Vysoká škola ekonomická v Praze

# Diplomová práce

2011 Jakub Novotný

Vysoká škola ekonomická v Praze Fakulta podnikohospodářská
Katedra podnikové ekonomiky 2010/2011

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

| | |
|---|---|
| Autor práce: | Bc. Jakub Novotný |
| Obor: | Podniková ekonomika a management |

Název tématu:

Aplikace metod Štíhlé výroby ze zvláštním zaměřením na metodu Total Productive Maintenance ve společnosti BAEST, a.s.

| | |
|---|---|
| Rozsah práce: | 102 stran |
| Datum zadání diplomové práce: | Listopad 2010 |
| Termín odevzdání diplomové práce: | Srpen 2011 |

| | |
|---|---|
| Řešitel | Bc. Jakub Novotný |
| Vedoucí práce | prof. Ing. Eva Kislingerová, CSc. |
| Oponent | Ing. František Kulovaný jr., MBA |
| Vedoucí ústavu | prof. Ing. Eva Kislingerová, CSc. |
| Děkan FPH VŠE | prof. Ing. Jaromír Veber, CSc. |

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Aplikace metod Štíhlé výroby ze zvláštním zaměřením na metodu Total Productive Maintenance ve společnosti BAEST, a.s.*, zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpal, v přiloženém seznamu literatury.

V Praze dne 29.8.2011 ……………………………….

podpis

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem aplikace konceptu pro optimalizaci údržby - Totálně produktivní údržba, a to v kontextu širšího konceptu štíhlé výroby, ve výrobní společnosti BAEST.

Obsahem práce je seznámení s teoretickým zázemím štíhlé výroby a údržby, posouzení současného stavu v oddělení údržby této společnosti v reflexi na toto teoretické zázemí, identifikace potenciálu pro zlepšení posouzením současného stavu a teoreticky ideálního stavu a návrh jednotlivých opatření, jak fungování oddělení údržby zlepšit a zefektivnit.



## Klíčová slova

štíhlá výroba, štíhlá údržba, totálně produktivní údržba, údržba, TPÚ, celková efektivita zařízení, OEE, šest velkých ztrát, 5S, hodnota, plýtvání, six sigma

## Abstract

This thesis is focused on the suggestions for the application of maintenance department optimization concept – Total productive maintenance, in the context of wider concept of lean manufacturing, in the BAEST company.

The content of the thesis is to get acquainted with the theoretical background of the lean manufacturing and maintenance, analysis of the current state at the company’s maintenance department reflecting the described theoretical background, identification of the potential for improvements by comparing the current state with the theoretically ideal state and coming up with individual recommendations for improvements of the maintenance department in order to make it better and more effective and efficient.



## Key words

lean manufacturing, lean maintenance, total productive maintenance, maintenance, TPM, overall equipment effectiveness, OEE, six major losses, 5S, value, waste, six sigma

**Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat:

všem za čas a úsilí, které mi při psaní této práce věnovali.

Jmenovitě:

- **Panu Ing. Františku Kulovanému** děkuji za umožnění psát tuto diplomovou práci a za přístup k lidem a informacím, které mi k psaní pomohli.
- **Paní prof. Ing. Evě Kislingerové** děkuji taktéž za umožnění psát tuto diplomovou práci, dále za včasnou a efektivní komunikaci a v neposlední řadě za věcné připomínky, které mi pomohly práci zlepšit nad rámec mých znalostí.

