

Aplikace totálně produktivní údržby v Unex a.s.

Bc. Josef Skokanič

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef Skokanič**
Osobní číslo: **M12932**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Aplikace totálně produktivní údržby v UNEX a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické a metodické poznatky týkající se zavádění totálně produktivní údržby.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav údržby a daného pracoviště ve společnosti Unex. a.s.
- Proveďte vyhodnocení zjištěných poznatků a navrhněte řešení pro optimalizaci současného stavu.
- Zpracujte návrh projektového řešení pro implementaci totálně produktivní údržby do stávajícího systému.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

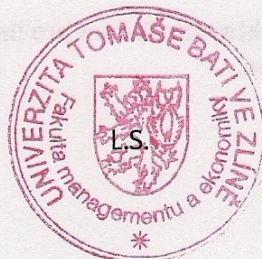
Seznam odborné literatury:

- JIRÁSEK, Jaroslav. Štíhlá výroba. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 8071693944.**
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.
MAŠÍN, Ivan. TPM Management a praktické zavádění. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-5-9.
MCCARTHY, Dennis a Nick RICH. Lean TPM: a blueprint for change. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2004, xv, 193 p. ISBN 0-7506-5857-6.
MCCARTHY, Peter Willmott and Dennis. TPM a route to world-class performance. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. ISBN 07-506-4447-8.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Briš, CSc.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2014**

Ve Zlíně dne 22. února 2014

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:


- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 30. 7. 2019



⁴ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zavádění metodiky totálně produktivní údržby ve společnosti UNEX a.s. Cílem teoretické části je definovat totálně produktivní údržbu a její jednotlivé pilíře. Analytická část se zaměřuje na popis současného stavu údržby a pokračuje s analýzou poruchovosti stroje WHN 13.8 CNC. Na základě úvodní analýzy je zpracován návrh projektu, který definuje metodický postup pro aplikaci totálně produktivní údržby. V závěru práce jsou opatření k celkovému zefektivnění údržby a úspěšné aplikaci totálně produktivní údržby.

Klíčová slova: Totálně produktivní údržba, celková efektivnost zařízení, autonomní údržba, plánovaná údržba, pracoviště.

ABSTRACT

The thesis is aimed at the implementation of the methodology of the total productive maintenance in the UNEX company. The aim of the theoretical part is to define the total productive maintenance and its individual pillars. The practical part focuses on the analysis of the current state of maintenance and continues with failure analysis of WHN 13.8 CNC machine. Based on the initial analysis is developed a project proposal that defines the methodology for the application of Total Productive Maintenance. In conclusion, there are measures the overall effectiveness of the maintenance and the successful application of total productive maintenance.

Keywords: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Workplace.

Poděkování:

Děkuji panu doc. Ing. Petru Brišovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za rady, doporučení a připomínky, které mi poskytl během zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janu Söhnelovi, průmyslovému inženýru, za ochotu a vstřícnost při poskytování odborných konzultací a ostatním zaměstnancům společnosti UNEX a.s., za spolupráci a poskytnutí informací a materiálů potřebných ke zpracování diplomové práce.

A také děkuji své rodině za podporu během studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 PRODUKTIVITA A ÚDRŽBA Z POHLEDU PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 ÚDRŽBA	12
1.2 PRODUKTIVITA.....	17
2 TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA.....	19
2.1 SAMOSTATNÁ ÚDRŽBA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	22
2.1.1 Metoda 5S	25
2.2 PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ.....	26
2.3 HODNOCENÍ CELKOVÉ EFEKTIVNOSTI STROJŮ A ZAŘÍZENÍ.....	28
2.3.1 Možné problémy s výpočtem CEZ	28
2.3.2 Výpočet CEZ.....	29
2.3.3 Ztráty snižující výkonnost a ztráty snižující efektivnost zařízení	30
2.4 ANALÝZA ZTRÁT	31
2.4.1 Analýza CEZ a určování úzkých míst.....	32
2.4.2 Paretova analýza.....	32
2.4.3 Diagram příčin a následků	33
3 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
4 ÚVODNÍ ANALÝZA	36
4.1 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	36
Identifikační údaje společnosti:	36
4.1.1 Podnikové zásady.....	36
4.1.2 Historie společnosti	37
4.1.3 Výrobní portfolio	38
4.1.3.1 Výrobky v oblasti těžkého strojírenství	38
4.1.3.2 Výrobky v oblasti metalurgie	39
4.2 CHARAKTERISTIKA ČINNOSTI VÝROBNÍHO PROVOZU TĚŽKÁ MECHANIKA 22 A VÝROBNÍHO TÝMU 2291 HORIZONTKY H2	39
4.2.1 Charakteristika stroje WHN 13.8 CNC.....	40
4.3 ANALÝZA ÚDRŽBY VE SPOLEČNOSTI UNEX A.S.	42
4.3.1 Organizační začlenění	42
4.3.2 Systémové zabezpečení údržby ve VP 22 Těžká mechanika 2.....	42
a) Samostatná údržba	43
b) Plánovaná údržba	43
c) Neplánovaná údržba.....	44
4.3.3 Analýza činností údržby v rámci VT 2291 Horizontky H2	44
4.4 ANALÝZA PROVOZU OBRÁBĚCÍHO STROJE WHN 13.8 CNC.....	47
4.4.1 Analýza poruchovosti obráběcích strojů v rámci VT 2291.....	47
4.4.2 Analýza ztrát stroje WHN 13.8 CNC.....	49
4.4.2.1 Analýza CEZ.....	49
4.4.2.2 Diagram příčin a následků	52

4.4.3	Snímek pracovního dne obsluhy obráběcího stroje WHN 13.8 CNC.....	54
4.4.4	Audit pracoviště	56
5	VYHODNOCENÍ ANALÝZY	59
5.1	ÚDRŽBA	59
5.2	ANALÝZA PROVOZU STROJE WHN 13.8 CNC	60
6	PROJEKT ZAVÁDĚNÍ TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBY	62
6.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	62
6.2	CÍLE PROJEKTU.....	62
6.2.1	SWOT analýza	63
6.3	ZAVÁDĚNÍ TPM	64
6.4	PLÁN ZAVÁDĚNÍ TPM	64
6.5	OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ STROJE WHN 13.8 CNC	65
6.6	PROGRAM AUTONOMNÍ ÚDRŽBY.....	68
6.7	PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA	74
6.8	ZEFEKTIVNĚNÍ VÝPOČTU CEZ.....	75
6.9	SYSTÉM VZDĚLÁVÁNÍ OPERÁTORŮ	76
6.10	NÁKLADY A PŘÍNOSY REALIZACE PROJEKTU	77
7	VYHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PROJEKTU	79
	ZÁVĚR	81
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	82
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Výrobní podniky v dnešní době čelí silící konkurenci způsobenou globalizací a tlakem zákazníků na vyšší kvalitu a nižší cenu. Aby podniky mohly úspěšně konkurovat na světovém trhu, musí se zaměřit na maximálně efektivní využívání svých zdrojů a zvyšování produktivity. Velký vliv na využívání zdrojů, i produktivitu nese i svůj podíl správně řízená údržba strojů a zařízení. Výrobní podnik má většinou ve svých strojních zařízeních většinu svých kapitálových zdrojů a proto je nutné se zabývat jejich udržováním a zároveň efektivním využitím. Oba tyto cíle je možné dosáhnout pomocí totálně produktivní údržby. Často opomíjená údržba má velký vliv na životnost strojů a také přímo na náklady podniku.

Předmětem diplomové práce je metodický návrh zavedení totálně produktivní údržby ve společnosti UNEX a.s. Správná implementace této metody je však dlouhodobý proces pro samotné zavedení, projektový přístup, zainteresovanost zaměstnanců a podporu managementu. Společnost UNEX a.s. je jako výrobce metalurgické a strojírenské produkce velmi závislá na spolehlivém provozu svých strojů, s minimálním počtem abnormalit, které by ohrozily plynulost produkce a znamenaly by dodatečné náklady. Z tohoto důvodu má zavedení TPM značnou důležitost. Diplomová práce se bude popisovat zavedení TPM v rámci stroje WHN 13.8 CNC. Jedná se o vodorovnou křížovou vyvrtávačku s výsuvným pracovním vřetenem a otočným stolem. Úspěšná aplikace TPM v rámci tohoto stroje může dále podniku sloužit jako vzor pro další obráběcí stroje v rámci daného výrobního týmu.

Pro vysvětlení důležitosti TPM bude v teoretické části nejprve definována údržba s produktivitou a zejména jejich vzájemná souvislost. Dále bude vysvětlena Totálně produktivní údržba v rámci jednotlivých pilířů.

Na teoretické část naváže praktická část, kde se v úvodu představí společnost UNEX a.s. Aby byl návrh zavádění TPM efektivní, bude se praktická část nejprve zabývat analýzou současného systému údržby a provozu daného stroje. Jednotlivé analýzy budou vycházet z poznatků autonomní péče o stroje, plánované údržby a zvyšování celkové efektivnosti zařízení.

Cílem diplomové práce je vytvořit řešení maximalizace zefektivnění všech procesů údržby. Na základě teoretických poznatků a analýz z praktické části, budou v projektové části navržena konkrétní řešení pro zavádění TPM.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRODUKTIVITA A ÚDRŽBA Z POHLEDU PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Obor průmyslové inženýrství je v dnešním světě jedním z potřebných katalyzátorů změn ve stále sílícím konkurenčním prostředí. Od vzniku průmyslového inženýrství uplynulo již sto let a tento obor se stal hlavní disciplínou potřebnou pro růst produktivity. V současnosti představuje interdisciplinární obor, zabývající se projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, materiálů, energií a strojů s cílem dosažení co nejvyšší produktivity (Mašín, 1996, s. 79-82). Průmyslové inženýrství je oborem zabývající se štíhlou výrobou. Důležitost využívání metod štíhlé výroby nabírá neustále na větší důležitosti a je nutné se jimi zabývat v rámci celých výrobních procesů (Jirásek, 1998, s. 16-18). Ve zkratce je průmyslové inženýrství obor hledající to, jak důmyslněji provádět práci, eliminovat plýtvání, iracionalitu a přetěžování pracoviště (Mašín, 1996, s. 79-82).

Vysoká produktivita je dnes rozhodujícím faktorem úspěšného podniku. Stále důležitější je využívat své zdroje co nejefektivněji. Vysoká produktivita je dnes brána jako rozhodující faktor, který může podniku zajistit přežití nejen na evropském, ale i světovém trhu. Účelné zvyšování produktivity však má smysl jen tehdy, pokud je dosažena vysoká jakost, při co nejnižších nákladech. Stále jsou hledány nové a lepší cesty jak zlepšit produktivitu práce, materiálů, energií, technologií a kapitálu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 13-20). Vyšší úroveň využívání těchto zdrojů je možné zajistit efektivním řízením údržby strojů a zařízení.

1.1 Údržba

Veškeré činnosti údržby jsou v současné době důležitým zdrojem konkurenční výhody podniků. Důležitost údržby strojů a zařízení se liší v různých oborech podnikání. Obecně však platí zásada, že nepřetržité provozy vyžadují složitější a nákladnější způsob udržování strojů. Efektivnost údržby souvisí s kvalitou výroby i s disponibilitou výrobního zařízení, což má přímý vliv na tržby a výrobní náklady, tedy udržet užitnou hodnotu aktiv pro další zisky.

Od 60.ých let se začaly v údržbě objevovat zcela nové trendy. Jedním z nich bylo zapojení do systému údržby uživatele zařízení, jehož cílem bylo zachování té funkce a užitné hodnoty, pro kterou bylo dané zařízení pořízeno. Pro zajištění tohoto cíle bylo nutné do plánování údržby zapojit přímé i nepřímé uživatele výrobních zařízení. Plánování a řízení údržby se poté stalo součástí celkové výrobní strategie.

Dalším vývojovým trendem v údržbě bylo využití nových technologií. Začalo se využívat diagnostických metod, které slouží ke snadnějšímu odhalení poruch, nebo jejich předcházení. Do této oblasti lze zařadit informační technologie, které slouží k automatizovanému sběru dat o zařízeních, jejich vyhodnocování a následné využívání při plánování.

Vhodným nástrojem pro zlepšení systému údržby je také outsourcing. Hlavní výhody využití outsourcingu pramení z uvolnění přebytečných kapacit podniku, více se soustředí se na činnosti, které přidávají vysokou přidanou hodnotu. Využití této služby může přispět k přínosu cenných informací v řízení údržby a nezaujatý pohled na celou oblast.

Důležitou součástí údržby je měření výkonu systému údržby a využití metod neustálého zlepšování (Management-consulting.cz, 2014).

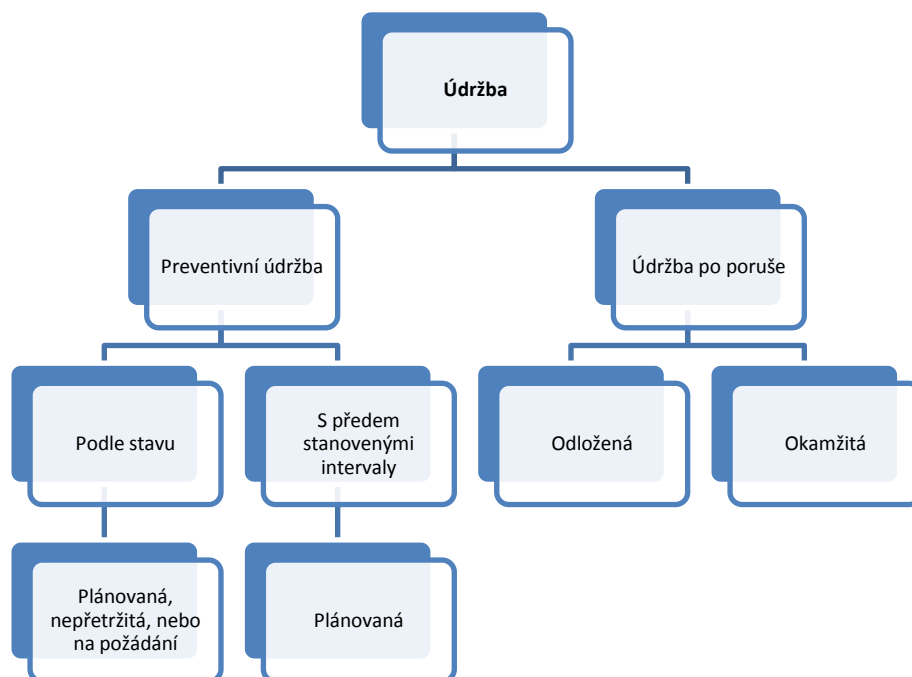
Obecně lze činnosti údržby rozdělit na:

- Kontrola, inspekce - ověřování shody měřením, pozorováním, srovnáváním nebo zkoušením
- Monitorování - sleduje se skutečný stav objektu
- Ověřovací zkouška - zkouška, která slouží k prokázání souladu charakteristiky, nebo vlastnosti objektu se specifikací objektu
- Kontrola funkce - činnost, která se provádí po údržbářských zásazích zaměřených na ověřování, zda je objekt schopen vykonávat požadovanou funkci
- Rutinní údržba - pravidelné jednoduché údržbářské aktivity, které většinou nevyžadují speciální kvalifikaci
- Generální oprava - obsáhlý soubor zásahů, prováděných za účelem udržení požadované úrovně stavu a bezpečnosti objektu
- Renovace, rekonstrukce - zásah, který následuje po rozebrání objektu a jeho opravě, nebo výměně jeho součástí, které se blíží ke konci jejich životnosti
- Oprava - fyzický zásah, jehož cílem je obnova požadované funkce objektu, který je v poruchovém stavu
- Dočasná oprava - fyzický zásah umožňující, aby objekt který má poruchu, prováděl požadovanou funkci po dobu, než bude možné provést řádnou opravu
- Diagnostika poruchového stavu - cílem je zjištění poruchového stavu, lokalizovat poruchu a identifikovat příčiny poruchy
- Lokalizace poruchového stavu - cílem je zjištění objektů v poruchovém stavu na příslušném stupni rozčlenění

- Zlepšování - kombinace technických, administrativních a manažerských činností, které mají směřovat ke zvýšení spolehlivosti objektu beze změny jeho požadovaných funkcí
- Modifikace - kombinace technických, administrativních a manažerských činností, které jsou zaměřeny na změnu funkce objektu (Pexa, 2014).

Potřeba údržby se vyskytuje všude kolem nás, od těžkých strojů až po jemné biotechnologické zařízení. Dalo by se říci že každé zařízení, které může způsobit škodu na majetku nebo na životech vyžaduje určité monitorování, diagnostiku a údržbu. Spolehlivost a funkčnost strojů má značný vliv na provozní náklady po celou dobu jejich životnosti. Cílem organizace je s využitím diagnostiky a následně zvoleného systému údržby minimalizovat škody způsobené poruchou jakéhokoliv stroje. Významný vliv na bezpečnost a spolehlivost strojů má též volba vhodné metody údržby. Rozvoj monitorovacích systémů usnadňuje práci údržbářům právě s monitorováním zařízení (Krupa, 2011).

Podle Pexu (2014) je rozdělení údržby uvedeno v následujícím obrázku:



Obr. 1 Rozdělení údržby (Pexa, 2014)

Konvenční strategie údržby strojů se dá rozdělit na korekční (opravnou) údržbu a preventivní údržbu. Korekční údržba se zakládá na nutnosti zásahu až po poruše stroje (oprava defektu, výměna prasklého řemene atd.) Preventivní údržba je založena na včasném zása-

hu, který se týká známých běžně se vyskytujících selhání. Většinou je vykonávána podle předem stanovených časových intervalů, nebo na základě ukazatelů poskytnutých analýzou spolehlivosti minulých dat. Preventivní údržba zvyšuje dostupnost, funkčnost a provozuschopnost strojů. Na druhou stranu však zvyšuje náklady na provoz strojů, protože výměny zařízení nebo náhradních dílů se provádí v předstihu před skončením jejich životnosti. Ne vždy jsou příčiny velkých poruch vztaženy k době provozu strojů a proto nemusí ve všech případech determinovaná údržba být efektivní (Krupa, 2011).

Na základě nedostatků determinované údržby vznikla údržba podle technického stavu a je branou k další podskupině preventivní údržby. Při využití této metody se neustále monitoruje dané zařízení, včetně funkčního stavu zařízení. Výsledky lze získat z diagnostik a prognostik poskytnutých z monitorování. Následně je možné předvídat poruchy zařízení. Jedná se o tzv. prediktivní údržbu (Krupa, 2011).

Krupa (2011) dále srovnává jednotlivé druhy údržby podle jejich výhod, nevýhod a oblasti použití v následující tabulce.

Tabulka 1 Srovnání druhů údržby (Krupa, 2011)

Údržba	Výhody	Nevýhody	Oblast použití
Korekční	- maximální využití životnosti komponenty, zařízení- žádné nebo minimální náklady na monitorování systému	- vyšší náklady spojené s případnou výměnou celého zařízení - nutná dostupnost náhradních dílů pro případ nečekaného selhání	- málo kritické a nákladově nevýznamné zařízení
Preventivní - predeterminedovaná	- životnost zařízení může být prodloužena - opravné akce se dají dobře plánovat, a tím usnadnit organizaci práce	- vyšší náklady spojené s příliš častou výměnou komponent - časté odstavení zařízení zvyšuje náklady - citlivost na statistické určení intervalu údržby	-vhodné pro většinu zařízení
Prediktivní - údržba podle technického stavu	- znalost aktuálního stavu zařízení- údržba se může plánovat podle aktuálního stavu a potřeb - případné selhání je dobře identifikováno a oprava je tak snadnější a rychlejší	- pořizovací náklady na senzory, měřicí systémy a SW - vyšší provozní náklady spojené s údržbou samotného diagnostického systému	- vhodné pro většinu zařízení
Proaktivní – Spolehlivostně orientovaná	- znalost aktuálního stavu zařízení - selhání zařízení může být predikováno na základě spolehlivostních modelů	- pořizovací náklady na senzory, měřicí systémy a SW -nedostatečně obecné prognostické modely- vyšší provozní náklady spojené s údržbou samotného diagnostického systému-nepřesnost spolehlivostních modelů	-vhodné pro zařízení, jehož selhání má fatální následky (škody na životech a majetku)

V průmyslových podnicích lze podle Mašina a Vytlačila (2000) údržbu rozdělit dále na samostatnou a plánovanou údržbu. Samostatná (autonomní) a plánovaná údržba jsou jakožto jedny z hlavních pilířů TPM budou rozvedeny dále v teoretické části.

1.2 Produktivita

Jak již bylo výše uvedeno, efektivně řízená údržba má vliv na celkovou produktivitu, která jako taková, má podstatný vliv na celkovou výkonnost podniku, proto by měla mít neustále stoupající tendenci.

Zjednodušeně se dá říci, že produktivita představuje míru využívání zdrojů při výrobě produkce. Obecně je vyjádřena poměrem mezi výstupem z procesu a vstupem nutných zdrojů.

$$P = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

Průmyslové inženýrství, které se zabývá zvyšováním produktivity v rámci podniku, provozu, výrobního týmu či stroje, musí brát v úvahu všechny faktory, které na daných úrovních produktivitu ovlivňují. Mezi faktory ovlivňující produktivitu patří zejména:

- Pracovní postupy a metody.
- Kvalita strojního zařízení.
- Využívání kapitálu.
- Úroveň schopností pracovní síly.
- Systém hodnocení a odměňování.
- Úroveň metod průmyslového inženýrství.
- Stav infrastruktury.
- Stav národního hospodářství a ekonomiky.

Tento výčet neobsahuje všechny vlivy na podnikovou produktivitu. Dále je možné sem zařadit fyzikální faktory, jako např. technologické a materiálové aspekty procesů, využívání času a kapitálu. Posledním vlivem jsou psychologické faktory, zastoupené zejména modely chování zaměstnanců.

Jednotlivé vlivy lze z pohledu průmyslového inženýrství rozdělit do čtyř základních faktorů. Tyto faktory slouží k dostatečné analýze produktivity a také jako nástroj pro zlepšování. Jedná se o tyto faktory:

- Míra využití (U – Utilization).

- Míra výkonu (P – Performance).
- Míra kvality (Q – Quality).
- Úroveň metody (M – Methods).

Míra využití představuje úroveň procesů skutečně konvertovaných do produktu. Míra výkonu představuje rychlost a tempo, jakým je daná konverze prováděna. Kvalitu a přesnost s jakou je činnost dosahována představuje míra kvality a úroveň metod představuje ty metody a postupy, které jsou využívány v procesu.

Institut průmyslového inženýrství uvádí jako veličinu pro zjištění vlivu na produktivitu totální index produktivity (TIP), který se vypočte jako součin vlivů uvedených výše (Mašín, 1996, s. 27-36).

$$TIP = U \times P \times Q \times M$$

Produktivita zdrojů bývá určena procentem využití zdroje a jeho taktem (výrobní rychlostí). Metrika nastavená tímto způsobem se však začne měnit ihned od začátku jejího používání, protože bez určitého standardu (např. doby vyhrazené na vykonání jedné výrobní operace) se budou operátoři chovat tak, aby byl výsledek pro každého co nejvýhodnější. V konečném důsledku to má negativní vliv na podnik.

Další negativní tendencí je minimalizace počtu pracných nastavování strojových center. Do výroby se pak dostávají pouze ty zakázky, které je možné dokončit až ve vzdálené budoucnosti. Ty však disponují velkým objemem stejné výroby. Naopak okamžité požadavky zákazníků na určité množství výroby, v malých dávkách, bývají nevídané. Je to důsledkem zastaralého pohledu na produktivitu, že „produktivita se měří využitím času z přidělené kapacity zdroje“ nebo „pracovník udělá za dvojnásobnou dobu dvakrát více práce“.

