízení. Pro dosažení co největších efektů je nutné získat zájem pracovníků a podporu všech stupňů vedení.¹⁸

Filosofie TPM je postavena na pěti blocích TPM, mezi které patří:

1. aktivity zvyšující celkovou efektivnost zařízení,
2. samostatná údržba,
3. systém plánované údržby,
4. trénink a vzdělávání operátorů i údržbářů,
5. systém zlepšování stavu strojů a včasného uvedení nových strojů do provozu.

Abychom mohli dosáhnout „agresivních cílů TPM“, musíme v dané oblasti provádět takovou prevenci, která by eliminovala výskyt jakéhokoli případu jednou provždy. TPM proto klade prevenci na první místo a zakládá ji na následujících principech:

- udržování normálních podmínek,
- včasná identifikace abnormalit,
- okamžitá reakce na abnormality.¹⁹

2.2.2 Celkové efektivní využívání strojů a zařízení

Ukazatel celkového efektivního využívání strojů a zařízení, zkráceně CEZ, je ukazatelem produktivity a efektivity výrobního procesu. Jeho sledování a vyhodnocování je nutnou součástí práce řídicích pracovníků výrobního podniku.

CEZ (někdy OEE = Overall Equipment Effectiveness) je měřítkem pro správné využívání strojního zařízení v každém podniku, který usiluje o zvýšení produktivity svých podnikových procesů. Ukazuje nejen na to, jak dobře je v konkrétním podniku strojní

¹⁸ Vyjídáček, Z. : Moderní řízení, 10, 1999, str.34

¹⁹ Mašín, I. – Vytlačil, M. : Cesty k vyšší produktivitě, str. 195

zařízení využíváno z hlediska jeho podílu pracovního času na čase provozu stroje, dosahování kapacitního výkonu, kvality výrobků, ale i o správnosti používaných pracovních metod.

Faktory ovlivňující efektivní využívání strojů a zařízení jsou:

1. míra využití (dostupnost),
2. míra výkonu,
3. míra kvality.

Z těchto faktorů pak vyplývá vztah pro celkovou efektivnost zařízení:

$$CEZ = \text{míra využití} * \text{míra výkonu} * \text{míra kvality}$$

Vzorce pro výpočet jednotlivých složek koeficientu CEZ:

$$\text{Využití} = \frac{\text{doba možného provozu stroje - prostoje}}{\text{doba možného provozu stroje}} \quad (11)$$

$$\text{Výkon} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu stroje - prostoje}} \quad (12)$$

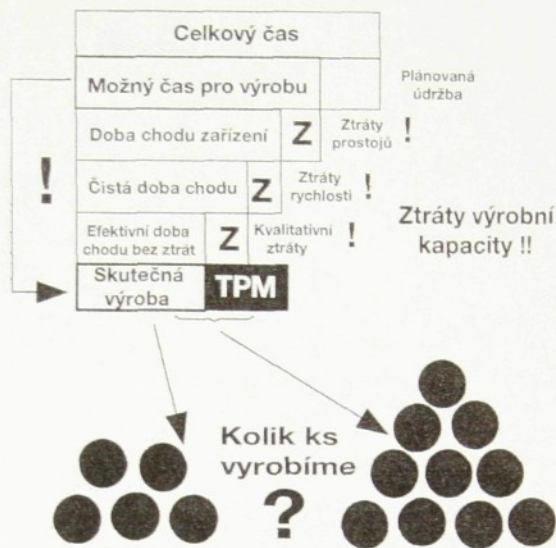
$$\text{Kvalita} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}} \quad (13)$$

po zkrácení:

$$CEZ = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} \quad (14)$$

Na každém pracovišti je možné najít šest velkých ztrát. Relativní proporce každé z nich se mění v závislosti na charakteru zařízení, konfiguraci linek, podmínkách automatizace, podílu lidské práce a dalších faktorech. Proto je nutné studovat v první fázi

dopad jednotlivých druhů ztrát na celkové ztráty na pracovišti. Na ně je potom výhodné zaměřit aktivity zlepšování CEZ.²⁰



obr.5 – Vliv jednotlivých ztrát na využití stroje²¹

2.2.3 Ztráty ve využívání strojů a zařízení

Ztráty v oblasti využívání strojů vznikají jednak na základě způsobu provozování i údržby daného zařízení a jednak na základě lidských chyb. Cílem údržby jakéhokoliv technického zařízení je tyto ztráty snížit nebo úplně vyloučit.

Proto, abychom ztrátám dobře rozuměli, je dobré si je rozdělit do šesti skupin, kterými jsou:

- 1) Prostoje související s poruchami strojů a neplánované prostoje. Jako příklad lze uvést poruchu a následnou opravu stroje, který v době opravy neprodukuje žádné výrobky. Neplánovaným prostojem rozumíme přerušení funkce stroje z důvodu např. nedostatku materiálu, absence pracovníka apod.

²⁰ Mašín, I. – Vytlačil, M. : Cesty k vyšší produktivitě, str. 187 -188

- 2) Výměna nástrojů a forem včetně seřizování a nastavování parametrů, kdy stroje připravujeme pro další výrobu či dávku. Pro omezení těchto ztrát je dobré využít systém SMED (Single Minute Exchange Die), který umožňuje pomocí organizačních a technických opatření realizovat v praxi snížení času seřizování v průměru na 1/50 původní doby.²²
- 3) Ztráty způsobené přestávkami ve výkonu strojů a zařízení, kdy stroje a zařízení vyžadují zbytečné krátké zásahy obsluhy do chodu, přičemž v součtu tyto, na první pohled „nevýznamné“ ztráty, mohou tvořit až 25% časových ztrát.
- 4) Ztráty rychlosti průběhu výrobních procesů, kdy stroje vyrábějí při nižší rychlosti, než kterou jsme plánovali nebo pro kterou jsme stroj kupovali. Tyto ztráty jsou často skryté a pracovníky přehlíženy. Cílem by mělo být odstranění rozdílu mezi projektovanou a skutečnou rychlostí.
- 5) Nedostatky v kvalitě, kdy náklady a práci, které jsme vložili do výroby nejakostního výrobku, musíme vložit opakovaně. Tímto opakováním snižujeme úroveň využití strojů.
- 6) Snížení výkonu ve fázi náběhu výrobních procesů a technologických zkoušek. V tomto případě je nutné si uvědomit, že špatně připravená a provedená zkouška zbytečně zkracuje čas potřebný pro výrobu a snižuje výkon stroje, na kterém probíhá. A dále je dobré si uvědomit, že „výroba“ zkušebních sérií při technologických zkouškách je v podstatě shodná s produkcí „zmetků“, tzn. že čas věnovaný těmto zkouškám je nutné považovat za ztrátu, která snižuje produktivitu.

Z hlediska ztrát je rovněž dobré si uvědomit i jejich rozdělení podle formy jejich výskytu. Podle něj rozdělujeme ztráty na sporadické a chronické.

²¹ Mašín, I. – Vytlačil, M. : Cesty k vyšší produktivitě, str. 185

²² Mašín, I. – Vytlačil, M. : Cesty k vyšší produktivitě, str.70

Sporadické ztráty se vyskytují náhle a protože je jejich dopad na výrobu výrazný, je většinou snadné najít jejich příčinu a odstranit ji. O sporadických ztrátách se většinou rychle dovíme a na jejich odstranění se podílí často více pracovníků zvýšeným úsilím.

Naproti tomu chronickým ztrátám, které většinu sporadických ztrát vyvolávají a ve svém důsledku je mnohonásobně převyšují, se většinou důsledně nevěnujeme a bereme je jako součást našeho života. Důvodů, proč chronické ztráty důsledně neodstraňujeme, je několik. Jedním z nich je fakt, že mají několik přehlížených, skrytých a podceňovaných příčin. Bohužel, často platí, že až po poruše, která zastavila výrobu, si začneme daleko více uvědomovat příčiny a problémy, které jsme dříve podceňovali.²³

2.2.4 Samostatná údržba

Výrobní provozy se zúčastňují programu TPM zejména tzv. samostatnou údržbou, do které se zahrnuje čištění, seřizování, mazání a další zpravidla jednoduché aktivity, které provádí obsluha strojů.

Z hlediska produktivní údržby je důležité, aby operátor (obsluha stroje) byl schopen vnímat kvalitu výrobků a zaznamenat (identifikovat) stav, kdy něco se strojem není v pořádku. Úspěšné plnění tohoto úkolu je závislé na třech schopnostech:²⁴

- Schopnost rozlišit normální a abnormální chod stroje - tzn. schopnost určit optimální podmínky.
- Schopnost umět zajistit normální podmínky chodu stroje – tzn. schopnost udržovat.
- Schopnost umět zareagovat na abnormality – tzn. schopnost napravit.