# 1 Obsah

1 Obsah ... 7
2 Úvod ... 9
2.1 Potřeba řešení daného tématu ... 9
2.2 Cíl práce ... 9
2.3 Metoda dosažení cíle ... 9
2.4 Předpoklady a omezení práce ... 10
3 Teoretická část ... 11
3.1 Štíhlý přístup k výrobě ... 11
3.1.1 Pět principů štíhlé výroby ... 12
3.1.2 Hodnota ... 12
3.1.3 Čtyři druhy aktivit ... 13
3.1.4 Plýtvání (waste, non value adding activity) ... 14
3.2 Nástroje štíhlé výroby ... 17
3.2.1 Organizace a vizuální řízení pracoviště pomocí metody 5U ... 18
3.2.2 Celková efektivity zařízení (CEZ, anglicky Overall Equipment Effectiveness, OEE) ... 21
3.2.3 Single Minute Exchange of Die (SMED) ... 23
3.2.4 Standardizace pracovních operací pomocí metody Standard Operating Procedure (SOP) ... 24
3.2.5 Statistické řízení procesů (Statistical Process Control, SPC) ... 25
3.2.6 Paretova analýza (doplnit) ... 26
3.2.7 Výběr produktové rodiny (product family) ... 27
3.2.8 DMAIC ... 29
3.3 Štíhlá údržba ... 30

3.3.1 Úvod a představení Štíhlé údržby ........ 30
3.3.2 Stupně zralosti oddělení údržby ........ 31
3.3.3 Totálně produktivní údržba ........ 33
3.3.4 Nejlepší praxe a excelence v údržbě (Best Maintenance Practice (PMP) & Maintenance Excellence) ........ 49
3.4 Praktická část ........ 52
3.4.1 Představení společnosti BAEST, a. s. ........ 52
3.4.2 Analýza současného stavu a jeho zhodnocení ........ 54
3.5 Závěr práce ........ 87
4 Vysvětlivky a seznamy ........ 88
4.1 Seznam obrázků a grafů ........ 88
4.1.1 Přehled použitých zkratek ........ 89
5 Zdroje ........ 90
5.1 Knižní zdroje ........ 90
5.2 Elektronické zdroje ........ 91
6 Přílohy ........ 91

# 2 Úvod

## 2.1 Potřeba řešení daného tématu

Tak jak ukazují obrázky „3-21 Tržby BAEST, a.s. 2006-09“ a „3-22 Čistý zisk BAEST, a.s. 2006-09“ na straně 54 a doplňující komentář, celosvětová finanční krize měla na společnost BAEST stejně jako na mnohé další společnosti neblahý dopad. Takovýto stav je samozřejmě zapotřebí řešit a vymyslet opatření k nápravě. Nejobecněji řečeno, je potřeba vymyslet jak opět pozvednout tržby (které se snížily desetinásobně) a snížit náklady (které relativně vzrostly, protože zisk se snížil dvacetinásobně). Tato práce se bude zabývat pouze tématem snížení nákladů, a to pomocí principů štíhlé výroby, ze zvláštním zaměřením na oddělení údržby.

Žádost o řešení tohoto tématu byla vypsána ředitelem společnosti BAEST MACHINES & STRUCTURES, a.s. panem Ing. Františkem Kulovaným, MBA, ve spolupráci s katedrou managementu fakulty Podnikohospodářské Vysoké školy ekonomické v Praze.

## 2.2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bude ohodnotit současný stav společnosti z úhlu pohledu fungování principů štíhlé výroby a především štíhlé údržby a následně v jednotlivých oblastech navrhnout opatření, která by měla společnost pozvednout na vyšší úroveň z hlediska provozní efektivnosti.

To by mělo při úspěšné implementaci zlepšit účinnost fungování oddělení údržby z hlediska počtu poruch, doby strojů v poruše, reakčních časů při poruše a doby oprav. V dlouhodobém hledisku několika let umožní navrhovaná opatření také podstatně snížit náklady na údržbu a celkově zjednodušit její řízení.

## 2.3 Metoda dosažení cíle

Cíle bude dosaženo zjištěním stavu, který v současnosti panuje v jednotlivých oblastech údržby a taktéž v některých souvisejících oblastech z hlediska štíhlého přístupu. Tento stav bude zjištěn převážně pomocí polostrukturovaných rozhovorů, získáním a

analýzou primárních dat a také pozorováním (prohlídkou provozu, užívaných dokumentů, IT systému apod.). Zaměření veškerých zkoumání současného stavu bude na hledání příležitostí pro zlepšení. Proto je nutno mít na paměti, že tón práce, který může být nesprávně vyložen jako kritika, je spíše cíleným vyhledáváním nedostatků, jejichž vyřešení pomůže společnost posunout dále směrem k provozní efektivnosti.