Správná definice produktivity, by měla mít vazbu na spokojenost zákazníků, tzn. dodat služby, vedoucí ke spokojenosti zákazníka a ve stanoveném čase, množství a kvalitě. Podle pravidel teorie omezení je nutné zajistit maximální průtok materiálu zdrojem s nejmenší propustností a snažit se, aby se u tohoto zdroje eliminovaly výpadky. Další zdroje pak není nutné měřit v rámci produktivity, ale je nutné zajišťovat, aby jejich kapacity měly nějakou rezervu, protože existuje souvislost mezi velikostí rezerv v kapacitě neohrazených zdrojů a velikostí časového nárazníku v úzkém místě (Skorkovský, 2005).

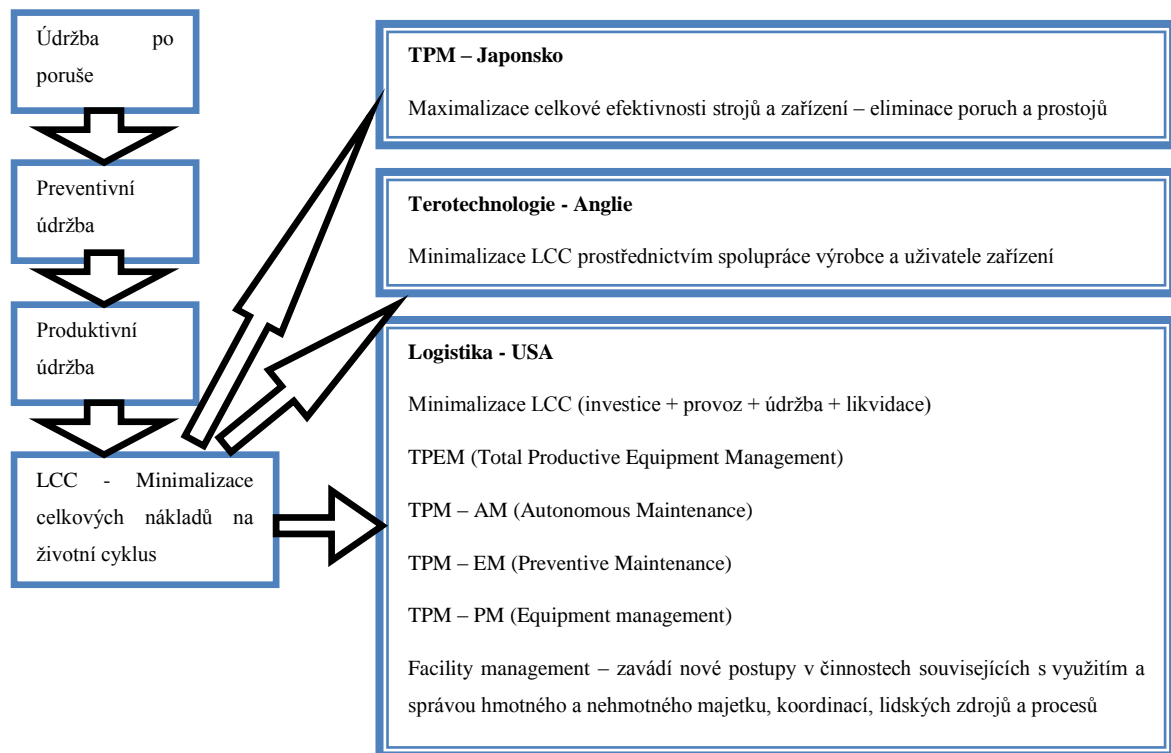
2 TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA

Mašín a Vytlačil (1996, s. 183) tvrdí, že údržba je významnou součástí zvyšování produktivity. Pro udržení vysoké úrovně produktivity je nutné zavést tzv. totálně produktivní údržbu. Totálně produktivní údržba představuje údržbu, která se stejně jako hlavní výrobní oblasti podílí maximálně na zvyšování produktivity. Zároveň by však měla totálně produktivní údržba (dále je TPM), jako jeden z nástrojů průmyslového inženýrství, splňovat prvky štíhlé výroby, což znamená zefektivňovat činnosti spojené s výrobou, eliminovat plýtvání s cílem redukovat průběžnou dobu výroby (Mašín, 2005, s. 44) a prvotně reagovat na požadavky zákazníka, prostřednictvím flexibilních výrobních týmů při malé hloubce výroby (nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů). TPM je charakterizována souborem aktivit, které vedou k provozování strojů v optimálních podmínkách a k systému, který tyto podmínky udržuje. TPM definují základní čtyři charakteristiky. Jejím cílem je maximalizace efektivnosti výrobního zařízení a představuje systém údržby skládající se z produktivní, preventivní, prediktivní údržby a jejího zlepšování.

Aby fungovala správně, je nutné zainteresovat manažery, techniky, údržbáře a operátory, tedy zaměstnance od top managementu, až po řadového pracovníka. Práce v týmech je pro TPM zásadní, zejména v oblasti preventivní a produktivní údržby (Keřkovský a Valsa, 2001, s. 88). Pokud je však TPM správně aplikována, má velmi pozitivní vliv na výše zmíněnou produktivitu a kvalitu, bez toho bychom byli nuceni těchto cílů dosáhnout pomocí velkých investic. Proto je zde potenciál pro zvýšení rentability investice vyšší, než u jakéhokoliv jiného programu zaměřeného na zvyšování produktivity. Německé společnosti jako DaimlerChrysler, Dunlop, Kiekert byli schopni po zavedení metody dosáhnout rentability od 200 do 400 procent (Hartmann, 2007, s. 7-9).

Ve světě vzniklo několik konceptů TPM pro řešení problémů ve výrobě.

Postupný vznik TPM a jednotlivé koncepty a jejich charakteristiky uvádí následující obrázek.



Obrázek 1 Světové koncepty přístupů pro řešení problémů údržby ve výrobě (Legát, 2013, s. 136)

Základem TPM není jen předcházení poruchám, ale také redukce chyb, krátkodobých prostojů, ve zkracování seřizovacích časů apod. TPM představuje progresivní přístup organizace údržby, který je stále závislejší na složitějších výrobních zařízeních, nářadím a přístrojích. Komplexně produktivní údržba je postavena na pěti základních pilířích:

- Autonomní údržba
- Plánovaná údržba
- Hodnocení celkové efektivity strojů a zařízení pomocí ukazatele celkové efektivity zařízení (CEZ/OEE).
- Systém pro návrh preventivní údržby a včasný management zařízení
- Trénink pro zlepšení zručnosti pracovníků (Legát, 2013, s. 141).

Tyto základní pilíře lze dále rozvést pomocí hlavních cílů prvků TPM, hlavních kroků provázející dané prvky a podle spoluúčasti jednotlivých úseků v podniku na daném prvku TPM. Prvky TPM znázorňuje následující tabulka.

Tabulka 2 Charakteristika základních prvků TPM (Košturiak a Frolík, 2006, s. 94-96)

Prvek TPM	Hlavní cíle	Hlavní kroky	Spoluúčast
<i>System údržby a informační systém</i>	Monitorování výrobního procesu a procesu údržby v reálném čase, predikce údržbářských zásahů, optimalizace nákladů na údržbu a provoz, statistické vyhodnocování procesů.	<ul style="list-style-type: none"> • Zdokonalování systému údržby • Strategie údržby • Sběr a správa údajů • Náklady • Plánování a řízení údržby • analýza statistiky • Management náhradních dílů • Monitorování • Komunikace s okolím 	<ul style="list-style-type: none"> • IT • Údržba • Výroba • Plánování výroby • management
<i>Program zvyšování CEZ</i>	Maximalizace produktivního využití zařízení, sledování a redukce všech druhů ztrát z kapacity zařízení	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikace hlavních ztrát kapacity zařízení • Výběr zařízení pro sledování CEZ • Metodika výpočtu CEZ • Sledování a vyhodnocení CEZ • Systematické zvyšování CEZ 	<ul style="list-style-type: none"> • Výroba • Údržba • Plánování výroby • Management • IT
<i>Autonomní údržba</i>	Operátor rozumí svému zařízení, stará se o něj, diagnostikuje, vykonává čištění, mazání, drobné opravy a spolupracuje s údržbou při větších závadách nebo abnormalitách v chodu zařízení. Údržbáři jsou oproštěni od každodenní operativy	<ul style="list-style-type: none"> • Úvodní čištění a analýza abnormalit • Zjednodušení čištění a kontroly • Standardy pro čištění a mazání • Péče operátora o zařízení, kontrola a diagnostika abnormalit • Jasně rozdělení činností mezi obsluhu zařízení a údržbu • Výrobní tým vykonává autonomní údržbu a zlepšování zařízení • Vizualizace autonomní údržby • Audity 	<ul style="list-style-type: none"> • Výrobní týmy • Údržba • Management
<i>Plánovaná údržba</i>	Údržba se věnuje budování systému údržby, plánované údržbě a optimalizaci nákladů na údržbu	<ul style="list-style-type: none"> • Periodické prohlídky a údržba • Prediktivní údržba • Prodloužení životního cyklu zařízení • Práce s náhradními díly • Analýza poruch • Zvyšování spolehlivosti zařízení • Optimalizace procesů údržby 	<ul style="list-style-type: none"> • Týmy údržby • Plánování výroby

<i>Program vzdělávání a tréninků</i>	Zvýšení zručnosti a kvalifikace operátorů a údržbářů	<ul style="list-style-type: none"> • Tréninky TPM • Základní části zařízení a jejich vliv na parametry procesu • Techniky prediktivní údržby • Diagnostika • Údržbářské dovednosti • Řešení problémů a moderování workshopů • Zlepšování procesů • SMED • Nástroje kvality 	<ul style="list-style-type: none"> • Operátoři • údržbáři
<i>Program plánování pro nová zařízení a díly</i>	Vyšší spolehlivost zařízení, lepší udržovatelnost zařízení, štíhlá zařízení, stabilní provoz zařízení po instalaci	<ul style="list-style-type: none"> • Katalog požadavků pro konstrukci štíhlých strojů • Sběr a analýza zkušeností od obsluhy a údržby • Sledování nákladů na životní cyklus zařízení • FMEA/DMEA analýza • Předpokládání možných problémů a návrh diagnostiky • Návrh zařízení s novou technologií • Technické specifikace na nové stroje a náhradní díly • Spolupráce údržby při plánování investic na nová zařízení a jejich uvedení do provozu 	<ul style="list-style-type: none"> • Technická příprava výroby • Údržba • Investiční plánování • Kontrola • Výrobní management

2.1 Samostatná údržba strojů a zařízení

Pokud se inspekční prohlídky a preventivní údržba z velké části ponechá pouze specialistům na údržbu a jiných pracovníkům údržby, mohou zcela jistě nastat problémy. Proto se nabízí řešení, jak tyto činnosti z části přenést na výrobní provozy, potažmo operátory, tak je činnost operátorů rozšířena o čištění, seřizování, mazání, kontroly přesnosti a také některé jednoduché rutinní aktivity. Hlavním významem je spojit činnosti údržby a výrobních dělníků ke společnému cíli. Jedná se zejména o stabilizování a zvyšování úrovně efektivního využívání strojů a snahu omezit zhoršování stavu strojů. Činnost obsluhy se proto rozšiřuje o rutinní operace prováděné právě pracovníky údržby. Důležitou součástí rozšíření rámce činností obsluhy je, aby se obsluha naučila více o daném zařízení, se kterým přichází denně do styku, jaké problémy se nejčastěji vyskytují a jejich příčina a hlavně jak těmto problémům předcházet (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 110-111).

Mašín a Vytlačil (2000, s. 111-113) se společně s Legátem (2013, s. 147) shodují na tom, které činnosti provázejí správné fungování autonomní údržby. Zavedením TPM se tyto

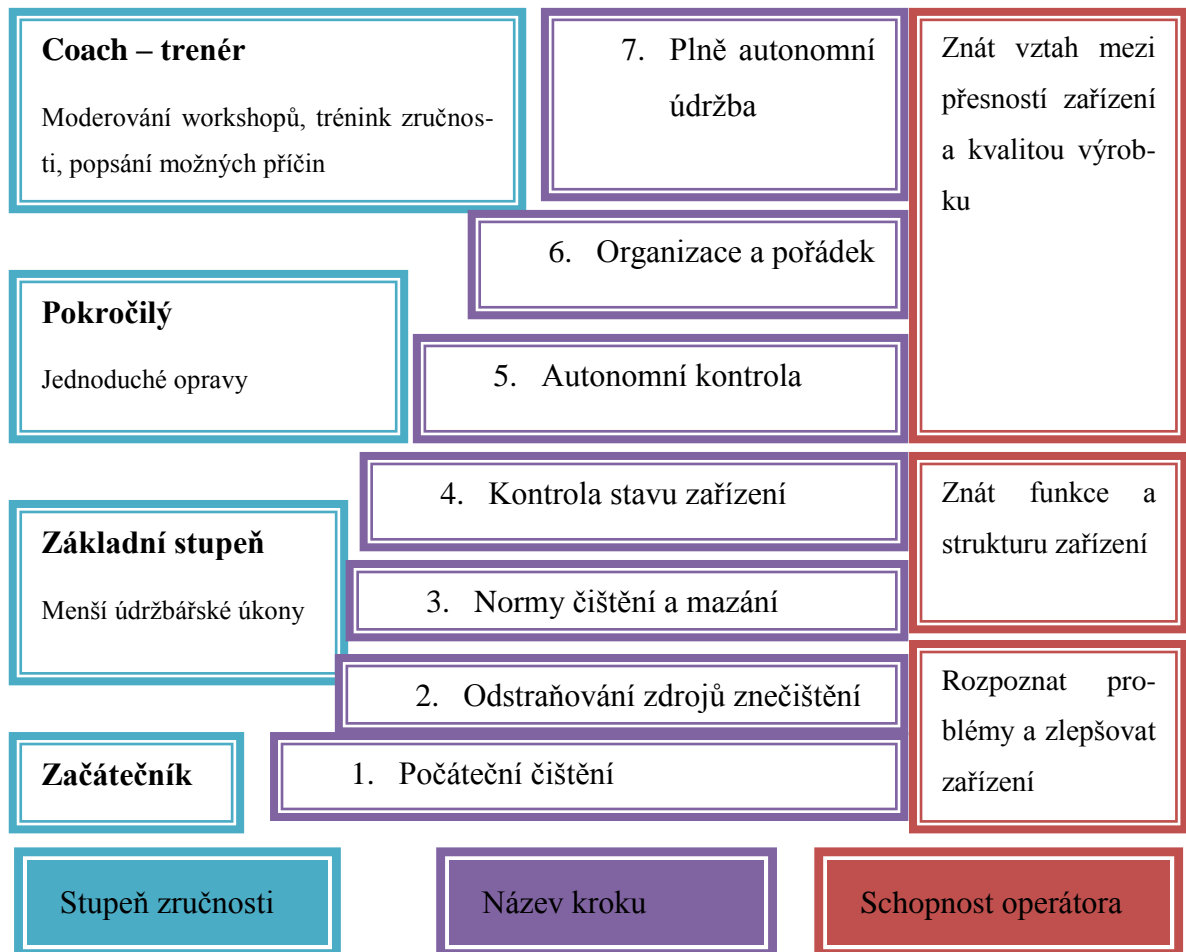
činnosti automaticky přenáší na obsluhu stroje, protože některé z těchto činností dříve běžné prováděla údržba. Údržbě však nadále zůstávají ostatní úlohy, komplikovanější aktivity, vyžadující speciální kvalifikaci. Výhodou přenesení těchto kroků na obsluhu stroje je, že mnohdy obsluha daného stroje zná zařízení lépe a může tak využít svých zkušeností z výroby. Operátor, který je obsluhou stroje, tak získává cit pro odhalování abnormalit na stroji a dokáže možnou poruchu odhalit s určitým předstihem. Výsledkem je pak výrazné snížení neplánovaných oprav a s nimi souvisejících prostojů.

Zavedení plně autonomní údržby provází postupných sedm kroků. V prvním kroku (počáteční čištění), druhém (odstraňování zdrojů znečištění) a třetím (normy čištění a mazání) je snahou zabezpečit základní podmínky pro fungování stroje, které jsou důležité pro zavedení autonomní údržby. Zejména se jedná o zlepšení pracovního prostředí a důsledné provádění čištění, mazání a utahování povolených částí apod. Zajištění těchto kroků je základním kamenem pro zavádění autonomní údržby. Čtvrtý krok (kontrola stavu zařízení, příprava na autonomní prohlídky) a pátý krok (autonomní kontrola, prohlídky) obsahují činnosti, které jsou součástí základních prohlídek a z nich vycházejících opatření. Zásadní je pro tyto kroky:

- stanovit standardy,
- pohled a cit pracovníků na abnormality chodu stroje,
- prohloubit a podpořit znalosti pro provádění daných údržbářských zásahů na strojích.

Šestý krok (organizace a pořádek) a sedmý krok (plně autonomní údržby, rozvoj autonomní údržby) jsou zkušenosti a znalosti operátorů v péči o stroj základem pro zlepšovací aktivity. Tyto aktivity se týkají celého pracovního okolí. Obsluha strojů je ztotožněna s podnikovými cíli a snaží se o dosažení a udržení bezztrátovosti na svém pracovišti, díky zavedené autonomní údržbě (Legát, 2013, s. 147-148).

Na obrázku č. 2 jsou znázorněny jednotlivé kroky autonomní údržby.



Obrázek 2 Sedm kroků autonomní údržby (Legát, 2013, s. 147)

Z těchto činností vychází potenciál samostatné údržby z pohledu průmyslového inženýrství zejména proto, že operátor je schopen rozpoznat abnormality chodu stroje a je pro něj snazší zabránit následným poruchám a problémům s kvalitou výrobků. Důležitost přenesení určitých činností z údržby na obsluhu se zvyšuje současným zvyšováním požadavků na odbornost a kapacitu údržbářů při všeobecném nárůstu složitosti strojů (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111-113).

Cílem autonomní údržby je tedy spojit pracovníky výroby a údržby pro zvýšení úrovně efektivního využívání strojů a zařízení a zabránění tak zhoršování stavu strojů. Proto je program autonomní údržby je zaváděn tak, aby se obsluha naučila více o funkčnosti daného zařízení, na kterém pracuje, s jakými problémy se toto zařízení nejčastěji potýká a jak nejlépe těmto problémům předcházet. Zavedení TPM tak efektivně připraví operátory na podílení se na celkovém zlepšování celkové efektivnosti a spolehlivosti strojů. Učí tak obsluhu porozumět svému stroji (Legát, 2000, s. 148). K efektivnímu dosažení kroků týkají-

cích se čistého a standardizovaného pracoviště slouží metoda 5S, která aplikaci TPM nedílně doprovází

2.1.1 Metoda 5S

Metoda 5S je již běžně používána při rozvoji samostatné údržby v organizacích. Název 5S znamená pět základních principů k dosažení čistého, organizovaného a přehledného pracoviště. Názvy těchto aktivit začínají v japonštině na písmeno „s“, proto název 5S. Metoda má za úkol řešit znečištění na pracovištích, nepořádek, přebytečné věci, skryté abnormality na strojích, omezení hledání náradí, nezáměr pracovníků o pořádek a také zákaznický pohled na podnik (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 114, McCarthy, 2004, s. 34-35).

Cílem 5S je hlavně změnit vztah zaměstnanců ke svým pracovištím a strojům, vytvořit vizuálně řízené a organizované pracoviště, ovlivnit a zaujmout zákazníka a budovat spolehlivý podnik. Tato metoda je proto jednou z klíčových podpor k fungování TPM. Průběh metody podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 115-119) a McCarthyho (, 2000s. 68) vyjadřují následující kroky:

- **SEIRI** (úklid, odstranění nepotřebných předmětů): V každém podniku lze nalézt spoustu zbytečných věcí jako jsou nekvalitní výrobky, mrtvé zásoby, odepsaný materiál, nepotřebné nářadí, nepotřebné náhradní díly apod. Cílem prvního kroku je všechno zbytečné, co není potřebné pro současnou výrobu. Pracoviště je nutné zbavit přebytečných věcí, nebo je označit, aby bylo jasné vidět, které věci je potřeba odstranit, či zabezpečit jejich využití v rámci jiného týmu nebo provozu.
- **SEITON** (vizualizovat a eliminovat hledání): Po odstranění přebytečných věcí se pracoviště kompletně vyčistí. Místo pro stroj, jednotlivé nářadí a náhradní díly se řádně označí (včetně zdánlivě nevýznamných pomůcek). Layout pracoviště se konzultuje s obsluhou i údržbou. Je vhodné využít třech základních otázek – Kde? Co? Kolik?
- **SEITON** (Stálé čištění, zvýraznění abnormalit): Cílem je pracoviště zbavit nečistoty a hlavně pracoviště udržovat čisté. Vzniká standard určující, co a jak často se má čistit za pomoci vhodných pomůcek. Pokud se při čištění objeví abnormality je nutné je označit. Čištění by mělo být efektivní, s pravidelnými intervaly.

- **SEIKETSU** (standardizace): Základem tohoto kroku je řídit se třemi NE, které jsou zaměřeny na zbytečné věci, nepořádek a špínu. Jedná se o nejdůležitější krok celé metody 5S, protože má největší dosah. Je výhodné spolupracovat se zaměstnanci, kterých se bude následná standardizace týkat. Musí jim být jasné kdo a jakou část údržby má na starost. Využití maximální míry obrázků a fotografií zjednoduší standardizaci.
- **SHITSUKE** (dodržování standardů): Posledním krokem je plnění standardů a pravidel. Dodržování disciplíny je zejména otázkou postoje lidí k celému problému. K dobrému výcviku patří konstruktivní kritika. Je možné využívat kontrolní listy a seznamy pro kontrolu a identifikaci odchylek. Využívání auditů, fotografií před a po, prezentací a videoprogramů povede ke zjištění úrovně dodržování standardů.

Existuje několik nástrojů a technik, které slouží ke snadnějšímu udržení a řízení metody 5S. Mezi tyto metody patří zejména:

- **Slogany**: největší účinnost mají, pokud jsou navrženy samotnými zaměstnanci, kteří se podílí na zavádění 5S. Mohou mít podobu nálepek, vlaječek, či plakátů
- **Fotografie a příklady 5S**: zde platí rčení, že „obrázek je více než tisíc slov“. Fotografie mohou znázorňovat stav před a po zavedení metody.
- **Mapy 5S**: mapy mohou být použity i pro zlepšování a být vyvěšeny poblíž nástěnky se zlepšovacími návrhy.
- **Příručky 5S**: příručka by měla obsahovat definice a popisy pilířů 5S a její formát byl dostatečně malý, aby se operátorovi vlezl např. do kapsy.
- **Prohlídky oddělení 5S**: pokud jeden výrobní tým, či pracoviště úspěšně zavedlo 5S, je vhodné jej použít jako modelový příklad pro ostatní týmy (5S pro operátory, 2009, s.95-96).