Operátor, který dosáhne uvedených schopností, je zjevně na vysoké úrovni. Obecně však od operátorů nemůžeme očekávat rychlé zvládnutí těchto schopností. Každá důležitá schopnost musí být s operátory procvičována a trénována.²⁵

²³ Vytlačil, M. – Mašín, I. – Staněk, M.: Podnik světové třídy, str. 114 -115

²⁴ Vytlačil, M. – Mašín, I.: Cesty k vyšší produktivitě, str. 197, 198

Zavádění samostatné údržby se zpravidla rozděluje do sedmi kroků. Rozdělení do kroků je důležité z toho pohledu, že provádět více věcí najednou je v rámci programů, jako je TPM, značně obtížné. Proto se z hlediska zvládnutí jednotlivých schopností postupuje krok za krokem a do dalšího kroku se postupuje až po zvládnutí kroku předcházejícího.

Sedm kroků samostatné údržby:

1. Provedení úvodního čištění a inspekce.
2. Odstranění zdrojů znečištění a těžko přístupných oblastí.
3. Vytvoření provizorních standardů pro čištění, inspekci a mazání.
4. Vzdělávání v obecné inspekci, vytvoření inspekčních postupů, výcvik a trénink pro kontrolu celého zařízení.
5. Samostatné provádění inspekce (údržby).
6. Organizace a řízení pracoviště s ohledem na celkovou efektivnost zařízení, zavedení konečných standardů.
7. Pokračování samostatné údržby a provádění dalších aktivit ve smyslu zlepšování celého pracoviště.

V krocích 1 až 3 dochází ke stanovení základních podmínek provozu strojů a zařízení. V krocích 4 a 5 prohlubujeme schopnosti diagnostiky vedoucí ke standardizaci činnosti obsluhy a v krocích 6 a 7 nastupují aktivity zlepšování prostřednictvím rostoucích znalostí obsluhy.²⁶

²⁵ Vytlačil, M. – Mašin, I. – Staněk, M.: Podnik světové třídy, str. 119,120

²⁶ Vytlačil, M. – Mašin, I.: Cesty k vyšší produktivitě, str. 200, 201

2.3 Program 5S

V současné době v průmyslu, ale i ve službách se zaměřuje pozornost na neustálé zlepšování. V podniku, kde se neprovádí žádná zlepšovací opatření, můžeme těžko rozlišit abnormální průběh procesu od normálního. Provozní problémy musí být jasně a okamžitě rozpoznatelné.

Je nutné si uvědomit, že mnoho prostojů nebo vadné produkce začíná prvním povoleným šroubem nebo špatně prováděným čištěním či mazáním stroje. Nelze tedy akceptovat stav, kdy přehlížené drobné abnormality přerostou po určité době do poruch a prostojů.

To platí pro pracovníky údržby i pro pracovníky v provozech, pro které je nezbytné umět včas rozpoznat abnormalitu v chodu stroje, která nakonec může vyústit v poruchu. Předcházení poruchám vede k nižším nákladům na údržbu a ke zvyšování efektivnosti výrobního procesu. K tomu by měl přispět i program 5S.

Program 5S označuje 5 principů péče o pracoviště. Písmeno „S“ označuje začáteční písmena japonských slov, které tyto principy popisují:

- **Seiri** – úklid, vše přebytečné odstranit, ponechat pouze používané a funkční prostředky.
- **Seiton** – pořádek, uložit každý předmět na své místo, zvýšit přehlednost a funkčnost.
- **Seiso** – čištění a udržování pořádku na pracovišti jako základ vyšší kvality práce.
- **Seiketsu** – standardizace, pomocí standardů podporovat návyky v pořádku, čištění a úklidu.
- **Shitsuke** – disciplína, dodržovat předpisy a normy na pracovišti.²⁷

Dnes existuje trend přiřazení šestého „S“ - **Shukan** k předcházejícím pěti, které znamená zvyk a vyjadřuje názor, že vše, o co se program 5S snaží, by se mělo stát pevným zvykem pro pracovníky.

²⁷ Vytlačil, M. – Mašín, I.: Týmová společnost, str. 350

Podniky potřebují program 5S hlavně z důvodů snížení výskytu znečištění v provozech, odstranění nepořádku a přebytečných věcí z pracoviště bránících toku výrobků procesem, zviditelnění skrytých abnormalit na strojích a odbourání zakořeněné apatie lidí k nepořádku.

Cíle, které si program 5S s vědomím těchto nedostatků klade, jsou následující:

- změnit postoje pracovníků k pracovišti a strojům,
- vytvořit disciplinované a organizované pracoviště,
- připravit kompetentní pracovníky z pohledu strojů a pracovišť,
- ovlivnit a zaujmout zákazníka,
- budovat spolehlivou továrnu.

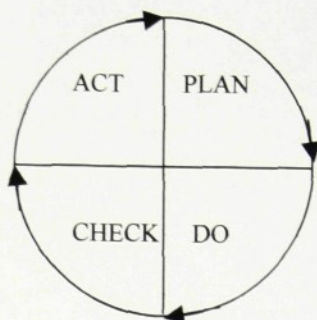
V rámci jednotlivých „S“ jsou obsaženy aktivity, které napomáhají odstranit nedostatky a dosáhnout nebo alespoň přiblížit cíl na dosah.²⁸

2.4 Metoda PDCA

Metoda PDCA je jedním z nástrojů, které je možné využít při řešení problémů spojených se zlepšováním kvality prováděné práce. Je to jednoduchá smyčka, která poskytuje ideální techniku pro řešení problémů kontinuálního zlepšování. Skládá se ze čtyř fází: PLAN – DO – CHECK – ACT. [15]

Kdykoliv se rozhodneme něco udělat, začneme plánem, pracujeme podle tohoto plánu a hodnotíme výsledky. Jestliže výsledky nejsou takové, jak bylo plánováno, revidujeme pracovní postupy nebo plán v závislosti na tom, co je špatné.²⁹

²⁸ Vytlačil M. – Mašín, I.: Týmová společnost, str. 350 a 353



obr. 6 – PDCA cyklus

1. PLAN = PLÁNUJ – Prvním krokem je identifikace problémů, vyhledání jejich příčin a prostředků k jejich nápravě. K dosažení cíle je nejdříve třeba sestavit plán. To se musí provést s vědomím, že první plán nebude pravděpodobně tím nejúčinnějším a bude jej třeba později upravovat.

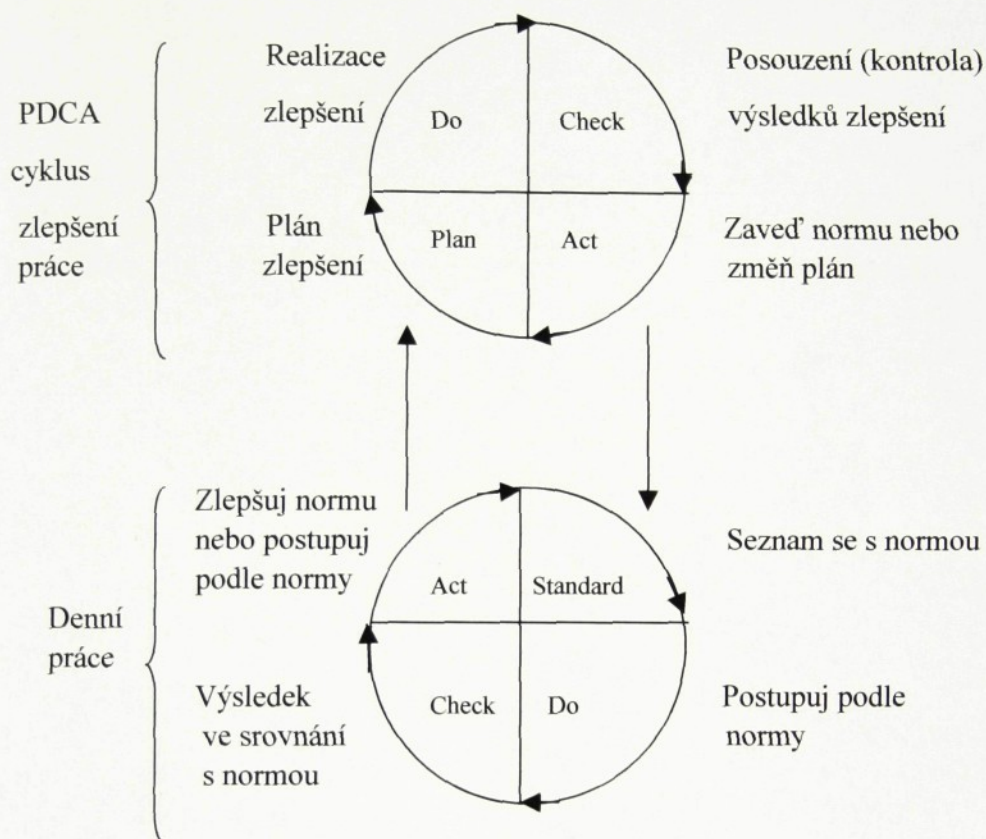
2. DO = REALIZUJ – Dalším krokem je uskutečnění plánu. Tato fáze zahrnuje testy a implementaci navrhovaných změn. Je nezbytné zaznamenat příslušné výsledky.