Poté budou současný stav porovnán se známými „best practice“ popsanými v teoretické části. Tam, kde budou identifikovány nějaké významné rozdíly a nedostatky, budou navržena opatření, jak tyto nedostatky odstranit a tak se přiblížit k best practice v dané oblasti a tedy k vyšší provozní efektivnosti.

## 2.4 Předpoklady a omezení práce

Jak bylo řečeno v části o potřebě řešení problému, nutné je nejen snižovat náklady a zlepšovat provozní efektivnost, ale taktéž zvyšovat tržby. Tato práce se efektivitou prodejního oddělení ani procesu prodeje zabývat nebude, nicméně jedním z předpokladů je, že společnost generuje dostatečné peněžní prostředky, aby si strategické iniciativy typu Total Productive Maintenance[1] (TPM) mohla dovolit a byla ochotna vyčlenit finanční a lidské zdroje na jejich podporu a rozvoj.

Má-li společnost dostatek zdrojů, které je ochotna investovat do této iniciativy, dalším velice důležitým předpokladem je zapojení managementu, tzv. committment. Každá významná změna potřebuje dostatek podpory shora, aby všichni viděli, jakou vizi vedení společnosti má a že je odhodláno jí dosáhnout. To by mělo působit jak pozitivně ve formě motivace ke změně, tak negativně ve formě odstrašení odpůrců změn, kteří jejich zavedení blokují všemi možnými způsoby, aby se nemuseli posunout se zvé komfortní zóny..

Má-li společnost dostatek zdrojů i podpory, další důležitou podmínkou bude dostatečné know-how. Potřebné znalosti a dovednosti musí vlastnit nejen vedení společnosti (které má odborné znalosti na vysoké úrovni), ale taktéž všechny nižší články by měly být (do větší či menší míry) dostatečně zaškoleny a chápat co, proč a jak mají dělat. Zde má společnost mimo jiné důležitou podporu externího konzultanta p. Debnára a také tato práce si klade za cíl být významným přispěním k pozvednutí úrovně znalostí v diskutované iniciativě.

[1] Totálně Produktivní Údržba = celková koncepce řízení a fungování oddělení údržby, která budou hlavním zaměřením této diplomové práce

Co se omezení na úrovni této práce týče, bude spočívat především v dostatku informací ze společnosti BAEST k jejímu sepsání. Především je očekáván nedostatek primárních dat z IT systémů a snížená dostupnost zaměstnanců společnosti k rozhovorům. Data jsou důležitá k podpoře faktů, která jsou získána pomocí rozhovorů. Pokud data k dispozici nebudou, mnohá zjištění potom nejsou zcela prokazatelná a tak je nutno je i brát a chápat.

Dalším omezením na úrovni této práci by mohlo být riziko neporozumění některým termínum. Pro nedostatek standardizace překladů anglických terminů budou v práci české názvy doplňovány o anglické ekvivalenty, aby byla zajištěna snadná orientace čtenáře a tímto nedorozuměním se alespoň částečně předešlo.

# 3 Teoretická část

V této části budou vysvětleny základní koncepty štíhlé výroby a také nejlepší praxe řízení údržby. Část by měla umožnit čtenáři pochopit co to znamená „štíhlý" ve smyslu lean, co je to hodnota a plýtvání, jaké nástroje štíhlá výroba používá, jak se měří a vyhodnocuje jejich dopad, jakým způsobem prioritizovat své úsilí, co znamená štíhlý v oddělení údržby, jaké existují zralostní stupně v oddělení údržby a jaké nejlepší praxe použít, aby se podnik po těchto zralostních stupních posunul co nejvýše – nástroje Totálně produktivní údržby.

Veškerá teorie zde popsaná je čerpána buď z dostupné literatury uvedené v seznamu literatury, nebo z vlastní praxe v rámci společnosti PricewaterhouseCoopers Česká Rebuplika, s.r.o. (dále jen PwC), pracovní skupiny Operational Excellence.