2.2 Plánovaná údržba strojů a zařízení

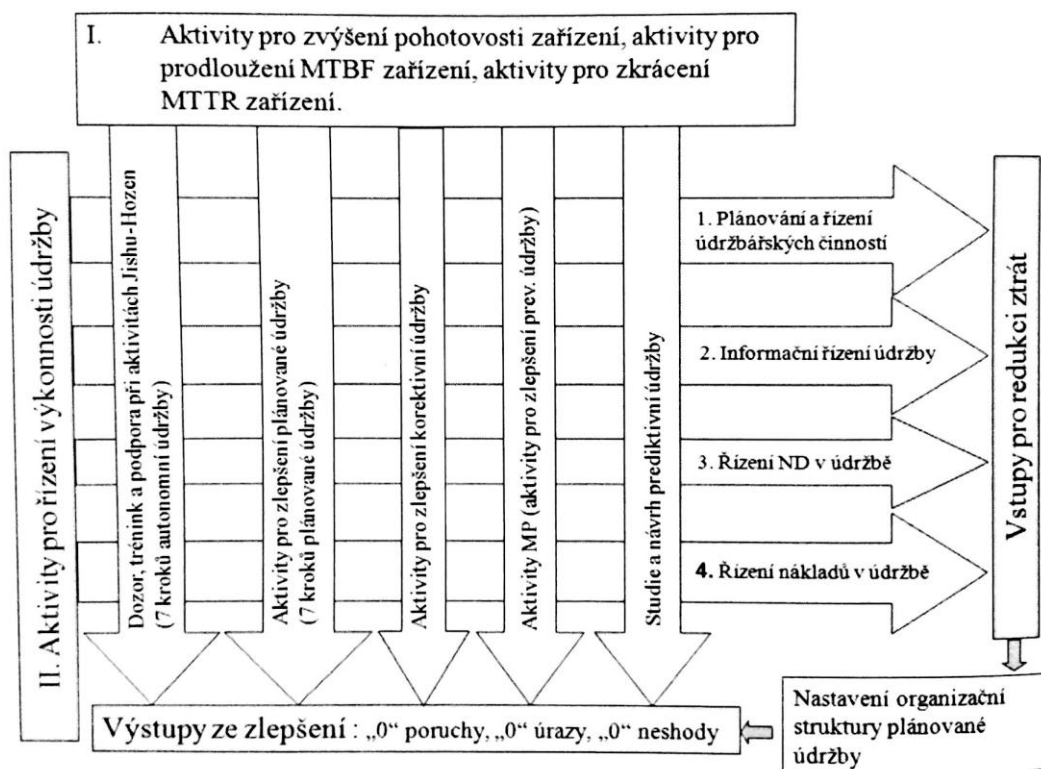
Další nedílnou součástí TPM je plánovaná údržba. Podle příručky managementu jakosti v německém automobilovém průmyslu VDA 6.1 patří do plánované údržby „všechny ošetřovací, inspekční a údržbové práce na výrobním zařízení, určené k zábraně nepředvídatelného výpadku stroje nebo odchylce procesu. Plán takové údržby pak obsahuje potřebné práce včetně preventivních v čase a objemu pro všechna strojní zařízení včetně nástrojů, přípravků, počítačů, ale i software“. Princip plánování údržby je v průmyslových podnicích

využíván již několik desetiletí. Mnoho podniků však neprovádí plánovanou preventivní a prediktivní údržbu na správné úrovni. Důvodem může být to, že tyto druhy údržby provádí stejný útvar, který má za úkol odstraňovat poruchy a nevěnuje predikci a prevenci dostatečnou pozornost. Opravy mají většinou přednost, přestože plánování údržby je neméně důležité pro normální chod strojů. Hlavním cílem je, aby bylo splněno to, co bylo naplánováno.

Podle Institutu průmyslového inženýrství se plánovaná prevence rozlišuje na:

- Plánovanou rutinní prevenci prováděnou operátory (často opakované aktivity - čištění, mazání a základní inspekce).
- Plánovanou pokročilou prevenci prováděnou údržbáři, která vyžaduje využití pomůcek a přístrojů, demontáž, diagnostiku, analýzy a testování (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 163-164).

Koncept plánované údržby je zaměřený na vytvoření efektivního systému plánovaných údržbářských činností, které mají za úkol zajistit stabilní výrobní proces. Koncept plánované a preventivní údržby zobrazuje následující obrázek.



Obrázek 3 Koncept plánované a preventivní údržby (Legát, 2013, s. 148)

Cílem preventivní údržby je přesun údržbářských kapacit na činnosti, které směřují k co nejlepšímu zabezpečení proti poruchám. Součástí jsou prohlídky, revize, kontroly, plánované obnovy, výměny a diagnostika. Charakterem preventivní údržby je jednotný systém plánování a tvorba zásobníku práce, denní a týdenní reporty, zaznamenávání a následná analýza nákladů na jednotlivé stroje. Výsledkem za obětovanou zvýšenou organizační a administrativní náročnost je plynulejší výroba, pohotovost strojů, eliminování následků poruch a jejich vlivu na kvalitu produkce a bezpečnost práce a zejména snížení nákladů na opravy a udržování strojů a zařízení (Legát, 2013, s. 148-149) (Červenka, 2001).

2.3 Hodnocení celkové efektivity strojů a zařízení

Hodnocení celkové efektivity strojů a zařízení je možné zjistit pomocí veličiny celková efektivity zařízení (dále jen CEZ), jinak také Overall Equipment Effectiveness (OEE). CEZ je funkcí ztrát, které způsobují ztráty ve výkonu z důsledku snížení rychlosti výroby, ztráty z poruch, seřizovacími časy a také nekvalitní produkcí (Legát, 2013, s. 145).

Tato veličina nezobrazuje jen to, na jaké úrovni daný podnik využívá stroje a zařízení z hlediska provozních a ztrátových časů, ale poukazuje i na správné používání pracovních metod (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 85).

Výpočet samotného CEZ však nemusí mít pro podnik vždy tu správnou výpovědnou hodnotu. Metodiku výpočtu provází několik problémů, které jsou rozebrány v následující kapitole.

2.3.1 Možné problémy s výpočtem CEZ

Některé firmy vykazují co nejvyšší hodnotu ukazatele efektivity nebo produktivity stroje, protože ve vzorci pro výpočet použijí čas provozu zkrácený o plánované přestavby, opravy, technologicky nutné ztráty a jiné ztráty. Výsledek je výhodný pro management a akcionáře, ale podnik se připravuje o možnost skutečně redukovat časové ztráty, dokonce může vzniknout iluze přetížení stroje.

Je důležité, aby metodika výpočtu CEZ byla sestavena přesně podle plánovaných cílů podniku. Dále by měla být jednoduchá, přehledná a rychle vypočitatelná.

Koeficient CEZ by zpravidla neměl sloužit pouze pro dokladování při auditech, nebo jako manažerská rutina. Sběr, vyhodnocování, vizualizace a následná opatření pro zvyšování CEZ by měla být řízena procesem s cílem neustálého zvyšování produktivity.

Problematický může být sběr dat pro výpočet CEZ. Obsluha strojů může mít obavy z výsledků a pracovat při snížené rychlosti, nebo naopak zvýšené, údržba zase zatajuje, že dostat se na místo opravy a samotná oprava trvá příliš dlouho (Košturiak a Frolík, 2006, s. 97-98).

2.3.2 Výpočet CEZ

Míra využití stroje je v podstatě tzv. dostupnost. Při zvyšování produktivity se nelze zaměřit pouze na poruchy ovlivňující dostupnost, ale mělo by se zabývat dalšími faktory, kterými jsou:

- míra dostupnosti (Availability),
- míra výkonu (Exercise),
- a míra kvality (Quality).

Tyto faktory také tvoří ve svém součinu vzorec pro výpočet CEZ

Míra dostupnosti vyjadřuje kolik procent doby stroj skutečně běží, když jej potřebujeme pro plánovanou výrobu. Vypočte se pomocí zlomku, kde se v čitateli se odečtou prostoje od celkového disponibilního času stroje. Prostoje potom představují čas, kdy stroj neprodukoval výrobky, nebo z nějakého důvodu nebyl v chodu. Mezi zmíněné prostoje patří plánované a neplánované opravy, údržba, přestávky, seřizovací čas, nedostatek materiálu a pracovníků a další neplánované prostoje. Ve jmenovateli je celkový disponibilní čas stroje.

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

Míra výkonu je ovlivněn zejména ztrátami rychlosti. Tvoří ho rozdíl mezi skutečnou rychlostí stroje, při které jsou produkovány výrobky a rychlostí projektovanou nebo plánovanou. Další ztrátou jsou odchylky a přerušení, které jsou důvodem nestálého chodu stroje. Parametr míra výkonu stroje se vypočítá jako poměr mezi časem, kdy stroj skutečně běžel a časem plánovaným k produkci skutečně vyrobeného počtu výrobků jednoho druhu. V čitateli je počet vyrobených kusů jednoho druhu, který se násobí cyklem pro výrobu jednoho kusu. Cyklus se určuje např. výrobcem stroje, nebo oddělením průmyslového inženýrství v podniku. Jmenovatel je dán již při výpočtu parametru dostupnosti.

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

Míra kvality je poslední nutnou veličinou pro zjištění CEZ. Míra kvality zachycuje stupeň kvality vyráběné produkce. Ztrátou je v tomto případě zejména čas, který provázal výrobu nekvalitního výrobku. Míra se vypočítá jako poměr mezi kvalitními výrobky a celkovým počtem vyrobené produkce daného druhu. V čitateli zlomku jsou odečteny výrobky vyrobené na stroji jako nekvalitní od celkového počtu výrobků. Ve jmenovateli je celkový počet výrobků daného druhu.

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

Celková efektivnost zařízení se poté vypočítá jakou součin všech tří parametrů: dostupnosti, výkonu a kvality.

$$\text{CEZ (OEE)} = A \times E \times Q$$

Pro zvýšení výkonnosti a produktivity podniku je zásadní parametr dostupnosti. Zejména se jedná o strategické, úzkoprofilové stroje. Je vhodné si stanovit cíle a akční plány pro zvýšení tohoto parametru, což by se mělo na výsledcích projevit do 6 měsíců od úspěšného zavedení TPM (Legát, 2013, s. 145-146) (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84-89). Pro možné zvýšení daného parametru je důležité se zejména zabývat ztrátami snižující efektivnost zařízení.

2.3.3 Ztráty snižující výkonnost a ztráty snižující efektivnost zařízení

Jedním z hlavních důvodů vzniku TPM jsou ztráty zatěžující provoz a výkon strojů, které vznikají díky způsobu výroby, provozování i údržby zařízení a jednak na základě lidských chyb. Cílem údržby je technického zařízení je tyto ztráty omezit, nebo se jich úplně zbavit, pokud je to možné. Důležité je proto tyto ztráty analyzovat (Mašín a Vytlačil, 2000, 184-185).

Celý výrobní systém je tedy tvořen výrobními a pomocnými prostředky a výrobními silami, které jsou propojeny materiálovým a informačním tokem. Ztráty rozdělujeme na ty, které vznikají při provozu a způsobu údržby daného zařízení. Právě tyto ztráty ovlivňují CEZ.

Dalším druhem jsou ztráty způsobené lidskou chybou, které snižují výkonnost a mezi které patří:

- nedostatečné řízení,
- ztráty nečinnosti,

- ztráty organizací práce,
- ztráty z neautomatizace,
- ztráty z opatření a nastavení.

Ztráty, které naopak ovlivňují efektivnost zařízení lze rozdělit do těchto 8 kategorií:

- přestávky,
- plánovaná zastavení,
- porucha zařízení
- seřízení a nastavení
- výměna nástrojů,
- ztráty rozběhem,
- krátká zastavení a běh naprázdno,
- ztráty rychlosti
- ztráty nekvalitou a opravou,
- ztráty z dodaného materiálu
- ztráty tvarem a nástrojem (Legát, s. 140-145, 2013).

Pro zlepšování hodnoty CEZ a celkové zvyšování produktivity, při současném snižování nákladů je nutné se zabývat analýzou ztrát, která slouží jako základ pro jejich eliminaci.

2.4 Analýza ztrát

Pro efektivní omezování výskytu poruch je důležité systematicky a detailně analyzovat vzniklé ztráty. Analýza ztrát je základní prvek pro zavádění programu TPM. Institut průmyslového inženýrství uvádí několik nástrojů TPM v oblasti analýzy ztrát, které slouží k systematické eliminaci chronických defektů, které se nejčastěji objevují ve výrobě. Mezi tyto nástroje patří:

- Analýza CEZ a určování úzkých míst
- Paretova analýza
- Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram) (Mašín, 1996, s. 94).

2.4.1 Analýza CEZ a určování úzkých míst

Parametr CEZ je standardem při analýze ztrát při zavádění TPM. Zjišťování a analyzování CEZ by mělo být pravidelné, aby bylo vhodným nástrojem pro odhalování a odstraňování defektů v rámci kvality výroby a provozování strojů a zařízení.

Analýza CEZ slouží pro následné aktivity v oblasti zlepšování stavu strojů, protože jeho pomocí se identifikují úzká místa ve výrobním systému. Výsledky analýzy jsou také podkladem pro další metody (rychlé změny, zkracování cyklu apod.) (Mašín, 1996, s. 95).

2.4.2 Paretova analýza

Paretova analýza slouží pro identifikaci prioritních problémů, z důvodu nemožnosti řešit všechny problémy ve stejnou dobu. Řešení vyjadřuje relativní význam jednotlivých položek (příčiny poruch, zdroje nekvality). V paretově pravidle figuruje fakt, že 20 % příčin má 80 % následků. Tato nelineární závislost se projevuje ve většině aspektů lidské činnosti a právě tak i ve výrobě.

Na základě identifikace nevlivnějších faktorů, je poté vhodné na ně zaměřit svou pozornost, než na celé spektrum problémů, protože odstranění nejvýznamnějších příčin může radikálně zvýšit produktivitu, jakost a zisk podniku (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 96 – 97, Zikmund, 2011).

Paretova analýza je založena na sloupkovém diagramu, vytvořeného na základě dat z datových nebo frekvenčních tabulek, údajích o jakosti, nákladech, provozuschopnosti stroje a dalších zdrojích. Paretův diagram je sestaven pomocí dvou svislých os, kde na levé jsou absolutní četnosti a na pravé relativní.

Paretova analýza pracuje i s faktory jako je čas a náklady. Používá se zde statisticky vážený průměr, který definuje četnosti výskytu. Paretův diagram má následující přínosy:

- Identifikuje nejzávažnější příčiny problému
- Efektivně znázorní přínosy zlepšování celého procesu a zvyšování CEZ
- Poskytne efektivní motiv těm zaměstnancům, kteří mají nápad na zlepšení současného procesu, ale chybí jim argumenty (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 97).

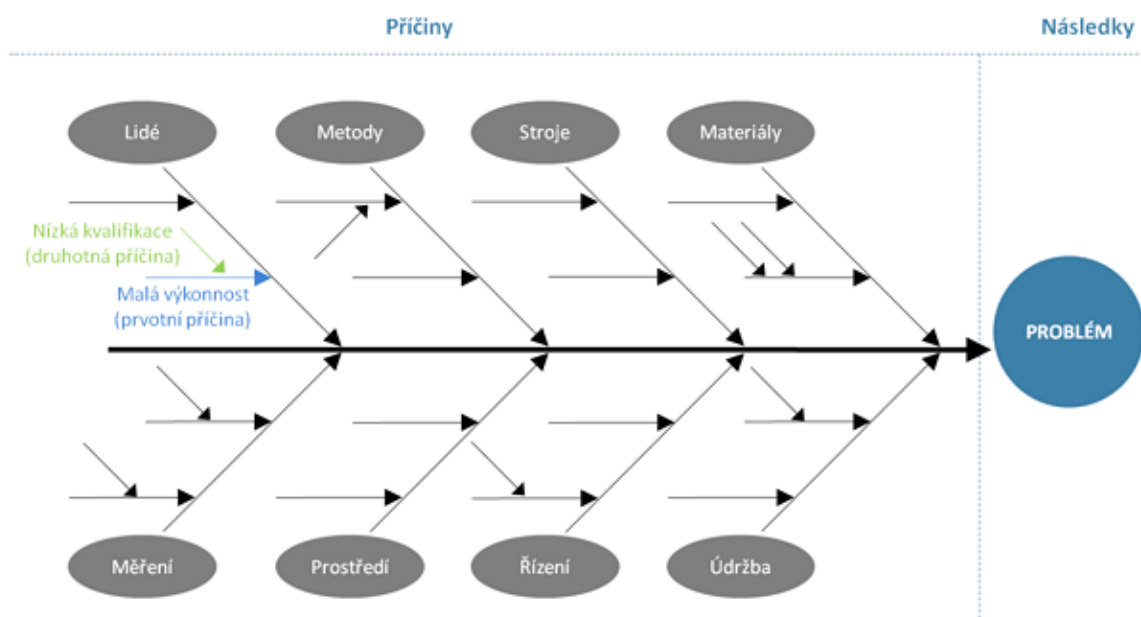
2.4.3 Diagram příčin a následků

Diagram příčin a následků, známý také jako Ishikawův diagram, nebo diagram rybí kosti, je jednoduchá analytická pomůcka pro identifikaci příčin a následků vzniklých poruch a závad.

Princip diagramu vychází ze skutečnosti, že každá následek (problém) má příslušnou příčinu, nebo několik příčin. Cílem tedy je identifikace nejpravděpodobnější příčiny daného problému. V praxi jej lze využít při hledání příčin nekvality, nebo v oblasti rizik a řešení problémů. Používá se při týmových technikách, jako např. brainstorming (managementmania.com, 2013).

Postup tvorby Ishikawova diagramu je následující:

- Sestavit tým, odborně zaměřený na daný problém
- Na tabuli napsat problém a nakreslit páteř ryby s větvemi, značícími obecné oblasti příčin (materiál, procesy, metody, měření, stroje, lidé, řízení, údržba a prostředí)
- Využitím brainstormingu identifikovat možné příčiny a připojit je k obecným oblastem
- Členové týmu ohodnotí jednotlivé příčiny váhovým koeficientem
- Analýza příčin s nejvyšším koeficientem
- Využití paretovy analýzy definuje pořadí zjištěných příčin podle jejich důležitosti
- Definice aktivit pro odstranění příčin (Střelec, 2012) .



Obrázek 4 Ishikawův diagram (managementmania.com, 2013)

3 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V prvním bodu teoretické části byla řešena produktivita a údržba z pohledu průmyslového inženýra. Byla zde popsána podstata průmyslového inženýrství a jeho zaměření právě na produktivitu a údržbu. Kapitola vysvětlila souvislost produktivity s údržbou a důležitost zabývat se jejich analýzou.

Druhá kapitola se zabývala totálně produktivní údržbou. V první části byla uvedena její definice a důvody, proč by se měl podnik s jejím zaváděním zabývat. Kapitola dále rozvedla jednotlivé prvky TPM. Prvním bodem byla samostatná údržba. V rámci tohoto bodu byla představena metoda 5S, úzce související se zaváděním samostatné údržby. Na samostatnou údržbu navazovala, stejně důležitá, plánovaná údržba.

Hodnocení celkové efektivnosti strojů a zařízení bylo tématem dalšího prvku TPM, jako základ pro řešení úspěšné analýzy údržby a provozu strojů. Kapitola řešila možné problémy s výpočtem CEZ a jeho samotný výpočet. S řešením CEZ souviselo definování ztrát snižující výkonnost a ztrát snižující efektivnost zařízení.

Nezbytnou součástí se zabývala poslední část teoretické části, a to analýzou ztrát. V kapitole byly rozebrány jednotlivé metody, které pomohou průmyslovému inženýrovi analyzovat stávající situaci, aby byl schopen co nejefektivněji zavést TPM. První metodou byla analýza CEZ, která souvisela s určováním úzkých míst. Další metodou byla Paretova analýza a její využití. A poslední metodou byl diagram příčin a následků, tzv. Ishikawův diagram.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ÚVODNÍ ANALÝZA

Úvodní analýza se zabývá charakteristikou podniku z hlediska jeho zaměření a výrobního portfolia. Analýza se dále rozšiřuje o činnosti sledovaného výrobního týmu VT 2291 Horizontky H2.

Další částí analýzy je rozbor provozu vybraného obráběcího stroje WHN 13.8 CNC a zmíněného výrobního týmu. Tato analýza se týká zejména poruchovosti a ztrát. Analýza provozu je dále ověřena snímkem pracovního dne. Pomocí získaných údajů je analýza doplněna výpočtem CEZ (OEE).

Úvodní analýza také obsahuje úvodní audit, který bude zaměřen na pracoviště stroje WHN 13.8 CNC a údržbu prováděnou v rámci daného stroje.

4.1 Charakteristika společnosti

Společnost Unex a.s. je moderní firma, zakládající na jméně spolehlivého dodavatele odlitků a výkovků, svařenců a těžkých ocelových konstrukcí. Snaží se o udržení tradice kvalitního českého strojírenského průmyslu.

Identifikační údaje společnosti:

Obchodní firma:	UNEX a.s.
Právní forma:	Akciová společnost
Sídlo:	Uničov-Brníčko
Datum zápisu:	6. 5. 1992
Základní kapitál:	113 629 200 Kč (Obchodnirejstrik.cz, 2014)

4.1.1 Podnikové zásady

Se zvyšování požadavků zákazníků na jakost, dodací termíny, množství a přijatelnou cenu, se vedení snaží vést podnik maximálně orientovaný na zákazníka. Vedení však také nezapomíná na ochranu životního prostředí a zdraví při práci. Podnikové zásady by se daly shrnout potom takto:

- Vztahy se zákazníky – vedení se snaží vybudovat se zákazníky dlouhodobé a vzájemně výhodné vztahy, dodávat svou produkci v domluveném čase, množství a kvalitě a přijatelné ceně a ucházet se o zakázky čestným způsobem.

- Vztahy s dodavateli – snaha o budování dlouhodobých, vzájemně výhodných partnerských vztahů, související s prováděním transparentních výběrových řízení a neustálým tlakem na cenu, kvalitu, termíny a zvyšování vlastní spolehlivosti.
- Vztahy se zaměstnanci – důležitou součástí je podpora rozvoje zaměstnanců, rozšiřování kvalifikace a v neposlední řadě předcházení úrazům a poškození zdraví zaměstnanců.
- Životní prostředí – nedílnou součástí úspěšného podniku je snižování rizika znečištění vody, ovzduší a půdy možnými úniky znečišťujících látek, hospodárně využívat všechny druhy energií, důsledným tříděním odpadů snižovat riziko poškození životního prostředí a vytvářet bezpečné a zdravé neohrožující pracovní podmínky.
- Zlepšování – důležitou součástí je také zlepšování. Podnik se zaměřuje na neustálé zlepšování všech procesů, zvyšování produktivity práce a předcházení vzniku nekvality (unex.cz, 2014)

4.1.2 Historie společnosti

Uničovské strojírný byly jako státní podnik založeny v roce 1949. Během dalších 40ti let se podnik rozvíjel a vyráběl zemní a důlní stroje zejména pro potřeby severočeské uhelné pánve. Bylo zde vyrobeno přes sto obřích kolesových rýpadel za posledních čtyřicet let a mnohé z nich jsou dodnes v provozu. Dále podnik vyprodukoval desítky skládkových strojů a stovky kilometrů dopravníků a tisíce lopatových rýpadel.

V roce 1993 se ze státního podniku stala soukromá společnost pod novým názvem UNEX. "Bancroft Eastern Europe Fund" se stal novým majoritním akcionářem v roce 1998 a v roce 2003 byla uzavřena dohoda o prodeji celého akciového podílu manažerům společnosti. V roce 2005 se jediným akcionářem UNEXu stala společnost ARCADA Capital. Tentýž rok došlo k akvizici 100% akcií společnosti Moravské železárný – zápusťkové kovárny a slévárny komplementární s výrobou v Uničově. UNEX je tedy schopen dodat kompletní sortiment odlitků co se týče materiálu i velikosti.

Disponibilní kapacita je 31 000 odlitků ročně.

Díky nedostatku kapacit pro výrobu jeřábů, výložníků a svařovaných konstrukcí v mateřském závodě v Uničově se skupina UNEX rozrostla o akvizici klíčových aktiv areálu bývalé společnosti Vihorlat na východním Slovensku.

Skupina UNEX dnes disponuje výrobní kapacitou více než 250 000 m².

Během poslední deseti let UNEX investoval do modernizace technologií výroby přes 1 miliardu korun a stal se tak moderní strojírensko-metalurgickou společností světové úrovně (unex.cz, 2014).