3. CHECK = ZKONTROLUJ – Tato fáze představuje studium výsledků toho, co bylo vykonáno. Důležité při tom je ujasnit si, které výsledky budou hodnoceny a se kterými normami budou porovnávány.

4. ACT = JEDNEJ, PROVEĎ – Konečně na základě výsledků, kterých bylo dosaženo v předcházejícím kroku, se provedou změny a vylepšení. Jednání je v rámci cyklu PDCA činností k nápravě příčin, nikoliv důsledků.

Analýza procesu pomocí metody PDCA se však nezastavuje a opět pokračuje fází PLÁNUJ, ve snaze dosáhnout dalšího zlepšení (obr.7). [6] [15]

²⁹ Mizuno, S.: Řízení jakosti, str. 19



obr. 7 – Demingovy kruhy pro zlepšování a normování práce

2.5 Předcházení vadám (poka –yoke)

V komplexnosti každého pracoviště existuje celá řada příležitostí udělat chybu, která je obvykle prvním krokem k nejakostnímu produktu nebo-li k plýtvání.

Poka – yoke je označení praktického přístupu, který eliminuje důsledky lidských chyb i v tom případě, že k nim již došlo (bude k nim docházet vždy). Poka –yoke jsou většinou technická zařízení, která vyhledávají možnou lidskou chybu, blokují proces a umožňují její odstranění v rámci okamžité zpětné vazby.

Poka –yoke respektuje inteligenci pracovníků, protože je v rámci opakovaných monotónních činností osvobozuje od psychické zátěže a uvolňuje jejich myšlení pro kreativnější jednání a rozvoj aktivit přidávajících hodnotu.

Poka –yoke má tři funkce:

- zastavení stroje nebo procesu,
- kontrolu,
- varovné signály.

Principiálně je systém poka – yoke založen jak na klasických mechanických řešeních, tak ve své modernější podobě i na prostředcích průmyslové automatizace.

Uplatňování metody poka – yoke je klasickým uplatněním provozně orientovaného myšlení, které respektuje provoz jako reálné prostředí, od kterého se odvíjí úspěšnost a konkurenceschopnost firmy.³⁰

³⁰ Vytlačil, M. – Mašín, I.: Týmová společnost, str. 375

3. Preciosa – Lustry, a.s. Kamenický Šenov

Významnou oblastí, v níž bylo v Čechách sklo vyráběno již od 14. století, jsou též severní Čechy. Zde se v roce 1724 začala psát tradice výroby lustrů na Kamenickošenovsku, která se tak přičlila k jejich výrobě na Šumavě, v Krkonoších a na Turnovsku. Na tuto tradici dnes navazuje největší a nejvýznamnější výrobce bytových a společenských svítidel v České republice Preciosa-Lustry, a.s. Kamenický Šenov.³¹

3.1 Historie vývoje lustrů

Právě v roce 1724, v únoru, obdržel pasíř a brusič skla Josef Pallme z Práchně u Kamenického Šenova povolení vyrábět osvětlovadla, lustry, lampy a též obrazy svatých.

Svítidla z Kamenickošenovska procházela řadou proměn v závislosti na vývoji dějin i střídání výtvarných stylů a v neposlední řadě na konkurenci zahraničních výrobců.

V průběhu dlouhého vývoje osvětlovacích těles, zavěšovaných u stropu a určených k osvětlení velkých reprezentačních místností se vyvinuly dva základní typy, vyráběné ze dřeva a kovu: korunní kruhové svítidlo s drobnými rameny po obvodu kruhu, a lustr s rameny, upevněnými na přímé středové tyči; v závěru první třetiny 18. století pak vznikl další typ skleněného lustru, zvaný „lyra“, známý též jako typ „Marie Terezie“. Nese jméno po rakouské císařovně a české královně, neboť zobecněl v průběhu její vlády. Reprezentuje styl rokoka. Tyto typy skleněných lustrů tvoří dodnes základní schéma lustrové konstrukce.

Na počátku 18. století byly tvarovány výlučně číré, skleněné články lustrů tak, že středovou tyč kryly duté články v podobě balustrů, často broušené. Převážně ploché skleněné lustrové ověsky byly tvarovány do podoby půlené hrušky, papírového draka či lyrovité plaketky – pandeloku. Spojovací články tvořily kaskády šňůr a girland ze skleněných perel.

³¹ Preciosa – Lustry, a.s., Kamenický Šenov : Exclusive Bohemian Crystal Chandeliers

V severních Čechách v Kamenickém Šenově a okolí, stejně jako v okolí Turnova a Jablonce nad Nisou, vznikl zcela svébytný typ lustru. Byl celoskleněný, různých velikostí a cen. Z kovu byla jen nosná tyč a konzola, upevňující ramena, která byla brzy nahrazena konzolou ze dřeva. Tyto lustry, známé jako „lustry z Práchně“ se od počátku 50. let 18. století úspěšně vyvážely, zejména do Španělska. Zdobí též prostory českých zámků – například jídelnu na zámku Veltrusy, „zlatý kabinet“ na zámku Mnichovo Hradiště, zámek Hluboká v jižních Čechách a v kostele v Železné Rudě.

Charakter lustrů se měnil již koncem 18. století vlivem klasicismu. K zásadní proměně došlo na počátku 19. století za vlády císaře Napoleona a nového stylu – empiru. Preferován byl korunní lustr s kaskádou šňůr broušených kamenů, které spadaly z vrcholu lustru až k lustrovým ramenům, upevněným na dvou až třech soustředných kovových kruzích různých velikostí. V biedermeieru mělo závěsné svítidlo někdy podobu košíčku z pozlaceného bronzu, se skleněnými květy se svícemi.

Po celou druhou polovinu 19. století byly konstrukce skleněných lustrů přizpůsobovány novým světelným zdrojům. Svíce nahradil petrolej, plyn a posléze elektřina.

V první polovině 20. století byl skleněný lustr vytvářen jako dekorativní doplněk soukromých, luxusně vybavených prostorů, i jako monumentální osvětlovadlo veřejných prostorů.³²

3.2 Historie podniku

Po druhé světové válce na slavnou tradici výroby skleněných lustrů na Kamenickošenovsku navázala „Společná národní správa podniků pro výrobu skleněných lustrů v obvodu Nový Bor a Kamenický Šenov se sídlem v Kamenickém Šenově“, která byla zřízena v roce 1946. O dva roky později – v roce 1948 – byl vytvořen „ národní

³² Preciosa – Lustry, a.s. Kamenický Šenov : 270 let výroby českých křišťálových svítidel na Kamenickošenovsku

podnik Spojené továrny na lustry se sídlem v Kamenickém Šenově“, do kterého bylo začleněno dalších pět výrobců z Čech a Moravy. V roce 1952 byl přejmenován na „LUSTRY národní podnik Kamenický Šenov“. Nejvýznamnějším mezníkem v jeho existenci bylo rozhodnutí tehdejší československé vlády o výstavbě nového závodu v Kamenickém Šenově. Výroba v novém moderním závodě byla zahájena v březnu 1972. V roce 1978 se LUSTRY staly koncernovým podnikem.

Po listopadové revoluci byla v prosinci roku 1990 ustavena akciová společnost LUSTRY Kamenický Šenov. V závěru roku 1995 došlo k propojení akciové společnosti Lustry v Kamenickém Šenově s akciovou společností Preciosa v Jablonci nad Nisou. Vznikla tak nová akciová společnost Preciosa-Lustry, a.s., Kamenický Šenov, čímž dostala výroba svítidel v severních Čechách nový rozměr.

3.3 O podniku současnosti

Vytvořením společnosti Preciosa-Lustry, a.s. došlo k harmonickému propojení unikátního sklářského a brusírenského know how firmy Preciosa s téměř třísetletou lustrařskou tradicí na Kamenickošenovsku.

Právě symbióza dnes již zanikajících rukodělných řemeslných metod, předávaných českými skláři po staletí z generace na generaci, s moderními, k životnímu prostředí šetrnými sklářskými a brusírenskými technologiemi, je zárukou permanentního rozvoje firmy Preciosa-Lustry, a.s.

Za celou dobu své novodobé existence podnik v Kamenickém Šenově průběžně inovoval sortiment a rozšiřoval výrobní nabídku. Stalo se to na základě zlepšování výrobní a technologické úrovně, uceleného výrobního cyklu, vlastní výroby skleněných a kovových dílů a zavádění nových technologií.

Charakteristickým rysem současné nabídky firmy Preciosa-Lustry, a.s. je komplexnost. Dle návrhu vlastních výtvarníků, eventuálně po konzultaci s architekty

interiéru, se zde vyrábějí unikátní stylová i moderní interiérová svítidla všech typů a velikostí od malých lampiček a nástěnků až po mnohatunové a několikametrové kolosy. Právě velkorozměrová svítidla a svítidla „šitá na míru“ podle konkrétních potřeb a přání zákazníka budou tvořit stěžejní část výrobního programu a.s. Preciosa-Lustry i příštích letech. Výrobní nabídku doplňují také kopie a repliky osvětlovadel, dále odlitky, pasírenské výrobky z neželezných kovů, ozdobné mřížky a rastry světelných ramp a podhledů.