## 3.1 Štíhlý přístup k výrobě

Štíhlý přístup či štíhlá výroba (lean, lean manufacturing) je „přístup zaměřený na zákazníka poskytující efektivní řešení (uspokojení jeho potřeb) vyžadující minimální spotřebu zdrojů" (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002). „Vše, o co se v podstatě štíhlá výroba snaží, je, aby každý proces vždy vyráběl pouze to, co následující proces potřebuje, a v čase, ve kterém to potřebuje. Cílem je vytvořit plynulý tok celou fabrikou za účelem co nejkratší doby realizace (lead time), požadované kvality a nejnižších nákladů." (Rother & Shook, 1999). Další, obsahově širší definice Štíhlé výroby či přístupu

je tato: „Štíhlá výroba je metoda odstranění plýtvání ze všech oblastí výroby (podniku) včetně vztahů se zákazníky (obchod, dodání, fakturace, spokojenost se službami a výrobky), návrhu výrobků, dodavatelské sítě, toku výrobou, údržby, technické přípravy výroby, zajištění kvality a péče o výrobní budovy a zařízení. Jejím cílem je využít méně lidské práce, zásob a času k reakci na potřeby zákazníků, méně času k vývoji nových výrobků a méně prostoru k výrobě kvalitních výrobků tím nejefektivnějším a nejhospodárnějším způsobem.“ (Smith & Hawkins, 2004) Štíhlý přístup může být popsán pěti klíčovými principy, které celou cestu shrnují a které jsou základem pro eliminaci veškerých plýtvání (waste, viz 3.1.4).

Průkopníkem metod štíhlé výroby byl japonský výrobce automobilů Toyota. Jejich přístup je známý pod označením Toyota Production System (TPS), který byl potom dále rozšiřován a zdokonalován.

### 3.1.1 Pět principů štíhlé výroby[2]

1. **Hodnota (value)**. Specifikace, co přidává a co nepřidává hodnotu z pohledu zákazníka (externího i interního), nikoli z pohledu firmy či jednotlivých jejich oddělení.
2. **Hodnotový proud (value stream)**. Identifikace veškerých kroků, které jsou potřeba k návrhu, objednávce a výrobě výrobku (tzv. hodnotový proud) a zvýraznění těch kroků, které hodnotu nepřidávají (tj. případů plýtvání, waste, viz 3.1.4).
3. **Tok (flow)**. Uskutečnění takových opatření, která vytvářejí tok hodnoty bez různých přerušení, zpětných toků či vzniku nekvality a potřebě přepracování a šrotace.
4. **Tah (pull)**. Výroba pouze toho, co chce zákazník, pomocí principu tahu.[3]
5. **Dokonalost (perfection)**. Neutuchající snaha o dokonalost – trvalé zlepšování a odhalování dalších a dalších vrstev a případů plýtvání a jejich postupné odstraňování.

### 3.1.2 Hodnota

Jak již bylo řečeno, cílém štíhlého přístupu je zaměření na vytváření hodnoty a odstraňování jejího opaku – plýtvání (waste, viz 3.1.4).

---

[2]Zdroj: (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002)

[3] „Výroba na daném pracovišti je odvislá [nikoliv od plánování, ale] od poptávky následujícího pracoviště a na posledním stupni (pracovišti) od poptávky zákazníka.“ (Lunau, a další, 2009)

Hodnota je to, co zákazníka chce a požaduje. To se týká jak fyzických prvků výrobku, tak méně hmotných atributů jako jsou dodací lhůty či celková úroveň služeb s výrobkem spojených. Zde často společnosti chybují tím, že jejich představa o tom, co zákazník chce, je často mylná nebo minimálně zkreslená. Vytváření té správné hodnoty pro zákazníka je přitom klíčovou konkureční výhodou a zdrojem tržeb, přičemž minimální spotřeba zdrojů během procesu tvorby hodnoty je zase základem pro snižování nákladů.