4.1.3 Výrobní portfolio

UNEX a.s. zaujímá stabilní místo mezi dodavateli do celého světa v oblasti strojírenství a metalurgie. Mimo výroby v těchto oblastech, které rozvedu, se dále zabývá:

- Servisem velkostrojů – provádí opravy, generální opravy a rekonstrukcí příbuzných výrobků k vlastní produkci.
- Kompletace a montáže – zajišťuje komplexní dodávky svých výrobků, zejména pro oblast povrchového dobývání. Jedná se o montáže těžebních celků, ocelových mostních konstrukcí, konstrukcí hal a jeřábů. U výrobků, které nejsou doprovázeny následnou montáží, společnost poskytuje jejich kompletaci a u výrobků se složitějšími technologickými díly je prováděna i kontrolní montáž.
- Měření mobilním 3D měřícím zařízením přímo u zákazníka.
- Možnost využití volných výrobních kapacit strojírenských a metalurgických provozů. Podnik nabízí pro využití hrotové soustruhy, karusely, vodorovné vyvrtávačky, frézky, vrtačky, hoblovky, tryskače, žíhací a elektrické pece. Služba poskytuje také zajištění materiálu, přípravu detailů, svařování, tepelné zpracování, kompletní opracování, tryskání a lakování (unex.cz, 2014).

4.1.3.1 Výrobky v oblasti těžkého strojírenství

Na základě vlastní, nebo dodané dokumentace UNEX a.s. vyrábí několik skupin výrobků v oblasti těžkého strojírenství. Jedná se o výpalky podnik je schopen produkovat výpalky až o rozměrech 250 x 3500 x 14000 mm s hmotností až do 12,5 tun. Výpalky se pálí na kyslíkových a plazmových strojích, které obsahují plazmové úkosové hlavy. Proces produkce výpalků zahrnuje také tryskání, rovnání, ohýbání, zakružování, tepelné zpracování a ultrazvukové zkoušky.

Dalším typem výrobků jsou svařované díly. Ty jsou vyráběny na zakázku, nebo opakovaně. Jedná se zejména o ocelové svařence, výložníky, horní rámy, rámy podvozku s vahou od 500 až 50 000 kg. Všechny výrobky jsou následně opracovány a expedovány včetně povrchové úpravy. Svařence používají zejména výrobci stavebních a zemních strojů, lopatových rýpadel, mechanizační techniky nebo energetických zařízení.

Důležitou skupinou výrobků jsou ocelové konstrukce. UNEX se zabývá výrobou opracovaných a povrchově upravených svařovaných příhradových i skříňových konstrukcí do hmotnosti 80 tun, mezi které patří: základové rámy strojů a zařízení, silniční a železniční mosty, těžké svařence pro lisovací techniku, stacionární díly plynových turbín, rámy odstředivých kompresorů, rámy plynových turbín, přístavní jeřáby a jeřáby určené pro ropné plošiny. Při výrobě dochází k využití všech druhů oceli a je možné zde svařovat i vysokolegované austenitické oceli či barevné kovy včetně hliníku (unex.cz, 2014).

4.1.3.2 Výrobky v oblasti metalurgie

Slévárenská a kovárenská produkce je zajišťována dvěma slévárnami a jednou kovárnou v závodech v Uničově a Olomouci. Jsou zde vyráběny produkty od 50 gramů do 18 tun. Nejčastěji výrobky putují do automobilového a železničního průmyslu, těžkého strojírenství, energetiky, ale i vojenského průmyslu. Výrobní kapacitu tvoří cca 31 000 tun odlitků a cca 9 000 tun výkovků.

Výroba se dělí celkem do čtyř kategorií, z nichž první tvoří ocelové odlitky. Tyto výrobky jsou zejména z uhlíkové oceli, nízko, středně a vysokolegované oceli a manganové oceli. Jejich hmotnost je od 5 do 18 000 kg.

Dále jsou vyráběny odlitky z šedé a tvárné oceli. Hmotnost těchto odlitků se pohybuje od 0,05 do 3500 kg.

Poslední druhem v metalurgické produkci jsou zápustkové výkovky. Jejich hmotnost je od 2 do 25 kg (unex.cz, 2014).

4.2 Charakteristika činnosti výrobního provozu Těžká mechanika 22 a výrobního týmu 2291 Horizontky H2

Výrobní tým 2291, dále jen VT 2291 je součástí výrobních týmů výrobního provozu těžká mechanika 22, dále jen VP 22. VP 22 se nachází v centrální části uničovského závodu. VP 22 se specializuje na výrobu svařovaných dílů a ocelových konstrukcí. Výrobu provází také kompletní povrchové úpravy pomocí technologie tryskání a nanášení nátěrových hmot. Výrobky putují k odběratelům jakými například jsou: Siemens, Gargotec, Disa, GE, Inco, Dresser apod. Výrobní hala má rozměry cca 160 x 128 m a celková disponibilní plocha činí 13 278 m². Celková plocha je tvořena cca 75 % zámečnickými a svářečskými pracovišti a zbylých 25 % patří obrábění. Výrobní provoz 22 je tvořen 9 výrobními týmy.

Jedním z těchto týmů je výrobní tým VT 2291 Horizontky H2. Vyznačuje se zámečnickými a svářečskými pracovišti a také finální povrchovou úpravou produkce před její expedicí. VT 2291 disponuje deseti obráběcími stroji. Pracoviště jsou přizpůsobeny tak, aby byly schopné opracovávat obrobky o rozměrech až 2 500 x 800 cm. Manipulace s materiálem se provádí pomocí kolejových vozíků, mostových jeřábů s nosností 20 až 50 tun a sloupových jeřábů s nosností do 500 kg. Soupis strojů VT 2291 je uveden v následující tabulce.

Tabulka 3 Soupis strojů VT 2291 (Vlastní zpracování)

Název stroje	Inventární číslo	Rok výroby	Výrobce	Priorita stroje
W 160 HCNC	440823	2001	Škoda Plzeň	1
W 160 CNC	440702	1979	Škoda Plzeň	1
W 160 A - 1	440825	nezjištěno	Škoda Plzeň	2
W 160 A - 2	440587	1967	Škoda Plzeň	2
W 160 A - 3	440586	1967	Škoda Plzeň	2
W 160 HA	440585	1967	Škoda Plzeň	2
W 200 CNC	440475	1978	Škoda Plzeň	1
W 200 GNR	440669	1977	Škoda Plzeň	2
W 160 GNR	440692	1978	Škoda Plzeň	1
WHN 13.8 CNC	440815	1992	TOS Varnsdorf	1

4.2.1 Charakteristika stroje WHN 13.8 CNC

Předmětem praktické části diplomové práce je analýza údržby a provozu stroje WHN 13.8 CNC. Jedná se o vodorovnou křížovou vyvrtávačku s výsuvným pracovním vřetenem a otočným stolem. Technologické možnosti rozšiřuje použití vodící podpěry, licí desky, frézovacích přístrojů a zařízení pro chlazení nástrojů.

Stroj je vybaven souvislým CNC řídicím systémem, který umožňuje řízení 4 os – X, Y, W, Z – v polohové vazbě a osy C v rychlostní vazbě. Odměrování polohy lineární u souřadnic X, Y a Z je u výsuvu vřetena zajištěno rotačním snímačem od otáčení kuličkového šroubu. Úhlové polohování vřetena v ose C je sledováno také rotačním snímačem a vzájemná polohová vazba snímačů vřetena a posuvného šroubu umožňuje řezání závitů. Otáčky pracovního vřetena jsou rozděleny do dvou mechanických stupňů a ty jsou plynule měnitelné v celém rozmezí otáček, přičemž vřeteno je zafixované v jedné určité poloze. Náhon výsuvu pracovního vřetena a řízených souřadnic je odvozen od servopohonu přes řemenový a kuličkový převod. Stejným pohonem je vybaven náhon otočného stolu, u kterého je polohování zajištěno řídicím uzlem vlastní výroby a programovatelným automatem. Otočný stůl se ustavuje pomocí nárážkového zařízení a přesnost jeho polohovatelnosti lze kontrolovat optickým zařízením s možností ruční korekce. Nástroje jsou vkládány do

kuželové dutiny pracovního vřetena a jejich upnutí je automatické. Mazání jednotlivých skupin je zajištěno mazacím agregátem s dávkovači pro každé mazací místo. Samostatný agregát umístěný na výložníku stroje zabezpečuje mazání a chlazení vřeteníku, ve kterém je uloženo pracovní a duté vřeteno, náhon a řazení otáček. Je k němu přichycen hlavní motor pro náhon otáček vřetena. Hydroagregát zajišťuje přívod tlakového oleje pro zpevňování jednotlivých skupin a pro upínání nástrojů. Mazání probíhá v tzv. mazacích cyklech, jejichž vydatnost a četnost lze pro každou skupinu měnit. Vydatnost je dána počtem mazacích pulzů. Zvolenou skupinu stroje lze namazat ručním zásahem na ovládacím panelu v libovolném okamžiku. Ovládání stroje je soustředěno na přestavitelný ovládací panel, který je umístěn na vertikálně přestavitelné plošině pro obsluhu. Výrobce stroje je TOS Varnsdorf. A byl vyroben v roce 1992 (Unex, 2013).



Obrázek 5 Stroj WHN 13.8 CNC (Vlastní zpracování)

4.3 Analýza údržby ve společnosti Unex a.s.

Údržba hmotných aktiv podniku má zásadní vliv na výkonnost společnosti. Je to oblast, která má značný dopad na výrobní proces a tedy na tvorbu přidané hodnoty. Vliv konkurence na podnik se projevuje cíli, které jsou zaměřeny na produktivitu, snižování nákladů a zároveň zvyšování kvality.

4.3.1 Organizační začlenění

Za realizaci údržby v rámci celého závodu odpovídá Výrobní provoz Údržba, dále jen VP Údržba. V čele VP Údržba je vedoucí, který se zodpovídá přímo výrobnímu řediteli. VP Údržba se dále rozděluje na dva samostatné celky, které se dále rozpadají na menší oddělení. Organizační struktura se dělí následovně:

- Odborný útvar Údržba slévárny a strojírny
 - Údržba metalurgické provozny
 - Údržba VP 21 Slévárna Uničov
 - Údržba VP 26 Slévárna Olomouc
 - Údržba strojírenské provozny
 - VP 22 – Těžká mechanika 2
 - VP 23 – Těžká mechanika 3
 - Údržba VP 25 – NACCO a VP 29 – CPM
 - Odborný útvar Údržba, revize a náhradní díly (Unex, 2013).

4.3.2 Systémové zabezpečení údržby ve VP 22 Těžká mechanika 2

Údržba, potažmo její systémové zabezpečení je v rámci společnosti definováno směrnicí, která je nedílnou součástí interních dokumentů společnosti. Směrnice ve svém obsahu stanovuje všeobecné zásady pro realizaci správy a udržování strojů a zařízení spolu se stanovením postupu pro udržování, provozuschopnost a výrobní přesnosti tak, aby odpovídaly potřebám společnosti, které mají úzkou vazbu na požadavky zákazníka. Samotný systém, potažmo činnosti v rámci procesu, lze rozdělit na:

- Preventivní údržbu
 - Samostatnou údržbu
 - Plánovanou údržbu
- Neplánovanou údržbu (Unex, 2013)

a) Samostatná údržba

Samostatná údržba vyplývá ze základní povinnosti obsluhy, respektive operátora daného stroje a zařízení. Své opodstatnění má vyplývá z požadavků na BOZP. Samostatnou údržbu je možné také nazývat běžnou údržbou, která zahrnuje veškeré činnosti související s chodem daného stroje či zařízení. Aktivitý obsluhy tak zahrnují pravidelné denní čištění, prohlídky a kontroly. Po provedení povinných aktivit obsluha vyplní záznam o daných aktivitách a pokud byla zjištěna nějaká abnormalita, je operátor povinen neprodleně nahlásit abnormalitu vedoucímu pracovníkovi výrobního týmu.

Další povinností operátora je dodržovat pravidla týkající se BOZP. Operátor je povinen plnit povinnosti v oblasti BOZP na základě zákonných požadavků a požadavků upravených technologickými předpisy. Jedná se o činnosti spojené se seřizováním, čištěním a další každodenní údržbou strojů a zařízení. Stroje, které jsou náročnější na obsluhu a údržbu mají činnosti týkající se BOZP a údržby sepsány v pracovních pokynech, sestavených na míru danému stroji.

Pracovní pokyn definuje činnosti samostatné údržby z hlediska frekvence potřeby jednotlivých zásahů a definuje oblasti, kde se mají dané aktivity provádět. Součástí pracovních pokynů je mazací plán, popř. i jiné dokumenty související s daným strojem. Za zpracování těchto dokumentů je zodpovědný VP Údržba.

b) Plánovaná údržba

Plánovaná údržba zahrnuje veškeré činnosti, které odpovídají časovému intervalu více než jeden týden a jsou realizovány pracovníky údržby. Ve svém obsahu zahrnují:

- Preventivní prohlídky - jsou prováděny na základě plánu preventivních prohlídek a slouží pro zjištění skutečného stavu opotřebení a zejména pro zjištění abnormalit.
- Preventivní kontroly - obsahují základní činnosti obsažené v preventivních prohlídkách, spolu s měřením přesnosti strojů.
- Plánované opravy - jsou prováděny na základě plánu oprav, který je sestaven na základě výsledků z prováděných revizí, prohlídek a analýze poruchovosti. Plánované opravy jsou zaměřeny zejména na náročnější zákroky, zpravidla střední opravy (dochází k demontáži zařízení a kontrole jednotlivých částí stroje a k výměně olejových náplní) a generální opravy (rozsáhlé opravy, prováděné na základě důkladného vyhodnocení provozu zařízení)

c) Neplánovaná údržba

Neplánovaná údržba probíhá z důsledku odstranění poruch a havárií, na základě akutní potřeby. Neplánovanou údržbu tvoří veškeré neplánované aktivity pracovníků údržby spojené s haváriemi a poruchami strojů a zařízení (Unex, 2013).

4.3.3 Analýza činností údržby v rámci VT 2291 Horizontky H2

Analýza činnosti údržby proběhla na základě výkazu ze záznamů údržby od 1. 5. 2013 do 31. 10. 2013. Cílem analýzy bylo provést podíl jednotlivých činností a jejich náročnost v hodinách výrobního týmu 2291 se strojem WHN CNC 13.8 a rozebrat jednotlivé činnosti. Níže jsou uvedeny jednotlivé kategorie činností VP Údržba:

- Revize zařízení, náradí a spotřebičů (vč. spolupráce s revizním technikem).
- Preventivní údržba (zahrnuje denní kontrolu dle pokynů k údržbě, se záznamem do provozního deníku).
- Odstranění poruch a havárií (probíhá na zařízení nezpůsobilém provozu, se záznamem do provozního deníku).
- Plánované opravy na zařízení (jedná se o práci ve výrobním provozu, plánované akce, zahrnující doplňování provozních kapalin).
- Opravy zařízení a příslušenství.
- Práce na projektech (zahrnuje generální opravy, investiční akce, režijní projekty a přípravy projektů).
- Výroba ND, přípravků a ostatního příslušenství.
- Úklid a školení.

V rámci VP 22 Těžká mechanika bylo provedeno za sledované období provedeno 1960 činností, kterým odpovídalo 3757 hodin. V rámci VP 23 Těžká mechanika bylo provedeno 2209 činností, trvajících 4445 hodin. Procentuální podíl v rámci realizace činností je v obou výrobních provozech téměř srovnatelný, a to 47 % ku 53 % ve prospěch VP Těžká mechanika 23. Bližší srovnání obou provozů z hlediska jednotlivých prováděných kategorií uvádí příloha P I.

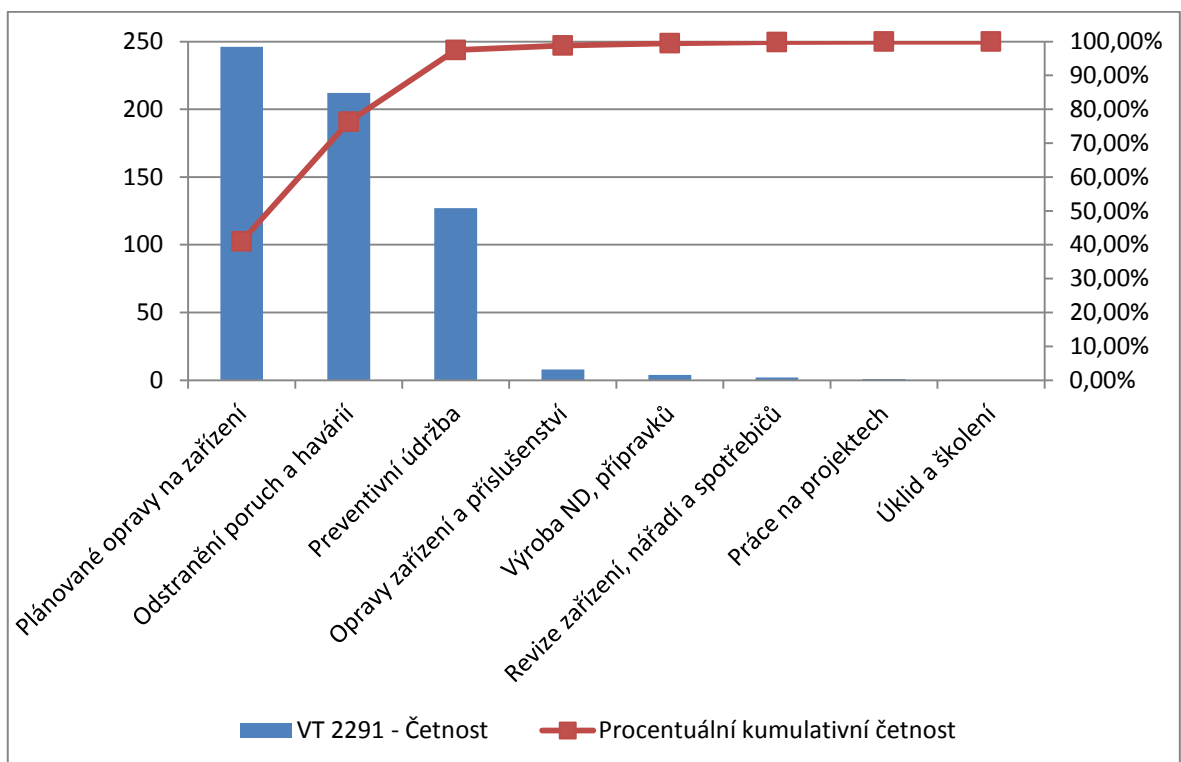
V rámci VT 2291 bylo realizováno celkem 600 údržbářských aktivit. Na celkovém počtu ve VP 22 se VT 2291 podílel 31%. Bližší srovnání jednotlivých výrobních týmů z hlediska počtů činností a jejich náročnosti uvádí příloha P III.

Samotné srovnání jednotlivých kategorií v rámci VT 2291 uvádí následující graf (Obrázek č. 6)

Největší podíl na celkovém počtu prováděných činností činily plánované opravy, jednalo se o 41 %. Jednalo se o 246 činností, které vyžadovaly 652 hodin práce VP Údržba. Tyto opravy byly naplánovány i s přibližným časovým rozsahem na základně plánu údržby. Plán oprav zahrnuje opravování poruch a abnormalit během běžného provozu výrobního týmu. Plánované opravy také zahrnují střední a generální opravy.

Odstranění poruch a havárií tvořilo druhou nejčastější aktivitu údržby. Jednalo se o neplánované činnosti, které zabraly celkem 35 % z celkových činností údržby. Tyto opravy bylo nutné provést celkem ve 212 případech za sledované období s celkovým počtem 652 hodin. Jedním z hlavních důvodů častého výskytu poruch bylo stáří strojového parku výrobního týmu.

Poměr nejvíce prováděných činností k celku znázorňuje Lorenzova křivka v níže uvedeném grafu Paretovy analýzy.



Obrázek 6 Paretova analýza četnosti prováděných údržbářských aktivit a jejich procentuální kumulativní četnost

Preventivní údržbě bylo věnováno 21,00 % celkového času. Údržba provedla celkem 127 zásahů v rámci preventivní údržby, které vyžadovaly 110,5 hodin práce. Ve srovnání

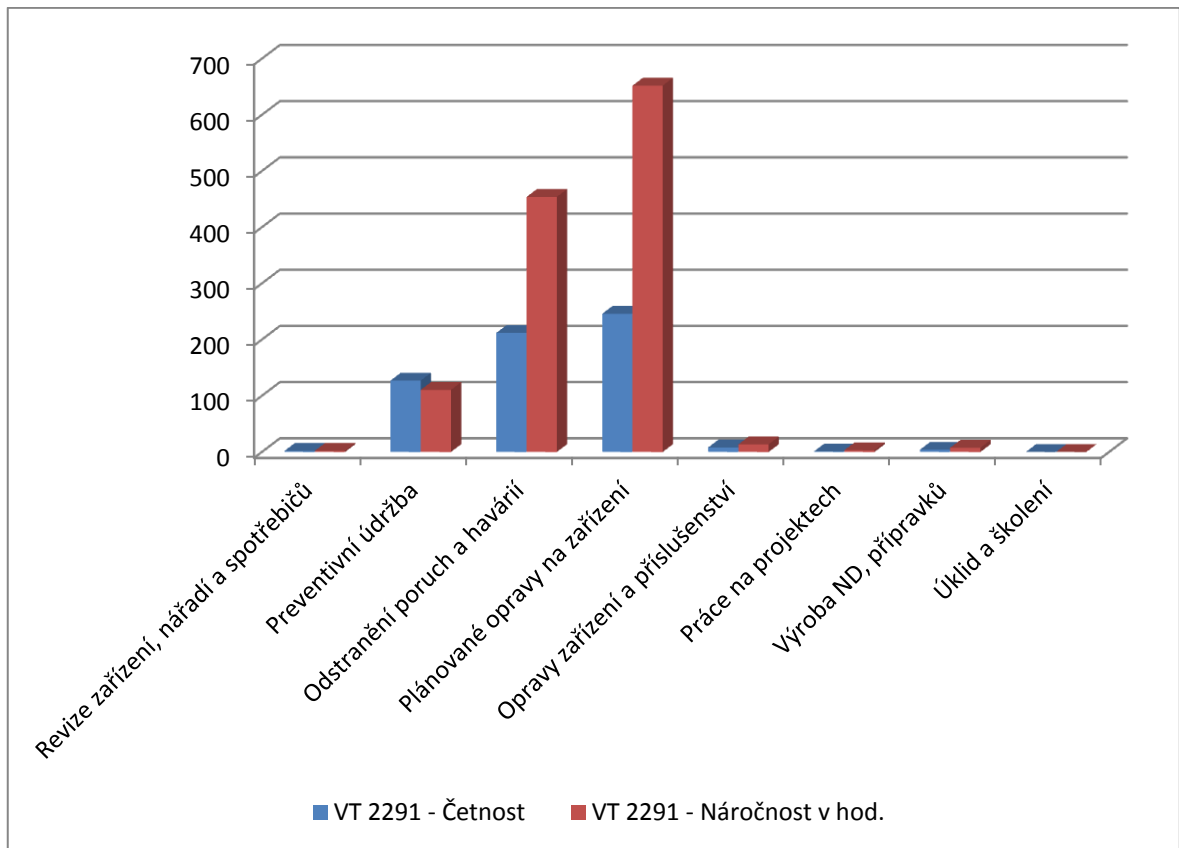
s ostatními výrobními týmy je ve VT 2291 preventivní údržba na nízké úrovni, avšak lze srovnat vliv preventivní údržby na počet poruch a havárií. Je však nutné konstatovat, že zbylé výrobní týmy disponují menším počtem strojů a zařízení. Poměr počtu hodin vložených do preventivní údržby k jedné hodině následných oprav poruch a havárií v jednotlivých měsících uvádí následující graf.