Svítidla z akciové společnosti Preciosa-Lustry, a.s. klasická i moderní, ozařují paláce hlav států, parlamenty a vládní rezidence, univerzity, koncertní síně, divadla a náboženské stánky po celém světě. Dlouhodobými odběrateli českých lustrů jsou zákazníci v USA, Velké Británii, Itálii, Francii, Libanonu, Španělsku, Německu, Turecku, Iránu, Iráku, Saúdské Arábii, Libyi, Jemenu, Hong Kongu, Japonsku, z bývalého Sovětského svazu a z dalších zemí.

Lustry z Kamenického Šenova mají jedno společné: vysokou kvalitu a mimořádnou estetickou úroveň. Svědčí o tom četná ocenění získaná na tuzemských i mezinárodních odborných výstavách a zakázky pro významné představitele politických, hospodářských i kulturních kruhů v Evropě a v zámorí.³³

4. Analýza současného stavu

V analýze současného stavu údržby odmašťovací linky prozkoumáme technologický postup odmašťování, odmašťovací linku umístíme do výrobního procesu a dále se zaměříme na analýzu vzniklých prostožů a určení významných poruch.

4.1 Postavení odmašťovací linky ve výrobním procesu

Odmašťovací linka má strategické postavení ve výrobním procesu. Její dlouhodobé vyřazení z provozu by znamenalo jisté ekonomické ztráty. Byla by zpomalena výroba mosazných dílů, které jsou významnou a nezastupitelnou součástí mnoha lustrů. Bez těchto dílů je konečná montáž lustru nemožná. A díky skutečnosti, že mnoho dílů je určeno pro lustry vyráběné na zakázku a tedy většinou rozměrově netypické, je nemožné tyto díly vyrábět na sklad. V případě, že se vyskytnou problémy s nefunkčností linky, nelze je zakrývat vysokými zásobami. Konečným důsledkem vyřazení odmašťovací linky z provozu je zpoždění a nedodržení termínů odevzdání zakázky.

Umístění funkce odmašťování do procesu povrchových úprav mosazných dílů:

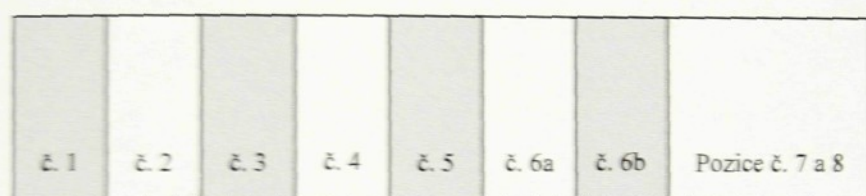
1. strojní vyhotovení surových dílů (obrábění, lisování,...),
2. odmaštění surových dílů na odmašťovací lince,
3. moření,
4. mechanická povrchová úprava (kartáčování, broušení, leštění,...),
5. finální odmaštění na lince,
6. chemická povrchová úprava (patina),
7. závěrečná povrchová úprava (lakování, pokovení).

Poznámka: body 1. a 2. se mohou u členitých dílů vyskytovat i opakovaně.

4.2 Technologický postu odmašťování

Odmašťovací linka se skládá z pěti van, ve kterých probíhá samotný proces odmašťování, ze sušárny a z prostoru, kde dochází k navěšování výrobků připravených pro odmaštění a sundávání již hotových výrobků.

Pro potřeby automatizace a v rámci technologického postupu je odmašťovací linka rozdělena do osmi pozic (obr. 8).



Směr odmašťování

Legenda:

Pozice č.1 – lázeň, kde dochází k hrubému odmaštění. Výrobek v ní setrvá přibližně 90 sekund.

Pozice č.2 – lázeň, kde dojde k dokonalému odmaštění. Výrobek v ní zůstane přibližně 60 sekund.

Pozice č.3 a 4 – průtočná oplachová voda. Voda je demineralizovaná, tzn. zbavená veškerých solí a organických složek (např. oleje).

Pozice č.5 – horká oplachová demineralizovaná voda.

Pozice č.6a a 6b – prostor sušárny sloužící k odpaření veškeré vody z výrobků. Na výrobcích nesmí zůstat žádné optické stopy. Prostor sušárny je rozdělen do dvou pozic za účelem efektivního využití pozic č.1 a 2. Výrobek v prostoru sušárny zůstane přibližně 10 minut.

Pozice č.7 – sundání odmaštěných výrobků.

Pozice č.8 – navěšení výrobků připravených k odmaštění.

obr.8 – Schéma pozic odmašťovací linky

Na výrobcích jsou přítomny zbytky leštící a brusné pasty po procesech mechanické povrchové úpravy, nebo chladicí oleje a emulze ze strojního obrábění, které musí být procesem odmašťování odstraněny.

Výrobky se volně zavěsí na přípravky, které se připevní na nosný rošt, jenž je součástí odmašťovací linky. Nosný rošt je automaticky přenášen po jednotlivých pozicích linky pomocí pojízdného manipulátoru a to v pořadí určeném programem odmašťování. Před začátkem výkonu funkce v jednotlivých pozicích je nosný rošt pohyblivě uložen do lůžka tvořeného otočným válcem a doplněného pneumaticky poháněným pístem. Tlakový vzduch způsobuje kývavý pohyb ve směru horizontální osy.

Odmašťovací linka je plně automatická, je řízena programem v počítači, kde jsou nastaveny časy odmašťování a teploty v jednotlivých lázních, čas sušení, pohyb pojízdného manipulátoru.

4.3 Analýza prostojů odmašťovací linky

Prostoje strojního zařízení můžeme dělit z několika pohledů:

- doby vzniku,
- charakteru vzniku,
- příčiny vzniku.

Z pohledu doby vzniku, prostoje dělíme do dvou kategorií:

- plánované (preventivní),
- neplánované (represivní).

Plánované prostoje – plánují se na dobu, kdy stroj není v provozu a mají souvislost především s preventivními prohlídkami. Mezi plánované prostoje řadíme:

- preventivní prohlídka,
- seřizování a programování linky,
- výměna chemikálií,

- střední oprava,
- generální oprava.

Neplánované prostoje – mají náhodný charakter a souvisejí s poruchami strojního zařízení. Do této kategorie řadíme:

- chemicko technologické poruchy,
- mechanicko strojní poruchy,
- elektro signalizační a programové poruchy,
- přerušení dodávky elektrické energie,
- absence obsluhujícího personálu.

Z pohledu charakteru vzniku prostoje dělíme do tří kategorií:

- chemicko technologické,
- mechanicko strojní,
- elektro signalizační a programové.

Do kategorie chemicko technologické řadíme:

- nesprávné chemické složení lázní,
- chybné nastavení časů, po které je výrobek v lázni,
- nedostatek chemikálií,
- nevyhovující teplota lázně.

Do kategorie prostojů mechanicko strojních řadíme:

- selhání mechanismu kývavého pohybu,
- mechanická porucha dopravníku,
- porucha v rozvodu tlakového vzduchu na lince,
- poškození čerpadla,
- nefunkční topení,
- zaseknutí plováku u odpadu,
- protékání ventilu,
- poškozené těsnění,
- ucpaní trysek.

Do kategorie elektro signalizačních a programových prostožů řadíme:

- mechanická závada na elektronice počítače,
- závada na signalizačních prvcích linky,
- chybné kroky v rozhodovacím algoritmu prováděného programu.

Dále můžeme prostože dělit podle příčiny vzniku na:

- zapříčiněné lidským faktorem,
- z vyšší vůle.

4.4 Určení významných poruch

Poruchy obecně dělíme na předvídatelné a na náhodné.

Předvídatelné poruchy vznikají vlivem opotřebení a stárnutí. Jsou pomalé ve svém vzniku a jsou zjistitelné. Zřídka mění funkční podmínky a neprojevují se na funkčních parametrech. Pokud se v potřebnou dobu neučiní žádné opatření vedou tyto změny k poruše.

Náhodné poruchy jsou nepředvídatelné, pokud jde o okamžik vzniku, ale s dostatkem zkušeností a potřebných údajů může být odhadnut časový okamžik jejich vzniku. Nelze jim předcházet jinak, než přijetím přípravných opatření k jejich odstranění, v co možná nejkratším čase.

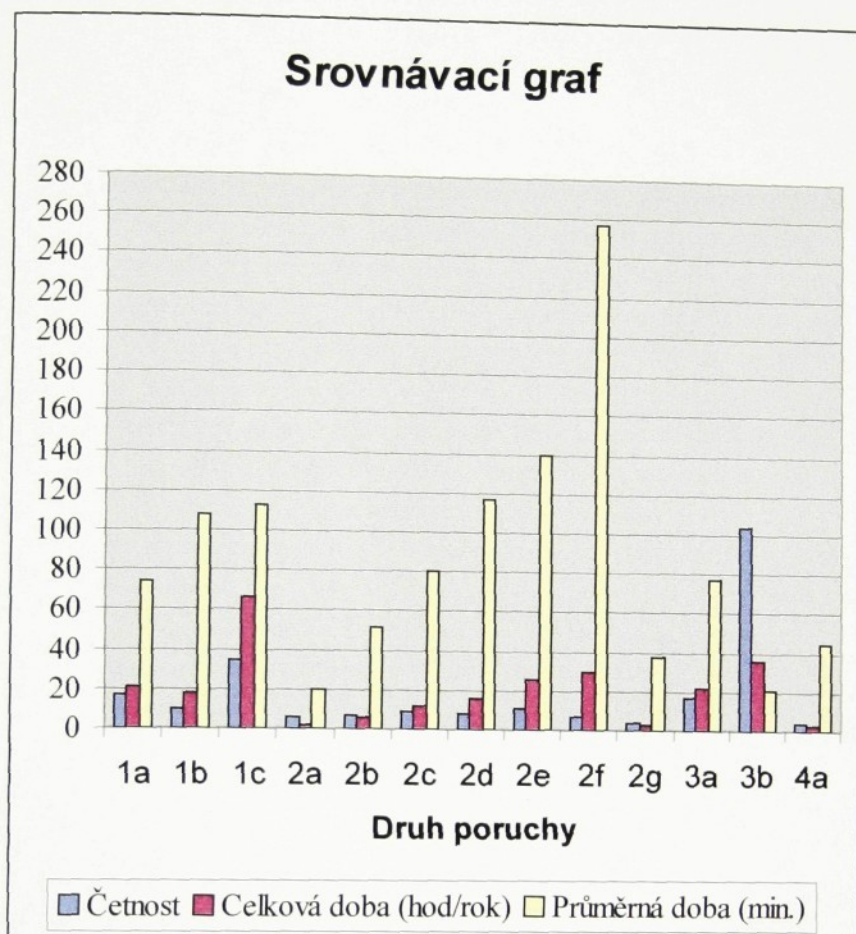
Jednou z obtíží údržby je umět rozlišit předvídatelné a náhodné poruchy.

Číselné vyjádření nejvýznamnějších poruch v hodinách za rok, jejich četnosti a průměrná doba poruchy (tab. č.1):

Tabulka č.1:

Kategorie	Porucha		Četnost	Celková doba poruchy hod/rok	Průměrná doba poruchy v min.
1. Chemicko technologických poruch:	1a	nedostatek chemikálií	17	21,0	74,1
	1b	nesprávné chemické složení (doplňování)	10	18,0	108,0
	1c	nevyhovující teplota lázně	35	66,0	113,1
2. mechanicko trojních poruch:	2a	selhání mechanismu kývavého pohybu	6	2,0	20,0
	2b	mechanická porucha dopravníku	7	6,0	51,4
	2c	přerušeni dodávky tlakového vzduchu	9	12,0	80,0
	2d	poškození čerpadla	8	15,5	116,3
	2e	zaseknutí plováku odpadu	11	25,5	139,1
	2f	protékání ventilu	7	30,0	257,1
	2g	poškozené těsnění	4	2,5	37,5
3. elektro signalizační a programové poruchy:	3a	závada na signalizačních prvcích	17	22,0	77,6
	3b	chybné kroky v rozhodovacím algoritmu	104	36,0	20,8
4. kategorie	4a	přerušeni dodávky elektrické energie	4	3,0	45,0
CELKEM			239	295,5	

Neplánované prostoje tvoří přibližně 6,5% produkčního času v jednom roce za předpokladu dvousměnného provozu odmašťovací linky.



4.5 Podrobná analýza jednotlivých prostojů a návrhy jejich řešení

V této části práce se zaměříme na řešení první skupiny ze šesti velkých ztrát, na které můžeme prostoje ve výrobním procesu rozdělit. Ztráty související s poruchami strojů a neplánovanými prostoji tvoří v Preciose – Lustry, a.s. přibližně 6,5% z celkové doby, kdy by měla být odmašťovací linka v provozu a přidávat hodnotu vyráběným výrobkům.

4.5.1 Přerušení dodávky elektrické energie

Přerušení dodávky elektrické energie je prostoj, který není-li způsoben poškozením vedení elektrické energie k lince na teritoriu daného podniku, nedá se mu předcházet jinak než použitím záložního zdroje (generátor). Pořízení generátoru vzhledem k četnosti výskytu přerušení a ke ztrátám na výrobcích utkvělých v odmašťovacích lázních, které způsobí přerušení dodávky elektrické energie, není pro podnik dostatečně finančně podložený výdaj.

4.5.2 Chybné kroky v rozhodovacím algoritmu

Podíl této ztráty na celkovém procentu je poměrně významný. Po provedení podrobné analýzy bylo zjištěno, že ze 2/3 jsou tyto prostoje zaviněny nevhodným chováním obsluhy odmašťovací linky, která i přes proškolení nedodrží základní omezující podmínku v programování činnosti linky.

Obsluha během automatického výkonu funkce odmašťování nesmí začít vytvářet nový program pro další výrobky. Pokud tak učiní, zasáhne do již probíhajícího programu a vytvoří v něm imaginární prvky, které automat pokládá za skutečné. Tento zásah potom zpětně vyžaduje další zbytečné krátké zásahy obsluhy do chodu zařízení. Tyto zásahy pouze napravují vzniklou škodu na programu a ve finále představují ruční výkon zbývajícího programu.

Řešením těchto problémů je za prvé důkladnější proškolení obsluhujícího personálu a za druhé zabránit obsluze vůbec začít programovat, když je linka v provozu.

Školením bychom měli vytvořit předpoklady k bezchybné práci obsluhy a v jeho rámci zavést postupy zabráňující vzniku chyb. Tyto postupy se stávají okamžikem zavedení standardy, které budou do budoucnosti sloužit jako podklad pro další zlepšování. Jedním z nástrojů, které je možné využít ke zlepšování, jsou Demingovy kruhy nazývané též PDCA cyklus.

Zabránit obsluze začít programovat, je-li linka v chodu, je možné využitím techniky poka – yoke. Do procesu vytváření programu vložíme technické zařízení, které zablokuje možnost vstupu obsluhy do probíhajícího programu. Tím dojde k eliminaci chyb obsluhy bezprostředně v místě jejich vzniku.

Zbývající 1/3 ztrát tvoří chyby v rozhodovacím algoritmu, které dosud nebyly příčinně identifikovány. Jejich výskyt je náhodný a k jejich identifikaci bude nutné vytvořit určité předpoklady. Analýza bude možná až po zlepšení vedení provozní dokumentace, kterou na tomto místě představuje provozní deník.

4.5.3 Nedostatek chemikálií

Tato ztráta na přerušení plynulého chodu odmašťovací linky je ve své příčině zbytečná a snad i nejlépe odstranitelná. Účinnější komunikace mezi obsluhujícím personálem, pracovníky zásobování a pracovníky skladu může převážné procento této ztráty vyřešit.

Lepší výsledky se dostaví, pokud se do tohoto procesu zapojí technolog a obsluha, kteří mají potřebné znalosti o množství, čase a rychlosti znehodnocování vyměňovaných chemických látek v jednotlivých lázních. Díky těmto znalostem je možné sestavit předpokládaný plán čerpání jednotlivých chemikálií v jednotlivých obdobích. Plán bude muset obsahovat i určitou rezervu, neboť rychlost stárnutí jednotlivých lázní nelze dopředu 100% odhadnout, protože je závislá na výrobcích, které se odmašťují.

Dosažené zlepšení bude udržitelné pouze za předpokladu, že každá výměna bude zaznamenána v provozním deníku. Bude k ní připojena poznámka o očekávané době další výměny. Ta musí být viditelně označena, aby ji nebylo možné přehlédnout. Čas na výměnu budeme moci zapracovat do průběžného plánu výroby a tím nám nevznikne žádný neočekávaný prostor vedoucí k jeho případnému časovému posunu.

Pokud by se výměna nezaznamenala, čas následné výměny je natolik vzdálen, že obsluhující personál by mohl zapomenout ji zařadit do plánu výroby.

Nedostatek chemikálií bývá také zapříčiněn nevyhovujícím způsobem skladování, při kterém dojde ke znehodnocení těchto chemických látek. Určité procento znehodnocení je také zaviněno rychlým stárnutím chemických látek. Z tohoto důvodu není vhodné udržovat velké skladové zásoby.

4.5.4 Nesprávné chemické složení lázní

Nesprávné chemické složení lázní vede v procesu odmašťování k výrobě zmetků. Takto vzniklé nekvalitní výrobky jsou sice opravitelné, ale každé opětovné vrácení výrobků do procesu odmašťování, vede ke ztrátám na celkové efektivnosti zařízení, neboť náklady a práci, které jsme vložili do výroby nejakostního výrobku, musíme vložit opakovaně.