Měsíc	Preventivní údržba	Odstranění poruch a havárií	Počet hodin preventivní údržby na jednu hodinu oprav
květen	11,0	18,0	0,611
červen	27,5	113,5	0,242
červenec	29,5	106,0	0,278
srpen	22,0	105,5	0,209
září	14,5	83,5	0,174
říjen	6,0	27,5	0,218

Tabulka 4 Počet hodin preventivní údržby na jednu hodinu oprav (Vlastní zpracování)

Tabulka č. 5 poskytuje pohled na vývoj vlivu preventivní údržby na následné opravy. Velký výkyv je zaznamenán v květnu, kdy na hodinu opravy připadá 0,6 hodiny preventivní údržby. Poté má poměr klesavou tendenci, avšak při pohledu na skutečný počet hodin oprav je zřejmé, že k výraznému zlepšení nedochází. Výjimkou je říjen, kdy preventivní údržba, i náročnost na odstranění poruch je na nízké úrovni.

Činnosti jako opravy zařízení a příslušenství, práce na projektech a výroba ND byly zastoupeny v minimální míře.



Obrázek 7 Četnost a náročnost v hod. jednotlivých kategorií údržbářských aktivit ve VT 2291 (Vlastní zpracování)

4.4 Analýza provozu obráběcího stroje WHN 13.8 CNC

Detailnější analýza je provedena v rámci stroje WHN 13.8 CNC, protože zavádění TPM se týká pouze tohoto pracoviště. VT 2291, kde se daný stroj nachází, však disponuje příbuzným strojovým vybavením a je vhodné uvést srovnání s celkovým strojovým parkem výrobního týmu 2291.

Analýza v rámci stroje WHN 13.8 CNC se bude zabývat ztrátami ve výrobním procesu pro přesné vypočtení CEZ, dále samotným vypočtením CEZ, sledované hodnoty budou ověřeny snímkem pracovního dne obsluhy daného stroje a proběhne audit pracoviště, pro zjištění dodržování standardů 5S a úroveň pracoviště pro zavádění TPM.

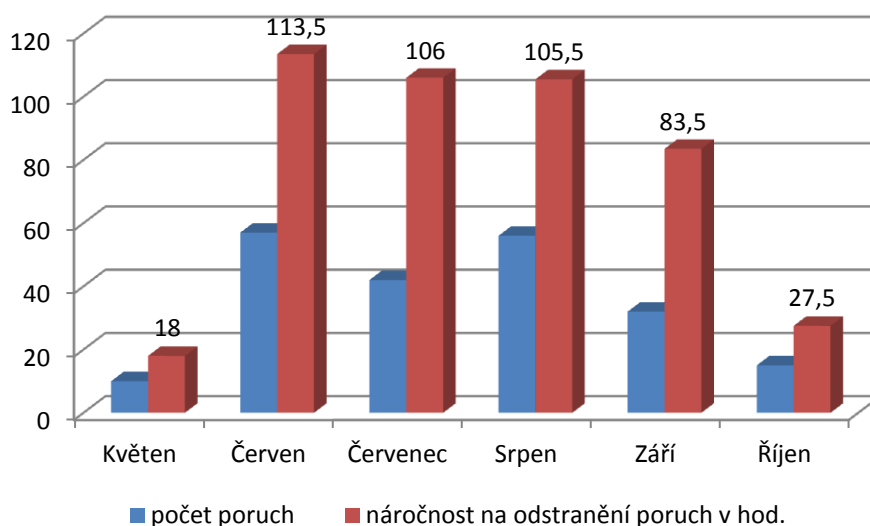
4.4.1 Analýza poruchovosti obráběcích strojů v rámci VT 2291

Pro provedení efektivní analýzy údržby v provozu je velmi důležitá analýza poruchovosti strojů. Sledování poruchovosti začíná u hlášení poruch. Pro samotné nahlášení byl vytvořen pracovní pokyn vycházející z interních dokumentů společnosti. Tento pokyn stanovuje

jasný postup pro obsluhujícího zaměstnance, vedoucího výrobního týmu nebo jiného vedoucího pracovníka, jak pokračovat při zjištění poruchy. Je důležité, aby byla porucha nahlášena neprodleně po jejím zjištění a byla předběžně definována. Porucha je nahlášena do systému typu Microsoft Access v terminálech nacházejících se mezi jednotlivými poli výrobní haly. Vzor pro nahlášení poruchy je uveden v příloze P II.

V následující analýze bylo provedeno sledování počtu poruch VT 2291 a jejich náročnosti na následné opravy. Analýza byla provedena za období od května do října 2013.

Z následujícího grafu je patrný vývoj poruch. Nejnižší počet poruch byl zaznamenán v květnu, následně prudce vzrostl v červnu a poté měl klesavou tendenci po zbytek sledovaného období. Náročnost oprav byla v každém měsíci přibližně souměrná a souhlasila tak s celkovým průměrem počtu hodin na jednu opravu, který činil 2 hodiny a 8 minut na jednu opravu.

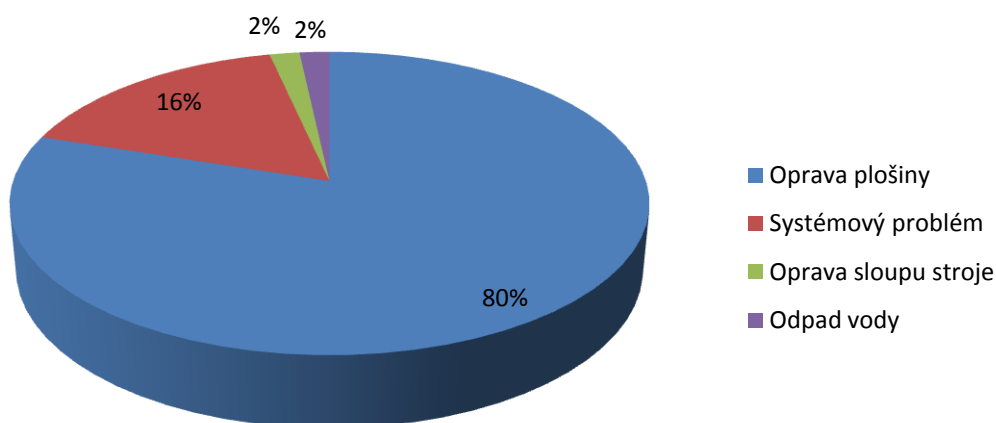


Obrázek 8 Vývoj počtu poruch a náročnosti na jejich odstranění ve VT 2291

Počet poruch i náročnost na jejich opravu v poměru sledovaného stroje WHN 13.8 CNC k poruchám za celý výrobní tým činily 4,5 % za sledované období.

Celkem proběhlo za sledované období celkem 25 oprav na daném zařízení. Jednalo se z 56 % o plánovanou opravu zařízení a z 44,0 % se jednalo o neplánované odstranění poruch na zařízení. Na zařízení neproběhla žádná preventivní údržba prováděná přímo pracovníci údržby. Srovnání s celkovou činností údržby ve výrobních provozech 22 a 23 jsou uvedeny v příloze P I. Ze srovnání poruch stroje WHN 13.8 CNC s VT 2291 je patrné, že struktura je velmi podobná. Pouze preventivní údržba u sledovaného stroje nebyla uskutečněna,

stejně jako revize zařízení, náradí a spotřebičů, opravy zařízení a příslušenství, výrobní náhradních dílů (dále jen ND) a přípravků, rovněž neproběhlo školení a úklid prováděný údržbou v rámci daného stroje. V následujícím grafu lze vyčíst podíl daného charakteru opravy na celkovém počtu oprav.



Obr. 1 Charakter oprav stroje WHN 13.8 CNC podle podílů na celkovém počtu oprav

Ve sledovaném období proběhlo 18 oprav plošiny, dalších 5 se týkalo poruch ovládacího systému stroje, jednou se opravoval sloup stroje a jednou odpad vody.

4.4.2 Analýza ztrát stroje WHN 13.8 CNC

Pro zvyšování produktivity a celkové využitelnosti zařízení je nutné správně analyzovat ztráty a zjistit jejich hlavní příčiny. V následující kapitole budou analyzovány ztráty stroje WHN 13.8 CNC na základě metod uvedených v teoretické části.

4.4.2.1 Analýza CEZ

Analýza celkové efektivnosti zařízení (CEZ/OEE) byla u daného stroje provedena na základě záznamových listů obsluhy od 8. 11. 2013 do 12. 12. 2013. Cílem bylo získat přehled jednotlivých činností z hlediska jejich časové náročnosti a vypočítat CEZ pomocí metodiky, která podnik využívá do současnosti pro výpočet CEZ.

Data byly zaznamenávány do předem připraveného formuláře pro obsluhu. Formulář byl rozdělen do pěti kategorií:

- Pracovní činnost
- Poruchy
- Preventivní údržba a opravy
- Jakost a vícepráce
- Ostatní.

Každá kategorie je rozdělena na další podkategorie. Zvláštní kategorií jsou ve formuláři přestávky, které jsou také potřebné pro výpočet CEZ.

Data do záznamových archů zapisovali sami operátoři. Nejmenší časovou jednotkou bylo 15 minut. Proto se časové hodnoty vyskytují s menšími odchylkami od skutečnosti. Data se po sledovaném období sečetla a výsledek CEZ je tak zprůměrován. Kdyby byl výpočet sledován každý den, hodnota CEZ by značně kolísala, zejména díky různorodé produkci. Tabulka kumulativních hodnot, za sledované období, pro výpočet CEZ, je uvedena v následující tabulce.

Činnost	Součet
Čekání na manipulaci	435
Manipulace s obrobkem	1320
Upnutí a odepnutí obrobku	2745
Obstarání nářadí a pracovních pomůcek	615
Programování	1095
Seřízení	2070
Obrábění	21855
Porucha - vznik prostoje	195
Samostatná údržba - prováděna obsluhou	975
Plánovaná údržba - prováděna údržbou	0
Neplánovaná údržba - provádění opravy	0
Nekvalita vlastní	45
Nekvalita cizí	60
Nejasná průvodní a výkresová dokumentace	0
Ostatní prostoje - technologická připravenost	165
Ostatní	1035
Přestávky	3975
Ztráty z dostupnosti	1575

Tabulka 5 Součet časů jednotlivých činností pro výpočet CEZ (Vlastní zpracování)

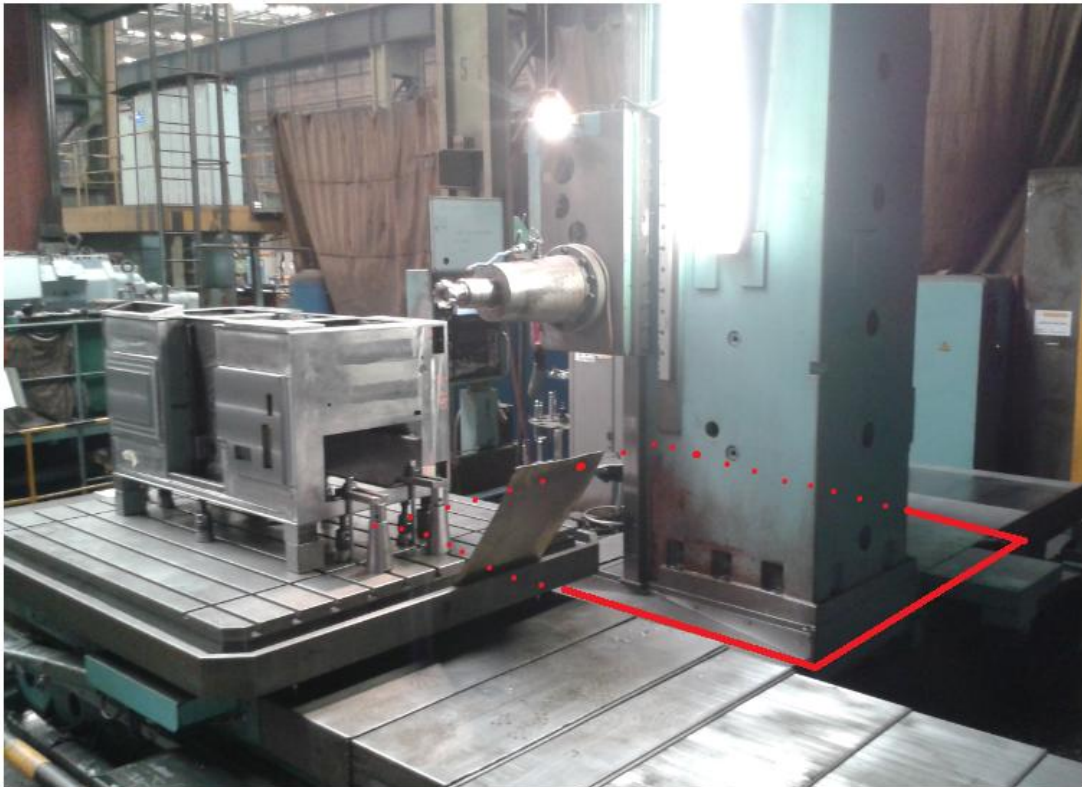
Samotný výpočet CEZ podle podnikové metodiky je následující:

Teoretický čas provozu: $1440 \text{ min} / 1 \text{ den} = 54720 / 38 \text{ dní}$.

- Plánované přestávky: $(4 \times 30 + 3 \times 10) \times 38 = 5700 \text{ min}$.
- Stupeň využití: $(54720 - 5700 \times 100) / 54720 = 89,583 \%$.
- Skutečný čas provozu: $54720 - 5700 = 49020 \text{ min}$.
- Dostupný čas provozu: $49020 - 3870 - 9600 = 35\,550 \text{ min}$. (skutečný čas provozu – plánované ztráty dostupnosti)
- Čistý čas provozu: $35\,550 - (195 + 975 + 45 + 60 + 165 + 1035) = 31500 \text{ min}$.
- Plánovaná dostupnost: $(49020 - 3870 - 9600) / 49020 = 72,521 \%$.
- Provozní dostupnost: $(35550 - 4050) / 35550 \times 100 = 88,608 \%$.
- **Dostupnost:** $0,89583 \times 0,72521 \times 0,88608 = 57,566 \%$.
- **Výkon:** $45700 / 4250 \times 100 = 103,277 \%$.
- **Kvalita:** $13 - 0 \times 100 / 0 = 100 \%$.
- **CEZ (OEE):** $0,57566 \times 1,03277 \times 1,00 \times 100 = 59,452 \%$.

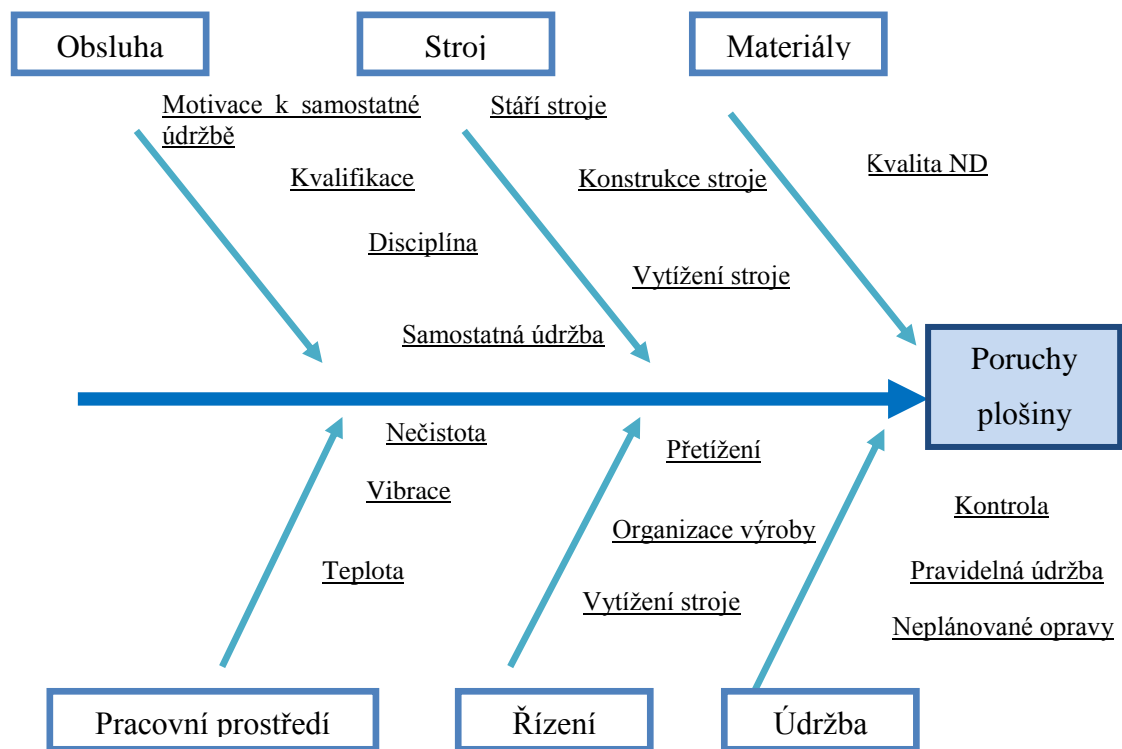
4.4.2.2 Diagram příčin a následků

Podklady pro diagram příčin a následků byly převzaty z analýzy údržbářských činností za období od Května 2013 do Října 2013. Z celkového počtu údržbářských zásahů v rámci stroje WHN 13.8 CNC se jako nejzávažnější příčiny ztrát jeví opravy spojené s plošinou stroje. V následujícím obrázku je problematická část vyznačena.



Obrázek 9 Plošina (Vlastní zpracování)

Pro identifikaci nejrizikovějších faktorů, které mají vliv na danou poruchu bude využit diagram příčin a následků (Ishikawův diagram).



Obrázek 10 Ishikawův diagram (Vlastní zpracování)

Z hlavních příčin mělo na zjištěnou poruchu největší vliv pracovní prostředí, které ovlivňuje technický stav daného obráběcího stroje. Nedostatky pracovního prostředí jsou patrné již z fotek auditu pracoviště. Byly zjištěny dva hlavní nedostatky pracovního prostředí:

- **Nečistoty:** v rámci úvodního auditu bylo zjištěno, že určité části obráběcího stroje jsou do jisté míry zaneseny. Jedná se například o agregáty mazání, dílčí části vodících ploch apod. Zejména však u nečistot v rámci hydraulického agregátu znemožňují obsluhu, potažmo pracovníkům údržby blíže identifikovat skutečný stav náplně v dané části strojního zařízení. Do problematiky nečistot lze dále zařadit i problematiku odvodu špon, respektive třísek z místa řezu v rámci obrábění. Jedná se zejména o pravou část obráběcího stroje z čelního pohledu na vřeteník. Vzhledem k nedokonalostem plynoucích již z návrhu konstrukce obráběcího stroje dochází k usazování třísek ve spodní části stroje. Tato část je pro obsluhu jen těžce přístupná a jejich odstranění vyžaduje vybavenost speciálních přípravků a nářadím. Nedostatečný odvod třísek může zapříčinit vznik abnormalit, potažmo mít podstatný vliv na vzniku závad a poruch posuvů obráběcího stroje.
- **Teplota:** vliv teploty patří do základních požadavků na provoz daného obráběcího stroje, tj. optimálních podmínek. Umístění stroje z hlediska odolnosti vůči klima-

tickým vlivů musí odpovídat provedení specifikovaných v požadavcích ze strany výrobce, potažmo dodavatele. S ohledem na tyto podmínky lze konstatovat, že obráběcí stroj může pracovat v obyčejném dílenském prostředí, jehož teplota se pohybuje v rozmezí od + 15° C až do + 40° C, přičemž průměrné teploty nesmí překročit + 35° C za období 24 hodin při maximální relativní vlhkosti vzduchu 75 %. Tyto požadavky tedy definují základní předpoklady, respektive požadavky na provoz obráběcího stroje. Pro dosažení požadované výrobní přesnosti, pro kterou byl obráběcí stroj vyroben se doporučuje zabezpečit teplotní rozmezí + 20° C s tolerancí ± 5° C. Z hlediska geometrické přesnosti a kvality opracovaných ploch je žádoucí, aby v blízkosti stroje nepracovala zařízení vyvíjející vibrace a rázy. S ohledem na výše uvedené bylo zjištěno, zejména pak po bližší konzultaci s obsluhou daného obráběcího stroje, že v rámci daného pracoviště nedochází k dodržování stanovených podmínek. Tomu odpovídá i výše předepsané teploty, která se zejména v zimním období nachází pod hranicí požadované hodnoty.

4.4.3 Snímek pracovního dne obsluhy obráběcího stroje WHN 13.8 CNC

Dne 28.2.2014 proběhlo monitorování provozu formou snímku pracovního dne obsluhy obráběcího stroje WHN 13.8 CNC. Jednalo se o osmi hodinovou směnu. Celkový časový fond činil 480 minut bez přestávek a školení. Přestávky činily dohromady 40 minut a proběhlo pravidelné týdenní školení, které trvalo 5 minut. Čistý časový fond daného dne tedy činil 435 minut. Jednotlivé naměřené hodnoty související s prováděnými činnostmi obsluhy na stroji WHN 13.8 CNC jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 6 Snímek pracovního dne (Vlastní zpracování)

Prováděná činnost	Náročnost v minutách	Náročnost v %
Čekání na manipulaci	82,0	18,85
Manipulace s obrobkem	47,0	10,80
Upnutí a odepnutí obrobku	53,0	12,18
Obstarání nářadí a pracovních pomůcek	19,0	4,37
Programování	29,0	6,67
Seřízení	27,0	6,21
Obrábění	80,0	18,39
Samostatná údržba - prováděná obsluhou	14,0	3,22
Ostatní prostoje	84,0	19,31
Celkem	435	100

Z činností, nepřidávající hodnotu, se nejvíce vyskytovalo čekání na manipulaci. To bylo dáno zejména tím, že daný výrobní tým měl k dispozici v provozu pouze jeden mostový jeřáb pro navážení materiálu. Pro deset strojů je to při dané výrobě velký nedostatek a proto se vyskytovaly největší prostoje v této oblasti.

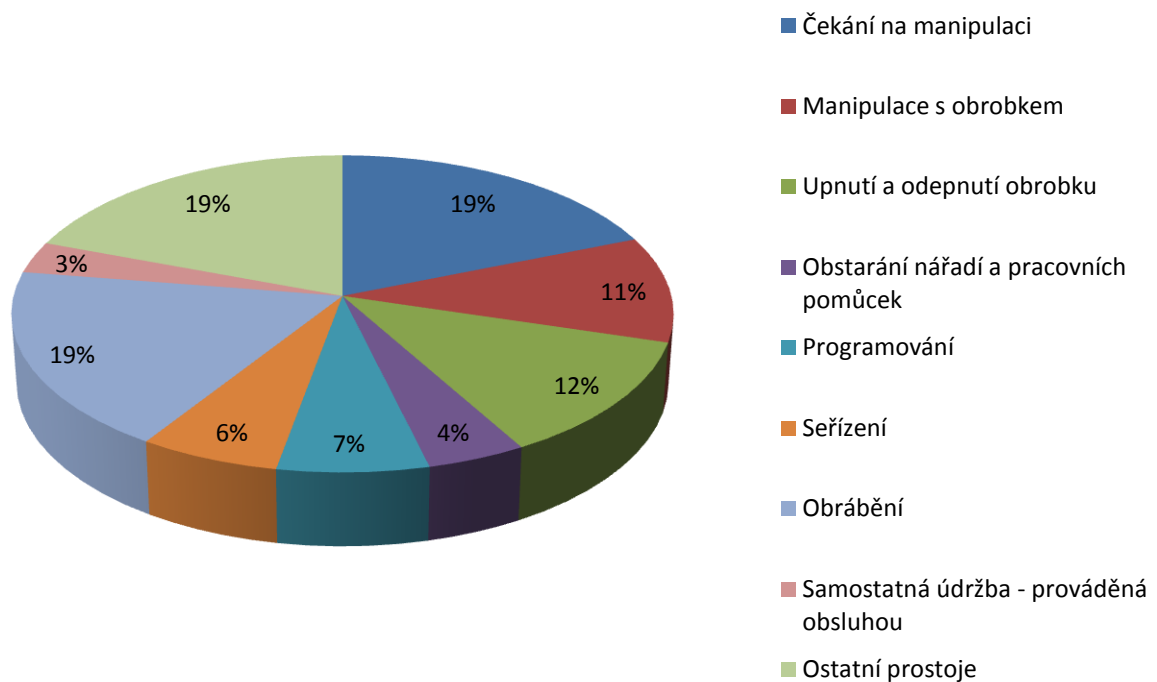
Samotné obrábění zabralo 18,39 % celého časového fondu, resp. 80 min. časového fondu byla činnost přidávající hodnotu.