Jak již bylo dříve zmíněno, rychlost znehodnocení lázní je závislá na odmašťovaných výrobcích (velikost, předchozí opracování atd.). K přesnému určení stavu lázní využíváme chemickou analýzu.

Obsluhující personál může již pouhým pozorováním kvalitu lázně nepřímo odhadnout. Snižená kvalita lázně se projeví v její snížené odmašťovací schopnosti nebo ve schopnosti měnit barevnou stálost leštěného mosazného povrchu. Obsluha by to měla rozpoznat a včas dát pokyn k chemické analýze. Podle jejího výsledku doplnit či vyměnit chemickou odmašťovací lázeň.

Rychlost výměny či doplnění by neměla být snižována případným nedostatkem chemické látky na skladě.

4.5.5 Nevyhovující teplota lázně

Za situace, kdy je nevyhovující teplota lázně, nelze s odmašťováním výrobků začít. Ve většině případů to vede k produkci nekvalitních výrobků. Po takovémto zjištění – stává se to většinou v ranních hodinách první směny – musí obsluha dát pokyn k ohřevu a počkat, dokud teplota lázně nevystoupí na žádanou teplotu. To v průměru trvá takřka dvě hodiny. Po tuto dobu obsluha čeká až linka bude připravena k plnění své funkce a tudíž nepřidává hodnotu výrobkům.

Jen u některých mosazných dílů nevadí při odmašťování nižší teplota lázně.

Ztráta vzniklá nevyhovující teplotou lázně má na celkovém procentu prostojů významný podíl, proto by se měla obsluha a údržba zaměřit na její podrobnější prozkoumání. Za stávajícího stavu provozní dokumentace je to nemožné, protože vedení provozního deníku vykazuje mnoho nedostatků, které bude nutné odstranit, jestliže se má snížit podíl těchto ztrát.

Účinnější vedení provozního deníku umožní lépe příčinně řešit vzniklé prostoje, analyzovat je a předcházet jejich dalšímu vzniku. To by mělo být naším hlavním cílem. Jakmile jednou vyřešíme jednotlivé příčiny, které vedly ke vzniku tohoto prostoje, pomůže to zabránit jejich opakovanému vzniku.

Skutečnost, že lázně mají nevyhovující teplotu i přes fakt, že počítač linky má nastavené automatické udržování teploty (pomocí zabudovaného termostatu), dává pokyn obsluze k hledání příčiny toho problému.

Na tomto místě vyvstává otázka, proč řídicí počítač nehlásí pokles teploty? Má akovou zabudovanou funkci? Pokud ne, bylo by dobré ji nechat dodatečně navrhnout.

Řešení lze nalézt využitím výstražných signálů (andon), které nám pomohou odlišit abnormální průběh procesu od normálního. Problém s teplotou se stane ihned viditelným, takže může být okamžitě sjednána náprava.

Signál od řídicího počítače o změně teploty se stane pokynem pro obsluhu a údržbu, že stroj není schopen zabezpečit definované podmínky, tzn. že proces neprobíhá ve shodě se standardy. Měl by to být signál k tomu, aby obsluha a údržba začaly hledat příčiny této abnormality a potom ji v co nejkratší době odstranily. Zjištění a výsledky nápravy se zaznamenají do provozního deníku, pro případ opakovaného výskytu, kterému se budeme snažit zabránit prováděním preventivní údržby.

4.5.6 Poškození čerpadla

Položíme-li si otázku, zda se jedná o poruchu předvídatelnou či náhodnou, musíme vyřešit problém týkající se výskytu opotřebení a stárnutí. Pokud u čerpadla shledáme známky opotřebení a stárnutí, potom jsou jeho poruchy předvídatelné a můžeme jim účinně předcházet preventivní údržbou.

U čerpadla se opotřebení nedá prokázat pouhým pozorováním. Obsluhující personál s dostatkem zkušeností může rozpoznat známky postupného opotřebení sluchem, neboť čerpadlo se jeho vinou stává stále hlučnější. Fyzikálně měřitelným způsobem lze opotřebení prokázat změřením výstupního tlaku nebo času, za který naplní přesně stanovený objem nádrže lázně. To ale předpokládá znalost výkonu nového čerpadla.

Na tomto místě můžeme říci, že poškození čerpadla je do jisté míry poruchou předvídatelnou.

Volba metody údržby je závislá na ceně daného typu čerpadla, jeho předpokládané životnosti a na ohodnocení ztrát způsobených jeho výpadkem. Proto je dobré při volbě metody údržby vycházet z provozního manuálu, kde výrobce uvedl typ čerpadla, jeho výkon, předpokládanou životnost a především způsob, jakým se na něm má provádět údržba. Pracovníci údržby by se měli řídit jeho doporučením.

Podíl této poruchy na celkových ztrátách v Preciose – Lustry není dosud veliký, ale o budoucna bychom jej chtěli ještě více snížit prováděním účinnější údržby.

Za dané situace budeme realizovat poporuchovou metodu údržby s tím, že shledáme-li při poruše možnost rychlé opravy s minimálními náklady, provedeme minimální opravu, jinak obnovíme celé čerpadlo. Dosáhneme-li zlepšení v evidenci poruch v provozním deníku, budeme moci uvažovat o standardní či flexibilní periodické údržbě.

4.5.7 Zaseknutí plováku odpadu

Zaseknutí plováku odpadu způsobí, že z lázní neodtéká znečištěná povrchová vrstva. Tím nedochází k čištění lázní a v procesu odmašťování vznikají nejakostní výrobky. Tato porucha má v převážné míře dvě velké příčiny, které se odhadem vyskytují v poměru 2:1. První příčinou této poruchy je vzpříčení mechanismu plováku, druhou je přerušení vodního tlakového sloupce vzduchovou bublinou.

Zaseknutí plováku odpadu má velkou váhu na celkových prostojích odmašťovací linky a její náprava zastaví linku na dlouhou dobu. Zavedením preventivní údržby spočívající v kontrolách čistoty mechanismu plováku dosáhneme snížení podílu těchto časových ztrát. Kontrolou bude pověřena obsluha linky.

4.5.8 Protékání ventilu

Tato porucha nezapříčiní přímo zastavení odmašťovací linky. Znamená to, že nemá přímý vliv na její funkční vlastnosti. A proto dlouhá doba, po kterou je tato porucha tolerována, je nejpravděpodobněji zapříčiněna touto skutečností.

Prozatím je volena při opravách poporuchová metoda. Určitou možností, jak oddálit stav úplného poškození, je v zavedení kontroly uskutečňované v rámci denní rutinní údržby.

4.5.9 Selhání mechanismu kývavého pohybu, mechanická porucha dopravníku, porucha v rozvodu tlakového vzduchu, poškození těsnění.

Tyto poruchy tvoří asi 9% na celkových ztrátách výroby. Způsobují krátká přerušení výrobního procesu a řádnou denní údržbou jim můžeme z velké části předejít. Značný podíl na jejich eliminaci bude mít obsluha linky, která by měla citlivě vnímat její chod a dokázat rozpoznat normální stav od abnormálního. Měla by být první, která zaznamená změnu v chodu linky, a proto jakýkoliv povolený šroub, neobvyklá vibrace či hluk ji okamžitě naznačí nutnost hledat příčinu této změny. Je nasnadě, že účinné předcházení poruchám vede k nižším nákladům na údržbu, materiál a k růstu celkové efektivity zařízení.

Řešením je školení obsluhujícího personálu a v prosazování programu 5S, který je prvním stupněm k efektivnější údržbě.

4.5.10 Závada na signalizačních prvcích linky

U signalizačních prvků není pozorovatelné opotřebení a stárnutí a zde to znamená, že jejich poruchy jsou ve svém vzniku náhodné. Představuje to používání poporuchové metody údržby s úplnou obnovou nefunkčního prvku.

Možným zlepšením bude důkladná evidence jejich poruch a obnov v provozním deníku. Vytvoříme tak dostatečné podklady pro statistické vyhodnocení předpokládaných dob provozu jednotlivých čidel. Vypočítané hodnoty nám umožní sestavit plán potřeb těchto signalizačních prvků. Díky jejich ceně (1500,- Kč) nedojde k zbytečně velkým zásobám (váží finanční prostředky), ale také ne k nedostatku na skladě. Odmašťovací linka má 16 optických čidel.

4.6 Provozní dokumentace

Cílem provozní dokumentace je poskytnout informace o daném zařízení. Provozní dokumentace by se měla skládat z provozního manuálu, kterým stroj vybavuje výrobce případně dodavatel stroje, a provozního deníku, jehož obsah je plně v kompetenci dané organizace. Je významnou součástí systému údržby a měl by poskytnout dostatečně podrobné informace o současném i minulém stavu tohoto zařízení. Následnou analýzou určíme příčiny poruch, stanovíme možnosti nápravného nebo preventivního opatření a její výsledky se promítnou do péče o stroj a zařízení.

Provozní manuál obsahuje informace o celkovém systému stroje, použitých dílech, jejich výkonnosti, životnosti, způsobu údržby atd. Je nezbytným pomocníkem při provádění efektivní údržby.

4.6.1 Současný provozní deník

V době uvedení odmašťovací linky do provozu byl k ní zřízen provozní deník, jehož vedením byl pověřen obsluhující personál. Ten měl zaznamenávat veškeré prostoje a problémy, které v průběhu provozu linky vzniknou.

Odmašťovací linka je však prototypem navrhnutým a přizpůsobeným požadavkům výroby v Preciose – Lustry, proto se nedaly předem předpovědět všechny možné problémy spojené s jejím chodem.

Důsledkem této neznalosti došlo i k nedostatečnému si ujasnění požadavků na důkladnost záznamů vedených v provozním deníku. Dnes při zpětném rozboru těchto záznamů nejsme schopni z nich s dostatečnou přesností identifikovat příčiny existujících problémů a jen zřídka kdy byl zaznamenán způsob jejich řešení.

Pro přesnou představu, zde uvedeme příklad několika vybraných záznamů:

5:45 – 7:00 Studená lázeň č.1, 45°C.

20.4. 10:30 – 10:40 Ruční dojetí programu. Vytvořila se imaginární tyč, automat ji uchopil a chtěl ji umístit do pozice č.3, ve které již jedna tyč byla. Došlo k zablokování.

Již při bližším pohledu zjistíme, že tyto záznamy nám mnoho nevypoví o příčině, která daný prostoj způsobila, o náhradních dílech, které byly použity k jejich odstranění, kdo prostoj identifikoval a kdo provedl údržbu.

Úkolem diplomové práce bylo vypracování nového způsobu vedení provozního deníku tak, aby splňoval přísné požadavky na jeho vypovídací schopnost.

4.6.2 Návrh nového provozního deníku

Důvody, proč provozní deník vedeme jsou snahy o předcházení vzniku poruch, snižování podílu prostojů na celkové provozní době, úspory nákladů na údržbu, účinnější plánování údržby, efektivnější využívání odmašťovací linky. K tomuto cíli by měly směřovat i veškeré naše snahy ve zlepšení vedení záznamů v provozním deníku.

Cíle se nám nepodaří dosáhnout, pokud nebudeme znát důvod poruchy a způsob její eliminace. Při praktickém řešení tohoto problému jsme si uvědomili, že určitou část informací bude nutné zaznamenávat denně a další pouze při vzniku abnormálního stavu; některé bude zaznamenávat obsluha linky a jiné údržba. Důležité je si uvědomit, že veškeré informace by měly být volně přístupné všem pracovníkům. Z tohoto důvodu bude provozní deník umístěn na dobře přístupném a viditelném místě v blízkosti odmašťovací linky.

Navrhnutý provozní deník (str. 58) se skládá z dvanácti listů o velikosti A₃ (pro každý měsíc jeden). U odmašťovací linky bude vždy přítomen pouze aktuální měsíční list a

ostatní budou u vedoucího pracovníka. Velikost A₃ by měla být optimální pro udržení přehlednosti a snadnosti vedení záznamů. Tuto podmínku jsme měli na paměti i při grafické úpravě provozního deníku, kdy byl rozdělen do čtyř oddílů.

První oddíl (modrý) tvoří denní záznamy o údržbě odmašťovací linky. Je rozdělen na předpokládané dvě směny; každá provede denní rutinní údržbu, která bude spočívat v čištění a udržování pořádku na pracovišti, v autonomním mazání, v udržování pořádku mezi pomůckami a náradím. Pracoviště si takto budou směny předávat v optimálním stavu. Za určitou dobu se tato činnost stane automatickou. Potom tomuto oddílu zůstane pouze funkce evidence odpracovaných směn.

Druhý oddíl, zde označený žlutou barvou, je zaměřen na jednotlivé lázně. Na tomto místě budeme zaznamenávat odběry vzorků pro chemickou analýzu, výměny jednotlivých lázní, případně látky, které jsme museli doplnit do odpovídajícího chemického složení lázně. Nezapomeneme zde ani na přesné určení času, ve které jsme jednotlivé kroky vykonali. Tohoto oddílu se bude týkat i záznam dne, kdy předpokládáme následující výměnu jednotlivých lázní. Tato informace bude poskytnuta i pracovníkům oddělení zásobování.

Třetí oddíl, u nás označený červenou barvou, slouží k zaznamenávání poruch. Budou zde na tvorbě záznamů spolupracovat jak pracovníci obsluhy tak i pracovníci údržby. Tato část provozního deníku má vytvořit dobré předpoklady pro veškeré budoucí rozborů minulých situací. Umožní i účinnou identifikaci nákladů na jednotlivé kroky údržby.

Poslední oddíl (vpravo dole) bude sloužit k záznamu plánovaných preventivních prohlídek a k návrhům pracovníků na zlepšení záznamů vedených v provozním deníku.

Provozní deník – měsíc:

ROK:

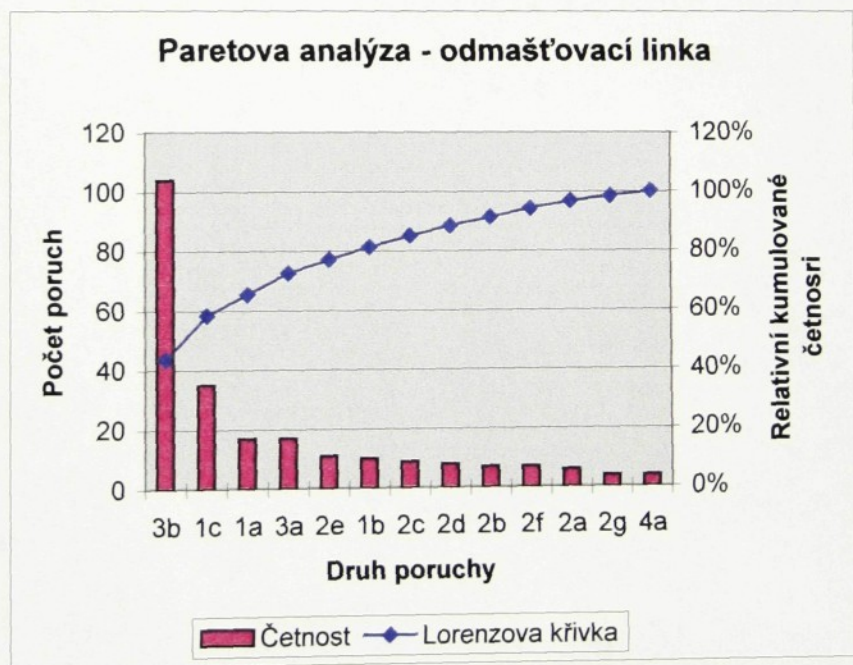
Datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1.směna																															
2.směna																															
Čas OD - DO																															
Chemická analýza																															
Výměna lázně číslo																															
Doplňo- vání lázně číslo,látka																															
PORUCHY																															
Datum	Čas vzniku	Popis poruchy									Jiný popis poruchy	Čas přechodu odřezky	Průběh poruchy									Řešení (potřeba materiál)						Čas uvedení do průvazu	Jiný popis odřezky		

4.7 Paretova analýza

Paretův princip je jedním z nejefektivnějších a snadno aplikovatelných rozhodovacích nástrojů. Umožňuje oddělit podstatné faktory od méně podstatných a ukazuje, kam zaměřit úsilí při odstraňování nedostatků v procesu.

Pareto zformuloval závěr, že 80% problémů je způsobeno malým počtem příčin (asi 20%). Na tyto příčiny je v další analýze procesu třeba přednostně zaměřit pozornost, analyzovat je do hloubky a odstranit či minimalizovat jejich působení.

Volba kritéria pro výběr tohoto „malého počtu příčin“ se řídí zejména účelem analýzy a finančními, technickými a personálními možnostmi realizace nápravných opatření.



obr. 9

Pro první orientaci, jaké prostoje odmašťovací linky přednostně řešit, zvolíme kritérium 50%. Aplikujeme-li toto kritérium na ukazatele četnosti jednotlivých druhů

prostojů odmašťovací linky, zaměříme naši pozornost pouze na příčiny poruch způsobených chybnými kroky v rozhodovacím algoritmu.

Pokud nám to finanční, technické a personální možnosti dovolí, zvolíme kritérium 75%. Toto kritérium nám vymezení oblast, do které přiřadíme příčiny dalších poruch a to příčiny způsobující nevyhovující teplotu lázně, nedostatek chemikálií a závady na signalizačních prvcích.

4.8 Ekonomické zhodnocení

Pokusíme-li se vyjádřit finanční ztráty na odmašťovací lince v důsledku neefektivní práce obsluhy tohoto zařízení a údržby, dojdeme možná až k překvapující hodnotě.