Druhou nejnáročnější činností, nepřidávající hodnotu, bylo upnutí a odepnutí obrobku. Tato činnost je závislá na druhu produkce. Pokud ve výrobě není velká opakovanost, čas zejména na upnutí obrobku je různý od výrobku a záleží na zkušenostech zaměstnance a daném pracovišti, jak nejefektivněji upnout obrobek.

Další náročnou činností je manipulace s obrobkem. Manipulace probíhala za spolupráce operátora a jeřábníka a je stejně, jako upnutí obrobku, závislá na druhu, velikosti a váze produktu.

Programování a seřízení zaujímalo stejný podíl. Seřizování je opět závislé na druhu výrobku. Obstarání pracovních pomůcek a nářadí představovalo druhou nejméně náročnou činnost a je opět závislé na druhu výrobku.

Samostatná údržba obsluhou proběhla na konci směny a představovala 14 minut. Jednalo se o úklid pracoviště a vyčištění stroje. Občasné čištění stroje však probíhalo i během pracovního dne, za chodu zařízení. Procentuální podíly jednotlivých činností pracovního dne jsou uvedeny v následujícím výsečovém grafu č. 11.



Obrázek 11 Snímek pracovního dne (Vlastní zpracování)

Ze srovnání výsledků analýzy snímku pracovního dne a analýzy CEZ, do které poskytovali data sami operátoři, je zřejmé, že struktura činností je odlišná. Rozdíly jsou dány tím, že na sledovaném stroji je různorodá výroba a půlroční podklady pro analýzu CEZ jsou zprůměrovány.

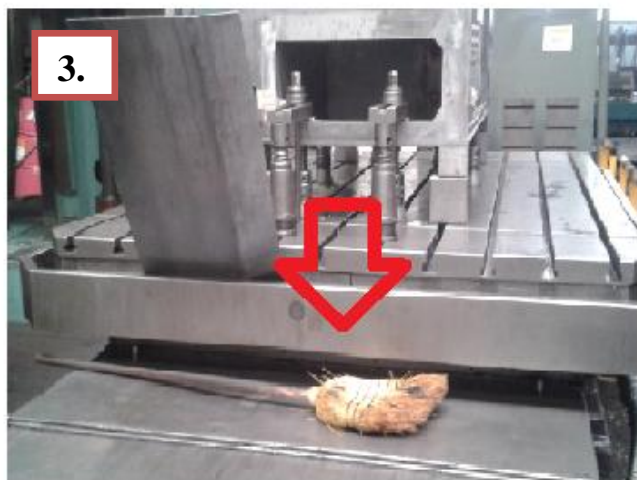
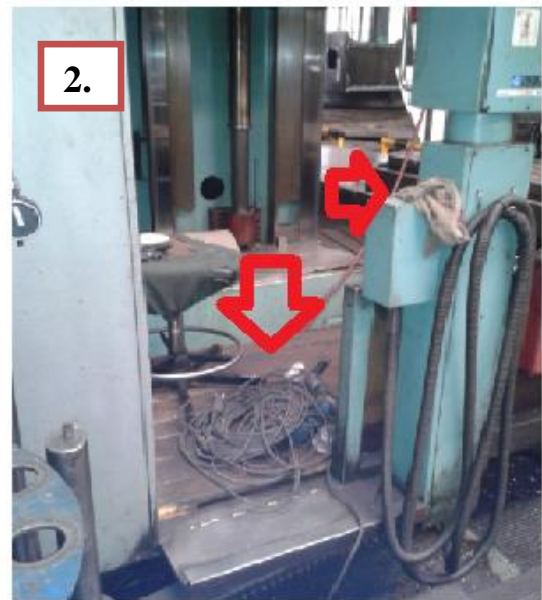
Jako příklad lze uvést upnutí a odepnutí obrobku. Při snímku pracovního dne byl opracován členitý obrobek, náročný na upnutí. Častá manipulace a upravování obrobku proto výrazně prodloužili čas upnutí.

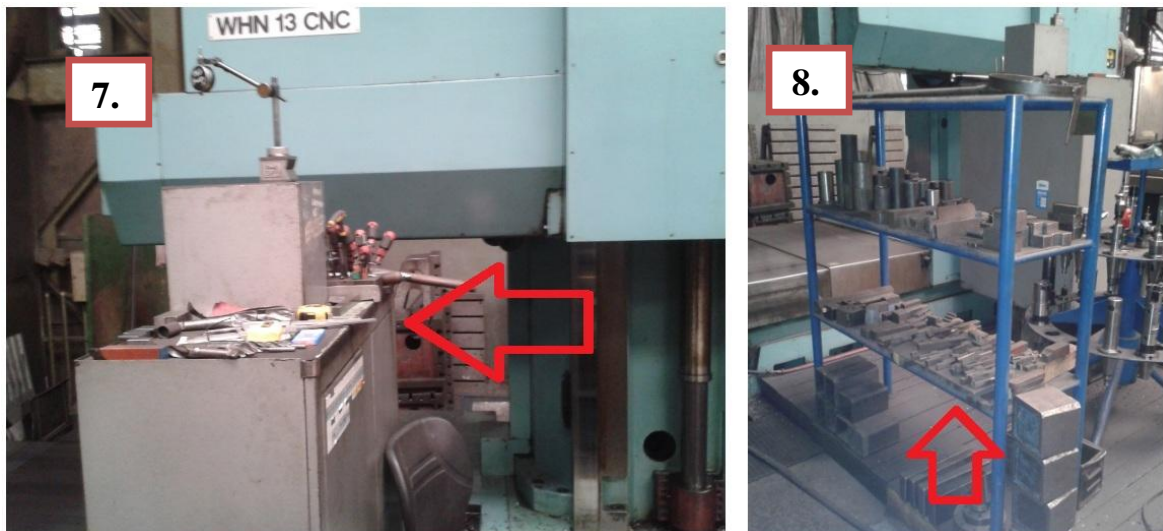
Dalším možným vysvětlením je, že zaměstnanci neuvádí přesné hodnoty do záznamových listů.

4.4.4 Audit pracoviště

Po provedení snímku pracovního dne následoval audit pracoviště. Cílem bylo zjistit na jaké úrovni je dodržována samostatná údržba obsluhy stroje a jakým způsobem se dodržují zásady 5S. Metodu 5S má již podnik zavedenou, avšak pro úspěšnou aplikaci TPM je nutné, aby byla metoda funkční, standardizovaná a stanovené standardy byly dodržovány. Čisté a standardizované pracoviště je základním kamenem zavádění TPM.

Úroveň dodržování standardů 5S nebyla dostatečná. Bylo zjištěno několik nedostatků, které je nutné dále řešit, aby mělo zavedení TPM požadovaný výsledek. Zjištěné nedostatky jsou uvedeny v následujících obrázcích.





Obrázek 12 Zjištěné nedostatky na pracovišti WHN 13.8 (Vlastní zpracování)

Zjištěné nedostatky, uvedené v obrázku výše, jsou tyto:

- 1) Náradí a pracovní pomůcky nejsou uloženy ve stojanu, který je pro ně určen. Zvyšuje se tím doba hledání pomůcek, při dalším nastavování stroje a tvoří se chaos na pracovišti.
- 2) Nestandardně uložené pracovní pomůcky. Tvoří se nepořádek na pracovišti a zvyšuje se riziko vzniku pracovního úrazu. Zejména vrtačka by měla být uložena na místě, pro ni určeném.
- 3) Nestandardně uložené uklízeční prostředky. Uklízeční prostředky mají odkládací prostor za strojem, kde jsou vždy rychle přístupné a nezavazí na pracovišti.
- 4) Nestandardně uložená dokumentace. Takto uložená dokumentace je nepřehledná a zvyšuje dobu hledání určitého dokumentu.
- 5) Neuklizené pracoviště. Pracovník je povinen během pracovního dne zametat své pracoviště od nečistot a špon. Velké množství špon na plošině snižuje úroveň BOZP během výkonu a může mít vliv na poruchu stroje zaseknutím špony do pojezdu stolu.
- 6) Audit proběhl během přestávky na oběd, kdy by měl zaměstnanec alespoň částečně uklidit pracoviště. Špony by měly být zamety do otvoru, pro ně určené.
- 7) Dokumentace obsluhy byla nepřehledně poházená na skříňce spolu s pracovním náradím.
- 8) Pracovní náradí bylo špinavé od třísek a prachu a nepřehledně vyskládané v polích.

5 VYHODNOCENÍ ANALÝZY

Pro vytvoření úspěšného projektu je nutné důkladně analyzovat stávající systém, aby bylo možné hledat potenciál pro změny. Analýza se však neobejde bez vyhodnocení. Následující kapitola vyhodnotí jednotlivé části analýzy a shrne nejdůležitější prvky, tak jak byly postupně analyzovány. Jako první byl analyzován systém údržby.

5.1 Údržba

Nejprve byla definováno organizační začlenění VP Údržba v rámci podniku. Údržba je samostatný útvar s vlastním managementem a vlastní zodpovědností. Následně byly rozebrány jednotlivé činnosti údržby a analyzovala se činnost údržby za půl roku nejen v rámci sledovaného stroje, ale také celého výrobního týmu, kde se daný stroj nachází. Následovalo také srovnání údržbářských zásahů v rámci stroje a celého výrobního týmu. To poskytne náhled na rozdílné potřeby strojů v týmu celkem a sledovaného stroje WHN 13.8 CNC.

Jedním z důvodů, proč se zavádí metoda TPM je nedostatečná údržba strojů z důvodu přetížení útvaru údržby. Analýza údržbářských zásahů poskytla pohled na nejzávažnější zdroje nečinnosti stroje. Paretova analýza poskytla údaje, na které činnosti je vhodné se zaměřit nejprve, protože nejvíce ovlivňují celý výrobní proces v rámci stroje. Z tohoto pohledu vyšla jako nejnáročnější plánovaná údržba. Z důvodu zastaralého strojového parku výrobního týmu VT 2291 jsou plánované opravy oprávněné, ale v projektové části bude i tato činnost řešena možnými zlepšeními.

Druhá nejčastější údržbářská aktivita se týkala neplánovaných oprav. Vzhledem k časové náročnosti neplánovaných oprav, je důležité se soustředit na příčiny těchto poruch a snažit se je eliminovat.

Třetí nejzásadnější činností byla preventivní údržba. Právě v této kategorii má na zlepšení velký potenciál zavedení metody TPM. Zejména převedením některých činností běžně prováděných údržbou na obsluhu strojů.

Zbylé kategorie činností údržby měly, v rámci sledovaného stroje, zanedbatelné zastoupení. Proto se jim prozatím během zavádění TPM nebude věnovat nadměrná pozornost.

5.2 Analýza provozu stroje WHN 13.8 CNC

Další částí úvodní analýzy byla analýza provozu sledovaného stroje. Analýza byla rozdělena na několik kapitol, zaměřených zejména na příčiny ztrát a celkové využití zařízení. Jednotlivé kapitoly budou shrnuty níže.

Analýza poruchovosti – zobrazuje vývoj poruch ve výrobním týmu VT 2291 s klesající tendencí. Klesání však není dlouhodobé, jedná se pouze o mimořádné výkyvy. Na základě další podnikové dokumentace jsou počty poruch v posledních letech na zařízeních daného výrobního týmu téměř konstantní. Analýza poruchovosti je zejména zaměřena na předmětný stroj.

Z výsledků analýzy poruchovosti byly identifikovány čtyři hlavní poruchy, které se objevily několikrát. Druhá nejčastější porucha se týkala systémových problémů. Zabrala 16 % z času oprav na daném zařízení. Nejzásadnější příčinou oprav však byla plošina stroje. Tyto opravy zabraly 80 % času oprav na daném zařízení. Proto byl tento problém vybrán pro další analýzy, pro zjištění příčin a následnou eliminaci.

Pro analýzu příčin poruch plošiny byl vybrán **Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram)**, který identifikoval pracovní prostředí, jako hlavní příčinu poruchy. Z pracovního prostředí byly rozvedeny dva největší negativní vlivy na pracovní prostředí. Jednalo se o nečistoty na pracovišti a nevhodné teploty a vibrace na pracovišti. Nečistoty ztěžují identifikaci náplní v hydraulickém agregátu a zejména usazování třísek ve stroji, které mohou mít velký vliv na poruchy posuvu plošiny. Dalším vlivem byla teplota, která v zimním období nesplňuje požadované rozmezí teplot od 15° C do 25° C. Vliv na poruchy také mohou mít otřesy a vibrace způsobené okolními stroji.

S analýzou poruchovosti souvisela následující analýza, **analýza ztrát a s ní výpočet CEZ**. Výpočet CEZ proběhl na základě současné podnikové metodiky. Hlavní problém metodiky je nezahrnutí časů ztrát v pracovních činnostech (seřizování, programování, čekání na manipulaci, manipulaci s obrobkem, upnutí a odepnutí obrobku). Dalším problémem je výpočet kvality. V současné metodice je brán jako konstanta. Vzhledem ke kusové výrobě velkých obrobků, se abnormality vyskytují velmi zřídka, a proto je nutné změnit pohled na výpočet kvality.

Pro ověření záznamů prováděných samotnými operátory, byl proveden **snímek pracovního dne**. Struktura činností přinesla rozdílné výsledky vzhledem k celkovým průměrům,

avšak je to dáno rozdílnou produkcí. Dalším možným vysvětlením je nepřesné zaznamenávání časů operátory. Zejména čekání na manipulaci zabralo větší část. Je to dáno zejména tím, že výrobní tým měl k dispozici pouze jeden mostový jeřáb a pokud jsou vytíženy všechny stroje a pracují s pracují s menší, nebo méně náročnější produkcí, je mostový činnost jeřábu přetěžována a tvoří se prostoje.

Podobný problém byl s manipulací s obrobkem a upnutím a odepnutím obrobku. Pracovní standard stanovuje pouze způsob upnutí obrobku, protože se většina liší svými rozměry a náročností na opracování. Tyto časy jsou stanoveny odbornými odhady a ne vždy jsou přiblížené realitě.

Poslední analýzou byl **audit pracoviště**. Ten měl za cíl zjistit, jakým způsobem se dodržují standardy, již zavedené metody 5S, která slouží jak základ pro zavádění TPM. Bylo zjištěno několik nedostatků, týkajících se zejména nestandardního uložení uklízacích prostředků a pracovního nářadí. Dále je zaměstnanec povinen udržovat své pracoviště během provozu, s ohledem na náročnost obrábění, čisté a hlavně bezpečné. Na pracovišti se vyskytovaly nánosy špon a nečistoty na plošině stroje, kde se zaměstnanec často pohybuje. Velké nánosy špon mohou být příčinou zranění, a proto by se měly při větším hromadění odklidit, do připraveného otvoru. Nečistoty mohou také zapříčinit poruchy stroje.

6 PROJEKT ZAVÁDĚNÍ TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBY

Na základě podkladů z analytické části bude v této kapitole zpracován projekt zavádění totálně produktivní údržby ve společnosti UNEX a.s. Projekt bude sloužit útvaru průmyslového inženýrství jako metodický návrh pro zavádění TPM, s daným plánem a postupem v rámci stroje WHN 13.8 CNC.

6.1 Definování projektu

Název projektu – Aplikace totálně produktivní údržby ve společnosti UNEX a.s.

Vlastník projektu – Zdeněk Tužička, výrobní ředitel ve společnosti UNEX a.s.

Vedení projektu – Bc. Josef Skokanič, diplomant, student UTB ve Zlíně

Ing. Jan Söhnel, průmyslový inženýr ve společnosti UNEX a.s.

6.2 Cíle projektu

Hlavním cílem projektu je maximální zefektivnění systému údržby stroje WHN 13.8 CNC.

Dílní cíle jsou určeny v této podobě:

- Stabilizace výroby
- Rozvoj a vzdělání pracovníků
- Optimalizace systému plánované a autonomní údržby
- Eliminace poruch a výpadků strojního zařízení
- Snížení nákladů na údržbu
- Zvýšení úrovně BOZP, kvality a ochrany životního prostředí.

Pro popsání hlavních cílů projektu byla vybrána metoda SPIN.

Současná situace – S

Zařízení není dostatečně efektivně využíváno. Prostoje jsou způsobeny zejména poruchami, čekáním na manipulaci a dlouhým přenastavováním stroje.

Problém – P

Hlavními problémy, se kterými se výroba potýká jsou:

- Prostoje způsobené opravami
- Prostoje způsobené čekáním na manipulaci
- Nedodržování zásad 5S

- Špatné standardy samostatné údržby

Implikace – I

Z důvodu silící konkurence, nárůstu nákladů na lidské zdroje, suroviny, technologie i energie, je nutné se zabývat zvýšením efektivity jejich užívání.

Nutnost – N

Pro úspěšné fungování na světovém trhu je zapotřebí zabývat se neustálým zlepšováním podnikových procesů, nejen z hlediska jejich produktivity, ale také efektivního využívání a dodržování standardů na bezpečné a zdravotně nezávadné pracoviště.

6.2.1 SWOT analýza

Význam implementace metody TPM ve společnosti UNEX vychází z analytické části. Jsou zde uvedeny nedostatky, i potenciál pro změny v systému údržby o stroje. Důvody pro zavedení TPM, silné stránky zavedení metody, její slabé stránky, příležitosti a hrozby jsou shrnuty v následující SWOT analýze.

Tabulka 7 SWOT analýza

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> • Podpora vedení • Schopní manažeři • Systém hlášení poruch • Zavedená metoda 5S • Prostor pro zlepšení 	<ul style="list-style-type: none"> • Stáří strojů • Nedodržování standardů pracoviště • Vysoký počet poruch • Nedokonalé podmínky pracovního prostředí • Nevypovídající výpočet CEZ • Nákladné opravy stroje
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> • Optimalizace systému samostatné a plánované údržby • Efektivnější využití činnosti VT Údržby • Úspora nákladů spojená s opravami • Vyšší produktivita stroje • Čistější a bezpečnější pracoviště 	<ul style="list-style-type: none"> • Nárůst nákladů ve fázi zavádění TPM • Přetížení obsluhy • Přehnané zaměření na údržbu stroje • Nízká motivace obsluhy • Nedodržování standardů údržby

6.3 Zavádění TPM

Projekt se zaměřuje na zefektivnění celkové využitelnosti zařízení WHN 13.8 CNC, zlepšení úrovně jeho pracoviště a racionalizaci systému údržby. Projekt by měl sloužit jako metodika a plán zavádění TPM, v rámci pracoviště WHN 13.8 CNC. Hlavními podklady pro zlepšení stávající situace budou nové standardy pro autonomní a plánovanou údržbu. Bude tak tedy definována činnost údržby o stroj a pracoviště zvlášť pro obsluhu a zvlášť pro údržbu. Součástí bude také mazací plán pro zařízení. Dalším přínosem bude nový efektivnější výpočet CEZ a také rámcový návrh vzdělávání, související s údržbou a obsluhou stroje. Tento návrh bude vycházet z požadavků managementu a oddělení průmyslového inženýrství.

6.4 Plán zavádění TPM

Celý průběh tvorby projektu TPM byl rozplánován do sedmi týdnů. Pro přehledné zobrazení harmonogramu jednotlivých částí z hlediska jejich délky a posloupnosti byl vytvořen následující přehled.

Tabulka 8 Plán zavádění TPM (Vlastní zpracování)

Činnost / Týden	1	2	3	4	5	6	7
Seznámení se společností UNEX a.s.	■						
Vypracování teoretické části	■	■					
Analýza údržby		■	■				
Analýza provozu			■				
Plán zavádění TPM				■	■		
Vypracování projektové části					■	■	
Schválení metodiky oddělením průmyslového inženýrství						■	
Odevzdání DP							■
Obhajoba DP							■

Pro splnění stanovených cílů, se bude projekt zabývat těmito pilíři TPM:

- Optimalizace pracoviště
- Program autonomní údržby pro obsluhu
- Program plánované údržby pro údržbu
- Optimální řešení sledování a hodnocení CEZ
- Vzdělávací program.

6.5 Optimalizace pracoviště stroje WHN 13.8 CNC

Vytvoření čistého, standardizovaného a bezpečného pracoviště, je základním kamenem zavádění TPM. Proto je nutné se zaměřit na vytvoření takového pracovního prostředí, ještě před zavedením TPM.

Největší příčinnou odstávek stroje byly poruchy plošiny stroje. Na základě diagramu příčin a následků z analytické části, byl jako nejrizikovějším faktorem na vznik poruchy stroje právě čistota pracoviště a stroje. Nejvíce znečištěné byly agregáty mazání, dílčí části vodících ploch a další plochy v okolí nožů, kam odpadávají třísky z obrábění. Dále znečištěné ukazatele náplně hydraulického agregátu ztěžují jejich kontrolu.

Pro dosažení optimálních podmínek na pracovišti stroje navrhuji následující kroky:

- a) **Úvodní čištění** – aby byl stroj připraven pro zavedení metody TPM, je nutné aby byly odstraněny všechny nečistoty a stroj byl maximálně vyčištěn. Během úvodního čištění je možné odhalit další skryté abnormality a je tedy prostor pro jejich včasné odstranění.

Úvodní čištění by mělo zahrnovat kompletní povrchové vyčištění stroje, vyčištění pracovního nářadí a dalších komponentů stroje na příslušném pracovišti, vyčištění podlahy pracoviště, skříní a polic, vyčištění nádrže chladicí emulze a případná výměna emulze.

Úvodní čištění je možné provést ve dvou variantách:

Tabulka 9 Možnosti úvodního čištění (Vlastní zpracování)

Způsob čištění	Výhody	Nevýhody
Ve vlastní režii	<ul style="list-style-type: none"> • Obsluha stroje zná lépe svůj stroj • Možnost nižších nákladů • Částečná příprava na nový standard autonomní údržby i plánované údržby • Spolupráce s VT Údržba 	<ul style="list-style-type: none"> • Neprofesionální přístup • Nutný dohled vedení • Riziko delšího průběhu čištění • Nutnost pronájmu čisticích zařízení
Outsourcing	<ul style="list-style-type: none"> • Profesionální přístup • Technická vybavenost • Rychlost • Možnost využití dalších služeb (diagnostika, objednání náhradních dílů, výměna olejů a chladicí emulze) 	<ul style="list-style-type: none"> • Možná nepřipravenost na daný stroj • Možnost vyšších nákladů • Nezapojení obsluhy do čistícího procesu

b) **Optimalizace úložných prostorů** – metoda 5S byla v určité míře již před třemi lety zavedena, přesto je však v současnosti na pracovišti WHN 13.8 CNC několik nedostatků. Jedním z nich bylo nestandardní uložení dokumentace. Nestandardně byla uložena dokumentace k obsluze a údržbě stroje (viz. audit pracoviště v analytické části), dokumentace provázející výrobek a dokumentace obsluhy stroje. Tento problém lze vyřešit koupí pracovního stolu s úložným prostorem. Dokumentace související se strojem bude rozdělena podle kategorií v jednotlivých šuplících. Dokumentaci, která provází výrobky, může být uložena na stole, stejně jako dokumentace obsluhy, kde jí může operátor pohodlně vypisovat a zároveň ji mít uloženou přehledně. Navrhovaný stůl je uveden na následujícím obrázku.



Obrázek 13 Dílenský stůl pro operátora (regaly-nabytek.cz, 2014)

Dalším problémem uložení pracovních prostředků (viz. 8. bod v auditu pracoviště) v polici. Aby se zabránilo nečistotám dostat se mezi pracovní prostředky, je potřeba je mít uložené v uzavíratelné skříni. Pro vyřešení nepřehlednosti, by bylo jednotlivé nářadí roztříděno do menších skupin, které by byly zvlášť popsané. Celý problém lze vyřešit pomocí nákupem skříněk uvedených v následujícím obrázku.



Obrázek 14 Skříně pro uložení pracovního nářadí (kovos.cz, 2014)

Pro umístění dokumentace, která je často používaná (standard autonomní údržby, standard pracoviště, návod k obsluze) je vhodné pořídit odolný stojan, který vydrží častou manipulací, bude přehledný a operátor v něm rychle najde dokument, který potřebuje. Stojan bude

umístěn na dílenském stole, uvedeném výše. Odpovídající stojan je uveden v následujícím obrázku.



Obrázek 15 Odolný stojan pro často používané dokumenty (Pemi.cz, 2014)

- c) **Standard pracoviště** – po zavedení metody 5S byl vytvořen standard pracoviště. Na základě auditu pracoviště však není dostatečně dodržován. Navrhují vytvořit fotografický standard pracoviště po úvodním čištění. Tento standard jasně určí podmínky, jakým způsobem má pracoviště po pracovní směně vypadat. Pro nově nastupující operátory bude jednodušší zjistit uložení pracovních prostředků a podmínky pracoviště pro předání další směně.

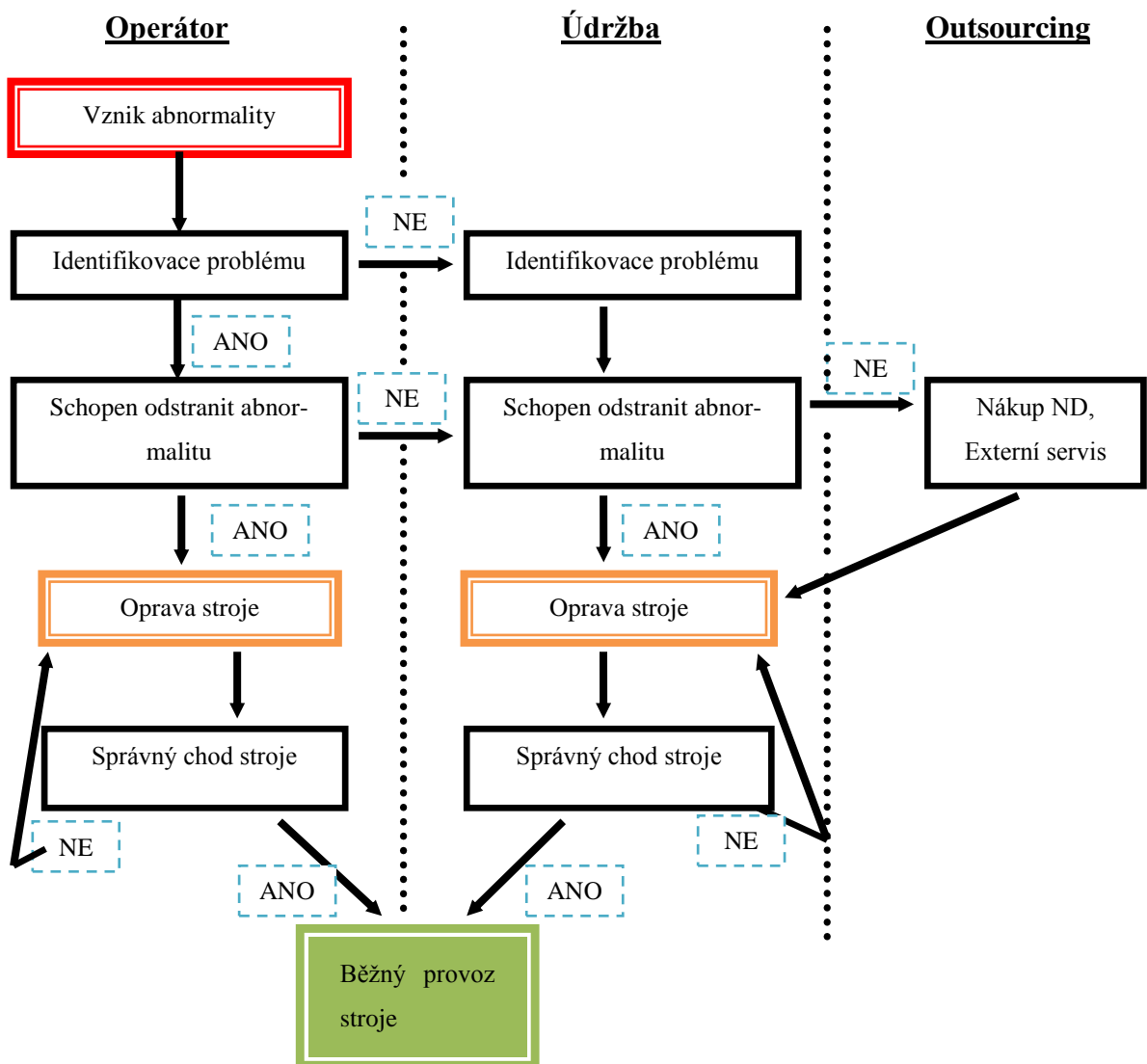
6.6 Program autonomní údržby

Jedním z nejdůležitějších pilířů TPM je autonomní údržba prováděná operátory. Cílem nového programu autonomní údržby je zapojení obsluhy do některých činností údržby, aby VT Údržba nebyl přetížený a mohl se soustředit na potřeby. Dále by operátor měl dodržovat čisté, bezpečné a standardizované pracoviště.

Další změnou je pozice operátora při vzniku abnormalit. Po zavedení TPM by měl být operátor zainteresován při opravách stroje. Pokud operátor rozpozná abnormalitu, rozhodne zda je schopen ji odstranit. Pokud je schopen, tak ji neprodleně odstraní. Porucha ze zapíše do záznamu o poruchách. Pokud bude oprava náročnější a nedokáže ji odstranit, zadá požadavek do systému a údržba ji v nejbližší možné době odstraní.

Dále by měl být operátor přítomen při zásazích VT Údržba na daném stroji. Tímto způsobem se dozví více o daném stroji a bude tak schopen v budoucnosti lépe předcházet vzni-

kům abnormalit, nebo je sám odstraňovat. Změna pozice operátora v procesu odstraňování abnormalit je znázorněna v následujícím obrázku.



Obrázek 16 Proces odstranění abnormalit

Pro obsluhu i údržbu je vytvořen nový formulář o výskytu abnormality stroje. Formulář je uveden v následujícím obrázku.


The image shows a form titled "Formulář o výskytu abnormality stroje" (Formular for machine abnormality occurrence) with the UNEX logo. The form contains several input fields for recording machine issues:

- Datum** (Date): A small rectangular box.
- Název stroje** (Machine name): A rectangular box.
- Příčina abnormality** (Cause of abnormality): A large dashed rectangular box.
- Popis abnormality** (Description of abnormality): A large dashed rectangular box.
- Způsob odstranění** (Method of removal): A large dashed rectangular box.
- Použité ND** (Used ND): A large dashed rectangular box.
- Časová náročnost** (Time requirement): A dashed rectangular box.
- Obsluha / Údržba** (Service / Maintenance): A rectangular box.
- Poznámka** (Note): A large dashed rectangular box.
- Jméno** (Name): A dashed rectangular box.
- Podpis** (Signature): A dashed rectangular box.

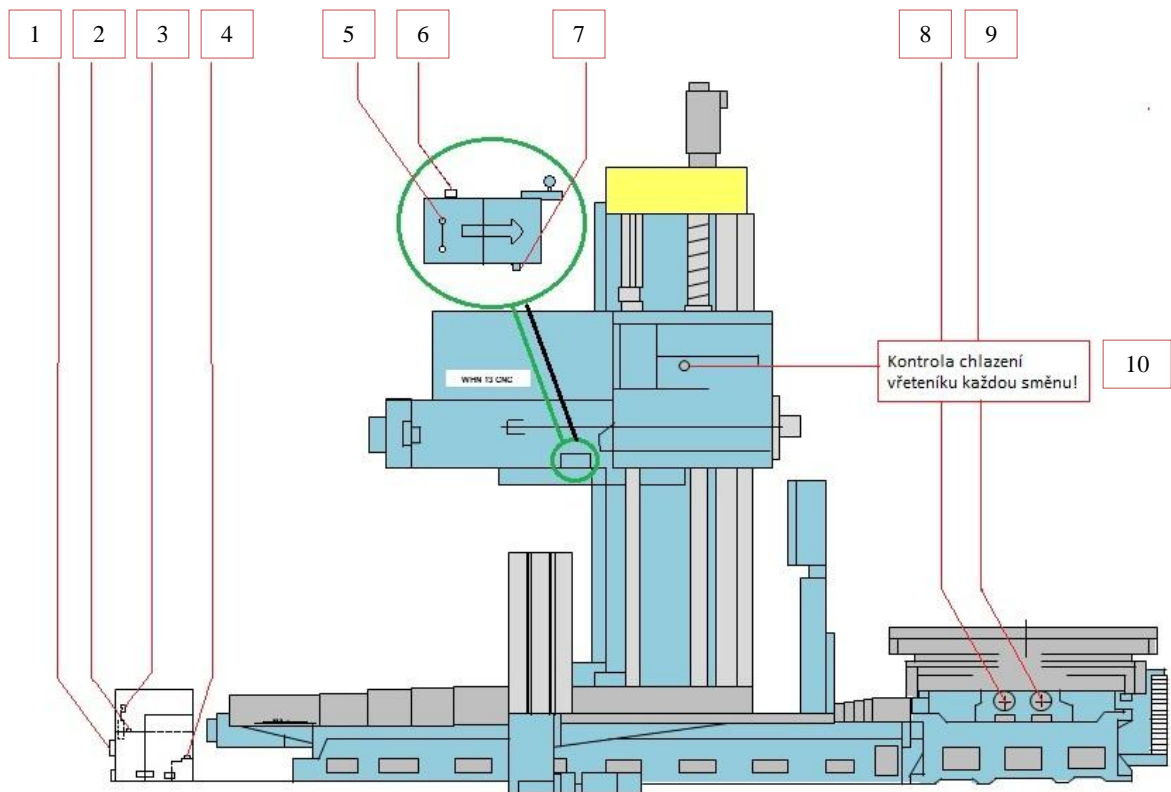
Obrázek 17 Formulář o výskytu abnormality stroje (Vlastní zpracování)

Na základě diagramu příčin a následků bylo zjištěno, že nejzávažnějším vlivem na poruchy stroje je pracovní prostředí. Z tohoto důvodu je důležité se zaměřit na maximální eliminaci zjištěných příčin. Největším problémem pracovního prostředí byla nečistoty a nedostatečná samostatná údržba obsluhy. Správně nastavený standard a hlavně jeho dodržování by mělo tento problém eliminovat. Proto je dalším krokem vytvoření standardu autonomní údržby pro operátory. Standard by měl být přehledný, snadno čitelný a stručný. Pro operátory je na základě požadavků managementu vytvořen standard pravidelných činností údržby stroje v délce jednoho týdne. Týdenní standard údržby pro obsluhu stroje WHN 13.8 CNC je uveden níže.

Tabulka 10 Standard údržby pro obsluhu stroje WHN 13.8 CNC (Vlastní zpracování)

 TÝDENNÍ POKYN K SAMOSTATNÉ ÚDRŽBĚ NA ZAŘÍZENÍ WHN 13.8 CNC						
P. č.	Oblast	Specifikace	Četnost			Poznámka
			Průběžně	1 x za směnu	1x za týden	
1.	Stroj	Očištění stroje a stolu od prachu, třísek a všech nečistot				
2.	Stroj	Očištění nezakrytých vodících ploch zejména od třísek bez použití stlačeného vzduchu				
3.	Stroj	Očištění krytování lože od třísek				denně na konci směny
4.	Vřeteno	Čištění kuželové dutiny vřetene a upínacího kužele nástrojů, kontrola zda funkční plochy nejsou poškozeny plast. deformací (otlačení)				při každé výměně nástroje
5.	Stroj	Úplnost SaZ, příslušenství, kryty, vybavení				
6.	Stroj	Prohlídka těsnosti krytů stroje a poškození krytování				
7.	Ovl. Panel	Kontrola funkce sing. Elementů (žárovky apod.)				
8.	Stroj	Kontrola tlaku hydraulického a mazacího agregátu				
9.	Hydr. agregát	kontrola hladiny hydraulického oleje				
10.	Maz. nádoba	kontrola hladin mazacích olejů (olejznak)				
11.	Stroj	Kontrola funkce centrálního mazání				
12.	Stroj	Kontrola teploty oleje				
13.	Stroj	Kontrola těsnosti hydr. prvků a rozvodů				
14.	Stroj	Kontrola stavu mechanický				
15.	Hydr. agregát	Kontrola zanesení filtračních vložek filtrů hydr. oleje				v případě zanesení vyměnit filtr. vložky
16.	Nádoba chl. Kap.	Kontrola chladicí kapaliny - koncentrace a znečištění				normální koncentrace je 4 - 6 %
17.	Řídicí systém	Kontrola funkce "NOUZOVÉ ZASTAVENÍ"				zkoušet v automatickém provozu
18.	Řídicí systém	Kontrola funkce větrání				nezakrývat chl. otvory
19.	Chlad. zař.	Kontrola zanesení filtrů chlazení				
20.	Stroj	Kontrola volně uložených a pohyblivých kabelů				zda nejsou mechanicky poškozené
KONTROLA						
ČIŠTĚNÍ						











Další důležitou součástí autonomní údržby je správné dodržování mazacího plánu. Mazací plán je v projektu zavádění TPM rozdělen zvlášť pro VT Údržba a zvlášť pro operátory. Standard mazání bude pro obsluhu v dvoutýdenním rozsahu na rozdíl od standardu údržby. Až na jednu činnost je obsluha povinna provést dvakrát měsíčně stanovené aktivity v plánu mazání. Tyto činnosti provede vždy operátor, který bude začínat ranní směnu první pracovní den v měsíci a ten, který bude mít ranní směnu dva týdny poté. Dvoutýdenní mazací plán pro údržbu je uveden níže.









Obrázek 18 Dvoutýdenní mazací plán pro obsluhu (Vlastní zpracování)

Přesnější definování standardu (např. označení maziva, prováděnou činnost, co je potřeba kontrolovat) uvádí tabulka níže.

Tabulka 11 Dvoutýdenní mazací plán pro obsluhu (Vlastní zpracování)

	Hydroagregát			Mazací agregát	Nádrž chlazení		Hydraulická kostka pro řazení otáček	Posuvná skříň náhonu		Chlazení vřeteníku
	1	2	3		4	5		6	7	
Mazací místo akční bod										
Značka pro obsluhu										
Nutný úkon										
Kontrola tlaku			X				X			
Kontrola funkce										X
Kontrola výšky hladiny	X				X			X		
Doplnění náplně		X		X		X			X	
Označení maziva		Oh - HM 46		OL - P8A		OH - HM 46			OH - HM 46	
Obsah náplně	60 dm ³			7 dm ³	40 dm ³			1,5 dm		

Vysvětlivky k pokynům o mazání

	- Místo pro nalévání oleje
	- Kontrola výšky hladiny (olejznak)
	- Místo pro vypouštění oleje
	- Kontrola tlaku (manometr)
	- Umístění průtokového čistícího filtru
	- Kontrola funkce

6.7 Plánovaná údržba

S hlavní změnou samostatné údržby pro obsluhu přímo souvisí změna plánované údržby pro VT Údržba. Starší standard plánované údržby byl zkrácen o několik činností, které se prováděly průběžně a zbytečně zatěžovaly údržbu činnostmi, které může běžně provádět obsluha stroje.

Také mazací plán prodělal změny. Plán byl zkrácen o činnosti, které se prováděly v intervalu kratším dvěma týdnům. Mazací plán zůstává pro údržbu stejný, ale bude provádět činnosti jen v intervalu od 1000 provozních hodin do 8000 provozních hodin. Stejně jako u standardu údržby, bude činnost VT Údržba zkrácena o častěji prováděné aktivity a VT Údržba tak bude mít více času na řešení akutních problémů.

Nový standard preventivní plánované údržby pro VT údržba obsahuje nadále dvě průběžné činnosti, které by bylo náročné převést na obsluhu, přesto se však častá preventivní údržba pro oddělení údržby velmi omezilo. Pravidelně VT Údržba bude provádět preventivní údržbu pouze ve čtvrtročním a půlročním intervalu. Nový standard plánované údržby pro VT Údržba je uveden v tabulce níže.

Tabulka 12 Plánovaná preventivní údržba pro VT Údržba na zařízení WHN 13 CNC (Vlastní zpracování)

P. Č.	Oblast	Specifikace	Četnost			Poznámka
			Průběžně	1 x za 3 měsíce	1x za 1/2 roku	
1.	Stroj	Kontrola stavu opotřebení stěrácích ploch				Po uvolnění krytů a jejich odsunutí
2.	Stroj	Kontrola těsnosti všech přívodů, hadic a šroubení hydrauliky, mazání a chlazení				Utáhnout šroubení a vadné hadice vyměnit
3.	Stroj	Kontrola přístupu chladícího vzduchu do všech elektromotorů				
4.	Stroj	Kontrola tlaku dusíku v akumulátorech				Při nízkém tlaku dusík doplnit
5.	Vřeteník	Kontrola radiální a axiální vůle vřetena				
6.	Stroj	Kontrola stavu vodících ploch a listů (opotřebení, poškození)				Po odsunutí krytů
7.	El. rozvaděč	Kontrola spojů v elektrorozvaděčích				dotáhnouti spojů s vysokým proudovým zatížením
8.	Lana	Měření síly v předním lanovém závěsu				
9.	Lana	Údržba závěsných lan				
10.	Stroj	Seřízení upínaček zpevnění stroje				
11.	Stroj	Přezkoušení mechanicky spínaných koncových spínačů (přísný zákaz vykracování)				Lehkost pohybů a kontrola čistoty, v případě potřeby ustavit a utáhnout
12.	Stroj	Kontrola geometrické přesnosti stroje dle protokolu přesnosti				

6.8 Zefektivnění výpočtu CEZ

Původní výpočet CEZ podle podnikové metodiky nezapočítával do ztrát pracovní činnosti: čekání na manipulaci, manipulace s obrobkem, upnutí a odepnutí obrobku, obstarání nářadí, programování a seřízení. Jediná činnost stroje, která přidává hodnotu, je však pouze obrábění. V novém výpočtu, budou všechny ostatní činnosti zařazeny do ztrát. Výsledek CEZ bude mít nižší hodnotu, ale z pohledu na využití stroje bude mít výsledek větší výpočtovou hodnotu pro podnik.

Výpočet výkonu si musel podnik přizpůsobit vlastním podmínkám, protože různorodá kusová produkce vyžaduje jiný přístup. Výpočet tedy nelze zjistit z normovaných časů na kus. Výpočet výkonu zůstává tedy bez změny.

Změnou projde výpočet kvality. Míru kvality nejde vypočítat z počtu kvalitních a nekvalitních výrobků, vzhledem k tomu, že je vyráběno jen několik desítek kusů měsíčně. Nekvalita se projevuje v opravách obrobků a podobně. Je tedy nutné výpočet modifikovat a vypočítat ho jako poměr dostupného času provozu, sníženého o čas ztracený nekvalitou a dostupným časem provozu.

Tabulka 13 Modifikovaný výpočet CEZ

Činnost	Součet časů jedn. činností v minutách
Čekání na manipulaci	435
Manipulace s obrobkem	1320
Upnutí a odepnutí obrobku	2745
Obstarání nářadí a pracovních pomůcek	615
Programování	1095
Seřízení	2070
Obrábění	21855
Porucha - vznik prostoje	195
Samostatná údržba - prováděna obsluhou	975
Plánovaná údržba - prováděna údržbou	0
Neplánovaná údržba - provádění opravy	0
Nekvalita vlastní	45
Nekvalita cizí	60
Nejasná průvodní a výkresová dokumentace	0
Ostatní prostoje - technologická připravenost	165
Ostatní	1035
Přestávky	3975
Ztráty z dostupnosti	1575

Samotný výpočet CEZ podle podnikové metodiky je následující:

Teoretický čas provozu: $1440 \text{ min} / 1 \text{ den} = 54720 / 38 \text{ dní}$.

- Plánované přestávky: $(4 \times 30 + 3 \times 10) \times 38 = 5700 \text{ min}$.
- Stupeň využití: $(54720 - 5700 \times 100) / 54720 = 89,583 \%$.
- Skutečný čas provozu: $54720 - 5700 = 49020 \text{ min}$.
- Dostupný čas provozu: $49020 - 3870 - 9600 = 35\,550 \text{ min}$. (skutečný čas provozu – plánované ztráty dostupnosti)
- Čistý čas provozu: $35\,550 - 13\,695 = 21\,855 \text{ min}$.
- Plánovaná dostupnost: $(49020 - 3870 - 9600) / 49020 = 72,521 \%$.
- Provozní dostupnost: $(35550 - 13695) / 35550 \times 100 = 61,477 \%$.
- **Dostupnost:** $0,89583 \times 0,72521 \times 0,61477 \times 100 = 39,939 \%$.
- **Výkon:** $45700 / 4250 \times 100 = 103,277 \%$.
- **Kvalita:** $(35\,550 - 45-65) / 35\,550 = 99,691 \%$.
- **CEZ (OEE):** $0,39939 \times 1,03277 \times 0,99691 \times 100 = 41,120 \%$.

6.9 Systém vzdělávání operátorů

Management podniku má v rámci výrobních týmů VT 22 a VT 23 v plánu realizovat nový dlouhodobý systém vzdělávání a řízení osobního rozvoje zaměstnanců. Systém vzdělání je mimo jiné zaměřený na rozvoj v oblasti obrábění a údržby. Na základě literatury a interních dokumentů společnosti, jsem se rozhodl v rámci zavádění TPM ve výrobním týmu VT 2291 rozšířit vzdělávací plán o několik kategorií v oblastech údržby, obrábění a soft skills.

Systém vzdělávání by měl po změnách zahrnovat tyto oblasti:

- a) Obrábění
 - Obrábění materiálu s velkou pevností a tvrdostí
 - Číslicové řízení obráběcích strojů
 - Teorie obrábění
 - Nové trendy v obrábění
 - Proaktivní obrábění
- b) Údržba
 - Funkce, obsluha a údržba hydraulických pohonů obráběcích strojů

- Údržba a opravy pneumatických strojů, nástrojů a přístrojů
 - Údržba elektrického zařízení obráběcích strojů
 - Totálně produktivní údržba
- c) Soft skills
- Umění jednat s lidmi
 - Organizační chování
 - Týmová práce a komunikace.

6.10 Náklady a přínosy realizace projektu

Jedním z rizik projektu je, že konečné náklady mohou být po zavedení metody vyšší, než se předpokládalo. Je to dáno tím, že úvodní čištění, se může protáhnout, z důvodu objevení skrytých vad. Skryté vady budou mít za následek nejen náklady na opravy a ND, ale také prodloužení prostojů.