Hodinová ztráta při neplánovaném prostoji byla vedoucím pracovníkem stanovena na 2.400,- Kč a více v závislosti na ceně odmašťovaných mosazných dílů. Při ročních neplánovaných prostojích v celkové době 295,5 hodiny činí tato ztráta 710.000,- Kč. Tato částka se vztahuje jen k velikosti ušlého zisku, který by mohla odmašťovací linka v provozu přinést.

Pokusíme-li se dále stanovit částku nákladů připadajících na práci údržby (16.000,- Kč), cenu náhradních dílů a použitého materiálu (50.000,- Kč), hodnota ztráty se nám bude dále zvyšovat.

Dále bychom měli vzít do úvahy náklady na obsluhu linky, která v době neplánovaného prostoje není dostatečně zaměstnána a především se nepodílí na aktivitách přidávajících hodnotu výrobkům. Každá směna je obsazena dvěma obsluhujícími pracovníky, jejichž měsíční mzda činí 10.000,- Kč, a jedním programátorem s měsíční mzdou 20.000,- Kč. Pokud roční prostoje jsou 295,5 hodiny, představuje to 37 pracovních směn ročně. Z toho vyplývá, že tyto náklady činí 71.000,- Kč za rok.

Sečteme-li všechny zde vyjmenované náklady připadající na ztráty související s poruchami odmašťovací linky a jejich odstraněním, dostáváme částku 847 000,- Kč. Myslím si, že tato částka není zanedbatelná ani pro tak velký podnik, jakým Preciosa-Lustry, a.s. je.

Využitím Paretovy analýzy jsme stanovili prostoje, na které přednostně zaměříme pozornost přijímaných opatřeních směřujících k jejich nápravě. Podaří-li se nám touto cestou snížit jejich podíl na prostojích odmašťovací linky, promítne se to i do snížení celkové hodnoty finanční ztráty.

Nyní blíže prozkoumáme vliv eliminace vybraných prostojů na snížení celkové ztráty.

1) Chybné kroky v rozhodovacím algoritmu.

Využitím technického zařízení a důkladným proškolením obsluhujícího personálu se nám podaří snížit podíl tohoto prostoje o 2/3. Náklady na proškolení jsou odhadnuty na 30 000,- Kč v prvním roce a v dalších letech náklady na udržení kvalifikace jsou 10.000,- Kč.

Úspora ze snížení podílu na prostojích:

$$1.\text{rok} - 24 \cdot 2.900 - 30.000 = 39.600,- \text{ Kč}$$

$$2.\text{rok} - 24 \cdot 2.900 - 10.000 = 59.600,- \text{ Kč}$$

2) Nevyhovující teplota lázně.

Po zavedení výstražných signálů, které nás včas upozorní na nevyhovující teplotu jednotlivých lázní, dojde k předpokládanému snížení času tohoto prostoje o 1/3 a finanční úspora plynoucí z provozuschopnosti linky dosáhne částky 63.800,- Kč.

Další prostor pro snižování ztráty vznikne po úspěšném zavedení provozního deníku.

3) Nedostatek chemikálií.

Vytvořením plánu potřeb jednotlivých chemických látek, zlepšením způsobu skladování a účinnější komunikací mezi pracovníky obsluhy, skladů a zásobování

dojde ke snížení této ztráty o 90%. Úspora, která takto vznikne, je vyčíslena na 55.100,- Kč.

4) Závada na signalizačních prvcích.

Se zlepšením evidence výměn jednotlivých čidel budeme moci lépe stanovit jejich životnost. Tím dojde ke zlepšení plánování předpokládaných dob výměn a časová ztráta se sníží přibližně o 35%. Vznikne úspora ve výši 22.300,- Kč.

Finanční ztráta po zavedení nápravných opatření u vybraných poruch se sníží o 181.000,-Kč. Další snížení bude možné, pokud se nám podaří snížit podíl ztrát i u ostatních druhů prostojů odmašťovací linky.

5. Závěr

Cíle této práce bylo navrhnout určité změny v procesu údržby odmašťovací linky tak, aby se zvýšila celková efektivnost zařízení, což bude mít za následek růst zisku společnosti.

Údržba strojů a zařízení je významnou oblastí pro zvyšování produktivity. Cílem údržby technického zařízení je snaha o snížení nebo o úplné odstranění příčin ztrát zatěžujících jejich výkon a provoz.

Dnes stojíme na začátku plánovaných změn, neboť využíváním účinnější provozní dokumentace a prosazováním programu TPM a 5S, se nám otevře prostor pro další zvyšování efektivnosti údržby.

Tohoto cíle se nám nepodaří dosáhnout bez účasti a podpory všech zaměstnanců, kteří budou hrdí na svůj díl práce a budou mít zájem na růstu prosperity firmy a jejím úspěšném rozvoji. K zvyšování produktivity prostřednictvím zlepšování pracovních metod, lepší organizace práce a rozvoje vnitřního potenciálu zaměstnanců není potřeba velkých investic. Pracovníci si budou muset uvědomit skutečnost, že zvyšující se produktivita bude mít pozitivní vliv i na růst jejich životní úrovně.

Zlepšení výkonu strojů i kvality produktů nikam nepovede, doku každý zaměstnanec nepřevzme svůj díl zodpovědnosti za pracoviště, na kterém pracuje. Do budoucna již nebude platit nepsané pravidlo: „Já obsluhuji stroj, ty ho opravuješ.“ Je jasné, že tento pracovní systém a styl uvažování nemohou zajistit optimální podmínky pro provoz zařízení, ale postoje lidí v podnicích se nemění snadno.

Vypracování diplomové práce pro mne bylo možností hlouběji se seznámit s danou problematikou z odborné literatury a své poznatky konfrontovat s praxí v podniku. Uvědomovala jsem si, že praxe se od teorie liší, ale domnívám se, že by podniková praxe s ohledem na potřeby stálého zlepšování procesů měla z nových poznatků čerpat.

Na závěr bych chtěla poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Josefu Sixtovi, CSc. z katedry Podnikové ekonomie, konzultantovi panu Ing. Pavlu Bendovi, vedoucímu úseku techniky a logistiky v Preciose –Lustry, a.s. Kamenický Šenov a Ing. Josefu Antoniacímu, za jejich ochotnou pomoc při zpracování mé diplomové práce.

Seznam literatury

- [1] BECKMANN, G. a kol.: Optimálne metódy údržby, Alfa, 1.vyd., Bratislava, 1990
- [2] HAMELIN, B.: Údržba a její nové pojetí, SNTL, 1.vyd., Praha, 1983
- [3] Lustry Kamenický Šenov: 270 let výroby českých křišťálových svítidel na Kamenickošenovsku
- [4] KRT, K. – POLÍVKA, E. – MATĚJEČEK, P.: Provozoschopnost a údržba strojírenského podniku, SNTL, 1.vyd., Praha, 1988
- [5] MAKOVEC, J. a kolektiv: Organizace a plánování výroby, VŠE, 1 vyd., Praha, 1998
- [6] MIZUNO, S.: Řízení jakosti, Victoria Publishing, Praha, 1988
- [7] Moderní řízení, 5, 1998, str. 52, KOS, Z.: Moderní metoda racionalizace údržby
- [8] Moderní řízení, 10, 1999, str. 34, VÝJÍDÁČEK, Z.: Co znamená TPM
- [9] NAKAJINA, S.: Introduction to TPM, Productivity press, Cambridge, 1988
- [10] NENADÁL, J. – NOSKIEVIČOVÁ, D. – PETŘÍKOVÁ, R. – PLURA, J. – TOŠENOVSKÝ, J.: Moderní systém řízení jakosti, Management Press, 1. vyd., Praha, 1998
- [11] Norma ČSN 01 0660
- [12] Preciosa – Lustry, a.s. Kamenický Šenov: Exclusive Bohemian Crystal Chandeliers
- [13] Svět jakosti, 2, 1999, LEGÁT, V.: Jakost, spolehlivost a preventivní údržba, 2/2

- [14] VYTLAČIL, M. – MAŠÍN, I.: Cesty k vyšší produktivitě, IPI, 1. vyd., 1996
- [15] VYTLAČIL, M. – MAŠÍN, I.: Dynamické zlepšování procesů, IPI, 1. vyd., 1999
- [16] VYTLAČIL, M. – MAŠÍN, I.: Podnik světové třídy, IPI, 1. vyd., 1997
- [17] VYTLAČIL, M. – MAŠÍN, I.: Týmová společnost, IPI, 1. vyd., 1998

Prohlašuji, že jsem diplomovou (bakalářskou) práci vypracoval(-a) samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta. Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména §60 (školní dílo) a §35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své diplomní (bakalářské) práce či poskytnutí licence k jejímu užití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do její skutečné výše).

Po pěti letech si mohu tuto práci vyžádat v Univerzitní knihovně TU v Liberci, kde je uložena, a tím výše uvedená omezení vůči mé osobě končí.

V Liberci dne 21.6.2001.....

Renata Burešová

Vlastnoruční podpis