Na základě dodavatelských cen bylo vyčísleno několik položek, které je možné stanovit pevnou částkou již před realizací projektu. Ceny bez DPH jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 14 Náklady na realizaci projektu (Vlastní zpracování)

Nákladová položka	Náklady
Úvodní čištění - outsourcing	80 000 Kč
Pracovní stůl	8 972 Kč
Skříň s šuplíky	15 775 Kč
Skříň zavírací	7 742 Kč
Stojan na dokumenty	2 027 Kč
Náklady na vzdělání	40 000 Kč
Celkem	154 516 Kč

Zavedením metody se sníží požadavky na VP Údržba v rámci sledovaného stroje. Pokud by nevznikla akutní potřeba údržbářských zásahů na jiném stroji či zařízení v rámci výrobního provozu VP 22, lze vyčíslit úsporu mzdy na zaměstnance údržby na 300 Kč/hod. Při

zabránění následným prostojům způsobených poruchami, lze vyčíslit úsporu na provoz stroje na 1500 Kč/hod.

Pokud by se opravy plošiny eliminovaly úplně, uspořilo by se na mzdě údržbáře 27 360 Kč za půl roku. Dále je nutné vzít v potaz, že by se eliminovaly prostoje zapříčiněné poruchami, což by činilo za stejnou dobu úsporu 136 800 Kč. Ve srovnání s náklady na projekt, by tedy byla návratnost investice dosažena již po půl roce úspěšného zavedení TPM. Dalšími úsporami by bylo zkrácení časů hledání pracovních prostředků, díky nové organizaci pracoviště. Důležitou úsporou by byla eliminace dodatečných opravy (způsobené zanesením stroje nečistotami) a čištění stroje, které by byli zapříčiněny udržováním čistého pracoviště. Další úspory v současnosti nelze vyčíslit, protože budou známy, až po zavedení metody a znovu provedené analýze

7 VYHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PROJEKTU

V úvodu projektové části je projekt definován cíli, kterých by měl dosáhnout. K popsání jednotlivých cílů byla využita metoda SPIN. Pro zhodnocení silných, slabých stránek, příležitostí a hrozeb byla využita analýza SWOT, která stručně definovala problémy projektu a naopak možnosti, kde je možné se dále rozvíjet v oblasti údržby.

Samostatná kapitola zavádění TPM pak zdůvodnila důležitost zavedení a stručně popsala průběh zavádění jednotlivých pilířů TPM. Kapitola začíná plánem projektu, kde jsou v časových jednotkách definovány kroky zavádění metody.

První pilíř projektu se zabýval optimalizací pracoviště WHN 13.8 CNC. Metodicky byly navrženy jednotlivé kroky pro zlepšení stávajícího pracoviště. Prvním krokem je úvodní čištění. Byly navrženy dvě varianty a obě tyto varianty byly z pohledu výhod a nevýhod analyzovány. Jednalo se o čištění ve vlastní režii a využití outsourcingu. Na základě jednotlivých výhod, nevýhod a nákladové náročnosti jednotlivých možností si management vybere jednu variantu.

Druhým krokem byla optimalizace úložných prostorů. Přestože již byla metoda 5s v minulosti zavedena, pracoviště stále disponuje nedostatky, které mají negativní vliv na čistotu, bezpečí a produktivitu. Návrhem řešení bylo nákup nového vybavení pracoviště, zejména úložných prostorů, které vyřeší problém hledání pracovních prostředků, náradí bude čistější a rychleji přístupné. Konkrétně se jednalo o pracovní stůl, pracovní skříň a stojan pro často používanou dokumentaci (standarty údržby, pracovní pokyny). Řešení pro dodržování standardizovaného pracoviště je návrh na vytvoření fotografického standardu, vytvořeného po provedení úvodního čištění.

Dalším pilířem je program autonomní údržby. První změnou v této oblasti bylo postavení operátora při vzniku abnormality stroje. Tím, že je operátor přímo zapojen do oprav (sám stroj opravuje), nebo nepřímo (je přítomen, když údržba stroj opravuje) získá větší povědomí o činnosti stroje, a je schopen v budoucnu abnormalitám předcházet, nebo je sám odstraňovat.

Na základě analytické části byly zjištěny největší příčiny poruch stroje a proto byl upraven standard autonomní údržby. Nyní jsou veškeré údržbářské činnosti v rámci pracovního týdne svěřeny obsluze stroje. Standard je rozdělen na čistící činnosti a kontrolní činnosti, jsou zde definovány kritická místa a intervaly potřebné údržby.

Se samostatnou údržbou přímo souvisí další vytvořený standard. Jedná se o standard mazání stroje. Ten je upraven tak, aby operátor prováděl činnosti mazání do dvoutýdenního intervalu, včetně jedné činnosti prováděné každou směnu. Zavedením těchto standardů by měli být největší přínosy ve zvýšení kvalifikace obsluhy a snížení vyčerpání oddělení údržby. To se přímo projeví na produktivitě stroje (méně časté opravy z důsledků zvýšené péče o stroj), nákladech spojenými s opravami stroje, bezpečnosti pracoviště, celkovém vzhledu pracoviště a zvýšení kvality výroby.

Dále byl navržen standard plánované údržby pro VT Údržba. Hlavní změny v plánované údržbě vycházejí ze změn autonomní údržby. Plánovaná údržba má nižší požadavky na VT Údržba a tím je schopen se zaměřovat na akutnější vztahy vzhledem k poruchovosti staršího strojového parku VP 22 a VP 23.

Důležitou součástí zavádění TPM bylo zefektivnění výpočtu CEZ. Původní výpočet nezapočítával do ztrát pracovní činnosti, které nepřidávají hodnotu. Nový způsob výpočtu bere jako provoz stroje pouze činnost obrábění a zbylé činnosti jsou brány jako ztráty. Při zjištění míry ztrát, je poté možné se více zaměřit na jejich sledování. První změnou byl výpočet dostupnosti, kde se promítla právě změna využití stroje z důvodu přiznání ztrát. Další změnou byl výpočet kvality. Pohled na kvalitu se změnil ze sledování vadných kusů na poměr doby kdy stroj pracuje kvalitně s celkovým dostupným časem stroje. Tento výpočet poskytuje přínosnější informace pro management. Oddělení průmyslového inženýrství se může lépe soustředit na problémové faktory a následně je odstraňovat.

Poslední změnou bylo rozšíření plánovaného systému vzdělávání zaměstnanců v oblastech údržby, obrábění a soft skills. Takový systém povede ke kvalifikovaným zaměstnancům, kteří budou lépe rozumět svým strojům, důležitosti údržby a týmové práce.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na definici totálně produktivní údržby a jejich pilířů. Cílem diplomové práce bylo zpracování metodického návrhu na aplikaci totálně produktivní údržby ve společnosti UNEX a.s.

Teoretická část v úvodu definovala pojmy údržba a produktivita. Byla zde uvedena souvislost mezi nimi a také proč je důležité se zabývat touto problematikou. Následovala definice totálně produktivní údržby a důvody pro její zavedení. Dále byly v teoretické části rozvedeny jednotlivé pilíře TPM. Nejprve byla vysvětlena samostatná údržba strojů a zařízení a s ní související metoda 5S. Následovala plánovaná údržba strojů a zařízení. Důležitou součástí bylo vysvětlení celkové efektivnosti zařízení a jeho samotný výpočet. Posledním bodem byla analýza ztrát, kde se definovala metodika pro úspěšnou analýzu. Na závěr bylo uvedeno shrnutí teoretické části.

Analytická část měla za úkol analyzovat současný stav údržby a poruchovosti v rámci předmětného stroje a výrobního týmu. V úvodu praktické části byla charakterizována společnost UNEX z hlediska její činnosti, podnikových zásad, historie a výrobního portfolia. Následovala charakteristika výrobního týmu a stroje, který byl předmětem analýzy. Dalším důležitým bodem byla analýza současného systému údržby, se zaměřením na plánovanou a samostatnou údržbu. Následovala analýza poruchovosti obráběcího stroje WHN 13.8 CNC, která souvisela s výpočtem CEZ a jeho analýzou. Bylo využito diagramu příčin a následků pro zjištění hlavních vlivů na poruchy. Analýza CEZ byla poté ověřena snímkem pracovního dne a skutečný stav pracoviště byl zaznamenán na základě auditu pracoviště. Závěrem analytické části bylo její vyhodnocení.

Poslední částí praktické části byl samotný projekt zavádění totálně produktivní údržby. Projekt byl definován pomocí SWOT analýzy. Dále obsahoval harmonogram zavádění projektu. Následovaly samostatné návrhy na zlepšení jednotlivých pilířů TPM. Prvním pilířem byla autonomní údržba, kde se definovaly nové standardy údržby a mazací plány pro obsluhu stroje. Nový standard byl také vytvořen pro plánovanou údržbu. Další součástí zavádění TPM bylo navrhnutí nové metodiky výpočtu CEZ. Posledním pilířem bylo uvedení nového systému vzdělávání zaměstnanců související s údržbou. Závěrem byly vyčísleny náklady a přínosy projektu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. 1. vyd. Brno: SC, c2009, x, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.

ČERVENKA, Zbyněk. Řízení údržby pomocí počítače. *Automa: Časopis pro automatizační techniku* [online]. 2001, č. 7 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33627

Dílenský nábytek. *KOVOS* [online]. 2014 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.kovos.cz/katalog/produkt/dilensky-nabytek/zasuvkove-dilenske-skrine/vyska-skrine-1350-mm/dpo-04-a/>

HARTMANN, Edward H. *TPM: effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement*. 3. aktualisierte und erweiterte Aufl. München: mi-Fachverlag, 2007, 240 s. ISBN 978-3-636-03088-7.

<http://obchodnirejstrik.cz/unex-a-s-45192049/>

Ishikawa diagram. STŘELEČ, Jiří. *Vlastní cesta* [online]. 2012 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/ishikawa-diagram-1/>

Ishikawův diagram. *Management Mania* [online]. 2013 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>

JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 8071693944.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, s. r. o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.

Kovový nábytek. *E-REGALY* [online]. 2011 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.regaly-nabytek.cz/kovovy-nabytek/vybaveni-dilen/pracovni-stoly/dilensky-stul-svarovany-gs171.html>

KRUPA, Miroslav. Prediktivní údržba a metody technické prognostiky – seznámení se s problematikou. *Journal of Safety Research and Applications*. 2011, č. 4. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/josra/josra-04-2011/prediktivni_uzrzba_krupa.html

LEGÁT, Václav. Management a inženýrství údržby. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2013, 570 s., [4] s. obr. příl. ISBN 978-80-7431-119-2.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *TPM: Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-5-9.

MAŠÍN, Ivan. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 80-902235-0-8.

MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005. ISBN 80-903533-1-2.

MCCARTHY, Dennis a Nick RICH. *Lean TPM: a blueprint for change*. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2004, xv, 193 p. ISBN 0-7506--5857-6.

MCCARTHY, Peter Willmott and Dennis. *TPM a route to world-class performance*. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. ISBN 07-506-4447-8.

Papír a kancelář. *Drogerie PeMi* [online]. 2014 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://pemi.cz/cs/detail-zbozi/papir-1707:1:217/sherpa-stale-table-10-24261.html>

Paretova (ABC) analýza. ZIKMUND, Martin. *Business Vize* [online]. 2011 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>

PEXA, Martin. Teorie údržby. In: *Česká zemědělská univerzita v Praze* [online]. 2014 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: http://tf.czu.cz/~pexa/Predmety/PUS/Prednasky/2_Teorie_pojmy_RGB.pdf

SKORKOVSKÝ, Jaromír. Produktivita výroby a výkonnost podniku. *Automa: časopis pro automatizační techniku* [online]. 2005, č. 10 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30708

UNEX, a.s. *Interní dokumenty*. 2013.

UNEX: Strojírensko-metalurgická společnost [online]. 2014 [cit. 2014-01-06]. Dostupné z: <http://www.unex.cz/>

Význam údržby pro podnik. *Management consulting* [online]. 2014 [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.management-consulting.cz/userFiles/vykonudr.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TPM	Total Productive Maintenance (Totálně produktivní údržba)
ND	Náhradní díl
VT	Výrobní tým
VP	Výrobní provoz
DJ	
THZ	Technicko-hospodářský zaměstnanec
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN	Česká technická norma
LCC	Life Cycle Cost (Minimalizace celkových nákladů na životní cyklus)
TPEM	Total Productive Equipment Management
AM	Autonomous Maintenance (Autonomní údržba)
EM	Preventive Maintenance (Preventivní údržba)
PM	Equipment management
ND	Náhradní díl
TIP	Totální index produktivity

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Světové koncepty přístupů pro řešení problémů údržby ve výrobě	20
Obrázek 2 Sedm kroků autonomní údržby	24
Obrázek 3 Koncept plánované a preventivní údržby	27
Obrázek 4 Ishikawův diagram	33
Obrázek 5 Stroj WHN 13.8 CNC	41
Obrázek 6 Paretova analýza četnosti prováděných údržbářských aktivit a jejich procentuální kumulativní četnost	45
Obrázek 7 Četnost a náročnost v hod. jednotlivých kategorií údržbářských aktivit ve VT 2291	47
Obrázek 8 Vývoj počtu poruch a náročnosti na jejich odstranění ve VT 2291	48
Obrázek 9 Plošina	52
Obrázek 10 Ishikawův diagram	53
Obrázek 11 Snímek pracovního dne	56
Obrázek 12 Zjištěné nedostatky na pracovišti WHN 13.8	58
Obrázek 13 Dílenský stůl pro operátora	67
Obrázek 14 Skříňe pro uložení pracovního náradí	67
Obrázek 15 Odolný stojan pro často používané dokumenty	68
Obrázek 16 Proces odstranění abnormalit	69
Obrázek 17 Formulář o výskytu abnormality stroje	70
Obrázek 18 Dvoutýdenní mazací plán pro obsluhu	72

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání druhů údržby	16
Tabulka 2 Charakteristika základních prvků TPM	21
Tabulka 3 Soupis strojů VT 2291	40
Tabulka 5 Počet hodin preventivní údržby na jednu hodinu oprav	46
Tabulka 6 Součet časů jednotlivých činností pro výpočet CEZ	50
Tabulka 7 Snímek pracovního dne	54
Tabulka 8 SWOT analýza.....	63
Tabulka 9 Plán zavádění TPM.....	64
Tabulka 10 Možnosti úvodního čištění.....	66
Tabulka 11 Standard údržby pro obsluhu stroje WHN 13.8 CNC	71
Tabulka 12 Dvoutýdenní mazací plán pro obsluhu	73
Tabulka 13 Plánovaná preventivní údržba pro VT Údržba na zařízení WHN 13 CNC.....	74
Tabulka 14 Modifikovaný výpočet CEZ	75
Tabulka 15 Náklady na realizaci projektu	77

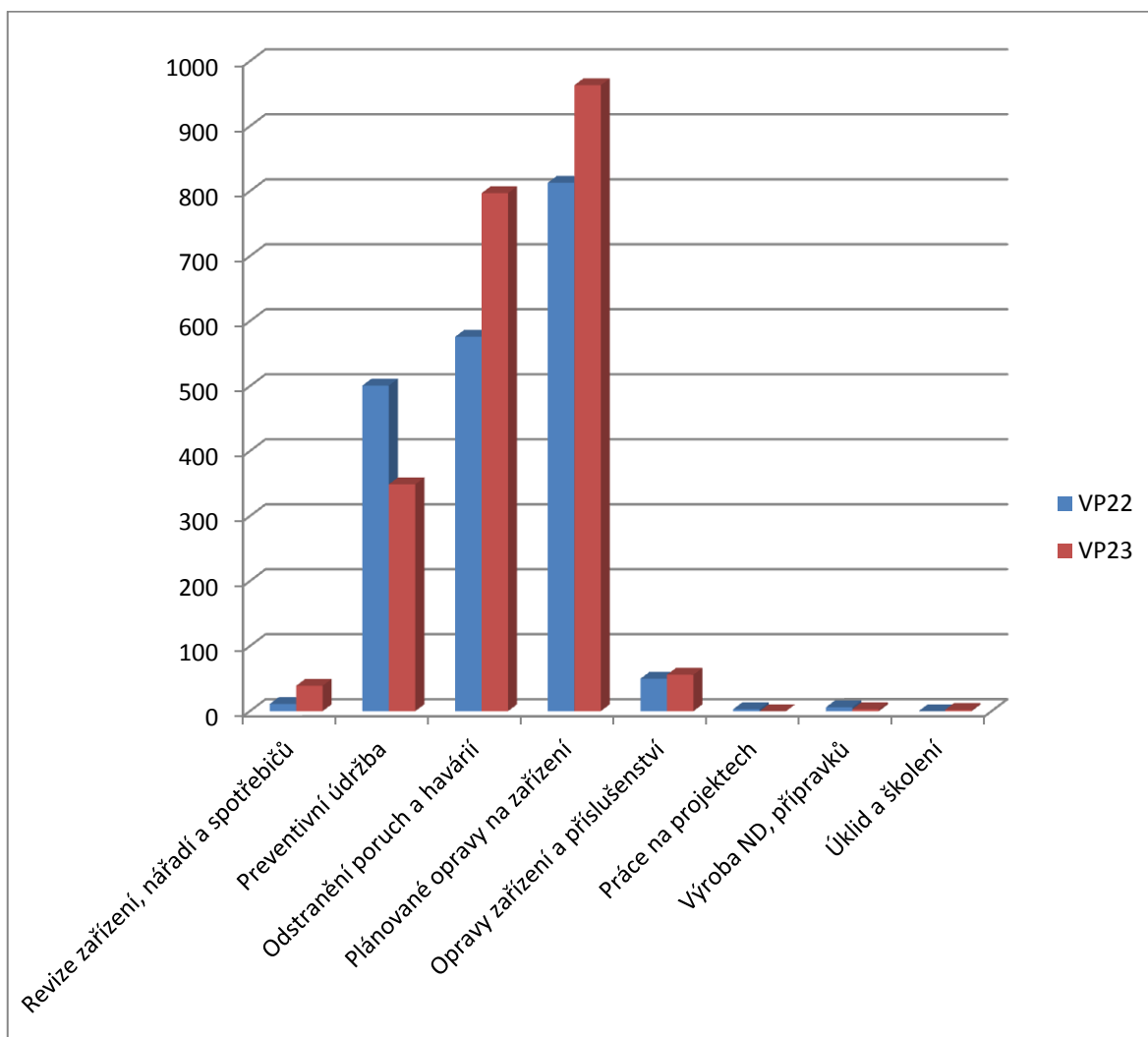
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Počet prováděných činností údržby ve výrobních provozech 22 a 23 za půl roku

Příloha PII: Vzor formuláře hlášení poruch

Příloha PIII: Srovnání výrobních týmů v provozu 22 z hlediska počtu provedených údržbářských aktivit a jejich náročnosti v hodinách

PŘÍLOHA P I: POČET PROVÁDĚNÝCH ČINNOSTÍ ÚDRŽBY VE VÝROBNÍCH PROVOZECH 22 A 23 ZA PŮL ROKU



(Vlastní zpracování)

PŘÍLOHA P II: VZOR FORMULÁŘE HLÁŠENÍ PORUCH

Datum založení 26.05.2010 08:20

Firma UNEX

Provoz 21

Středisko 2160

Inventární číslo 440615

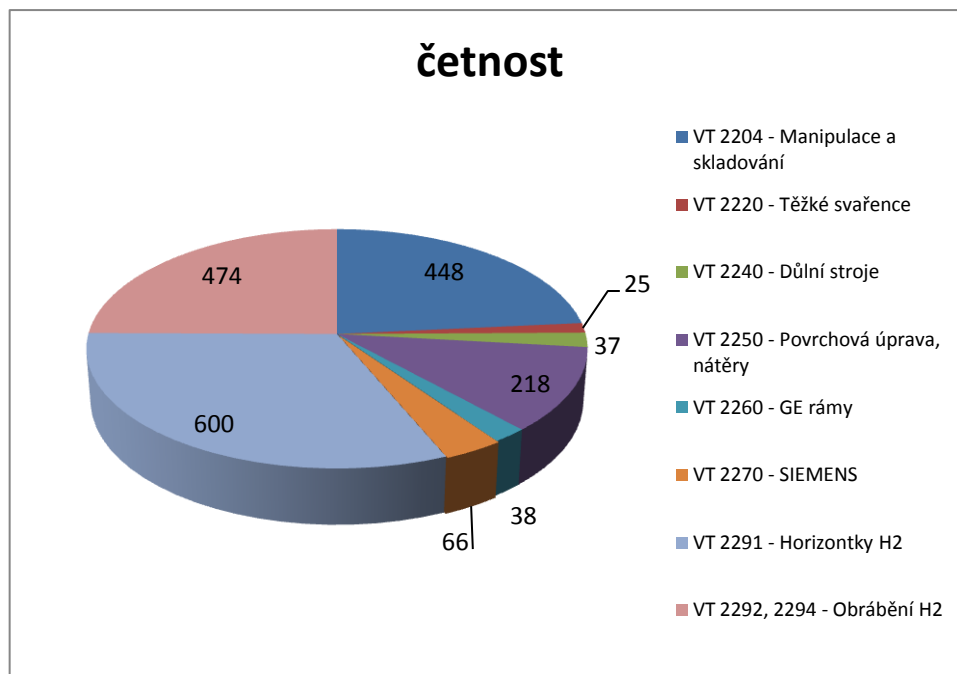
Název stroje karusel

Popis poruchy porucha motoru

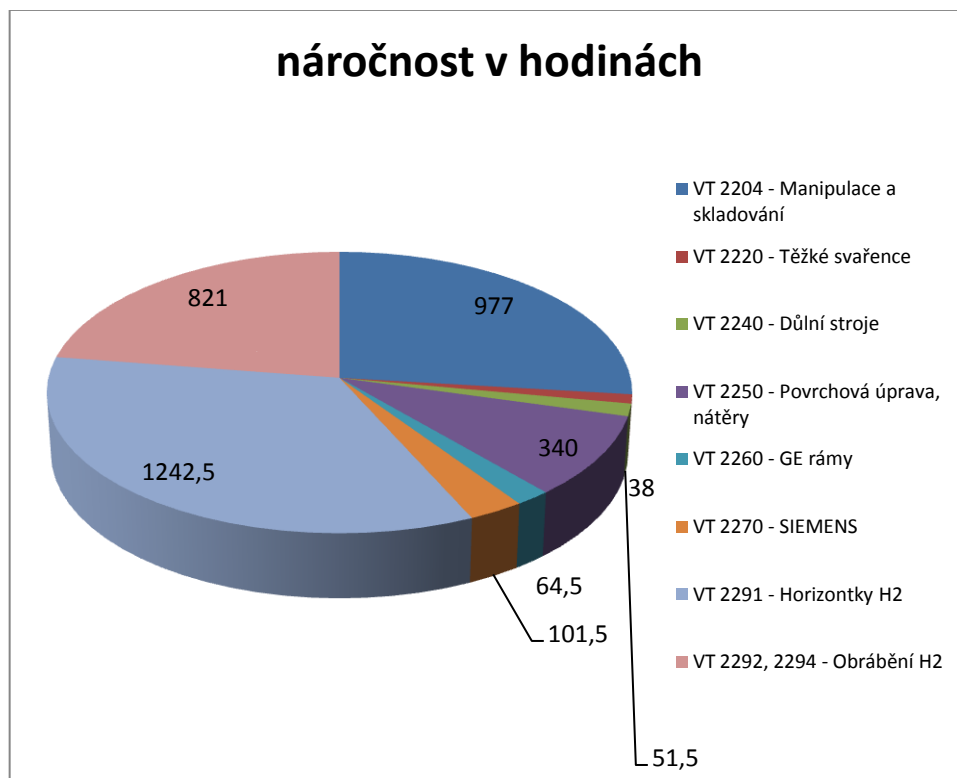
Plán. doba opravy (hod)

(Unex, 2013)

PŘÍLOHA PIII: SROVNÁNÍ VÝROBNÍCH TÝMŮ V PROVOZE 22 Z HLEDISKA POČTU PROVEDENÝCH ÚDRŽBÁŘSKÝCH AKTIVIT A JEJICH NÁROČNOSTI V HODINÁCH



(Vlastní zpracování)



(Vlastní zpracování)