Z hlediska údržby je hodnotou to, co definují její zákazníci. Hlavním zákazníkem oddělení údržby je oddělení výroby, které jako hodnotu považuje dostupnost a spolehlivost strojů. To znamená, že na strojích mohou vyrábět kdy chtějí (tzn. nejsou ani rozbité, ani na nich údržba neprovádí přílišné preventivní kontroly a tedy je neblokuje pro výrobu) a stroje jsou zároveň v takovém stavu, že nevytváří nekvalitu (zajížďky nepočítaje). Tohoto stavu je možné dosáhnout pravidelným vyměňováním dílů či celých strojů tak, aby byly stroje v podstatě stále jako nové. To by ovšem stálo neúměrné množství finančních prosředků, a proto je nutné nést na paměti, že dalším zákazníkem oddělení údržby je management společnosti. Ten má také zájem na tom, aby výroba mohla vyrábět, ale tento přínos musí být vyvážen adekvátní spotřebou zdrojů na jeho zajištění, protože hodnotou pro management společnosti je jistě nějaký výkonový ukazatel společnosti[4] (obvykle ten, na který má management navázán svůj motivační systém).

### 3.1.3 Čtyři druhy aktivit

Budeme-li se bavit o vzniku hodnoty a plýtvání, je účelné veškeré aktivity, které jsou ve firmě vykonávány, rozdělit do čtyř kategorií.

1. **Aktivity přidávající hodnotu (Value adding, VA)**

   „Jedná se o aktivity, které z pohledu zákazníka dělají výrobek či službu hodnotnější. Nejjednodušší způsob jak je nalézt je jednoduše se zeptat, jestli by za danou aktivitu byl zákazník ochoten zaplatit." (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002) Příkladem může být vylisování výrobku, namontování různých částí, barvení, izolace kabelů, prostě vše co vede k tomu, aby výrobek na konci vypadal tak jak zákazník chce a plnil funkce, které zákazník požaduje. Z hlediska údržby se jedná o opravení stroje, výměnu filtrů či oleje, apod.

[4] Od jednoduchých typu velikost tržeb, velikost zisku, po mnohem komplexnější typu ekonomická přidaná hodnota.

2. **Aktivity přidávající hodnotu v budoucnosti (Future value adding, FVA)**
„Aktivity, které z pohledu zákazníka dělají výrobek či službu hodnotnější v nějakém budoucím časovém okamžiku. Například poskytnutí marketingových informací o výrobku, o kterém zákazník dosud nevěděl a rád by ho měl, či tvorba nového výrobku či služby.“ (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002) Z hlediska údržby se jedná například o preventivní či prediktivní údržbu, kde se důkladnou kontrolou stroje a odhalením problémů v počátcích zajistí, že se neočekávaně nerozbije v budoucnu. Taktéž sběr dat pro budoucí analýzy by se dal zařadit do tého kategorie.
3. **Podpůrné aktivity (support activity, SA)**
„Aktivity, které z pohledu zákazníka nedělají výrobek či službu hodnotnější, ale jsou nezbytné, aniž by současný výrobní proces byl radikálně změněn. Takové aktivity se jen těžko mění v krátkém období, ale je možné je odstranit v dlouhém období právě nějakou radikální změnou procesu. Příkladem může být inspekce každého výrobku na konci výrobní linky pro odhalení kvalitativních nedostatků z důvodu starého a nespohlehlivého výrobního zařízení.“ (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002) Z hlediska údržby se může jednat o občasnou kontrolu, zda-li externí firma provádí své preventivní prohlídky dostatečně účelně a časově efektivně.
4. **Aktivity nepřidávající hodnotu (non value adding, NVA) neboli plýtvání (waste, W)**
„Aktivity, které z pohledu zákazníka nedělají výrobek či službu hodnotnější a nejsou zcela nezbytné ani za současného výrobního procesu. Tyto aktivity by měly být terčem pro okamžitou nebo brzkou eliminaci. Jedná se například o překládání výrobku z přepravního boxu jedné velikosti, do přepravního boxu jiné velikosti tak, aby mohlo dojít k přepravě po závodu.“ (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002) Z hlediska údržby se jedná například o přílišný sběr dat o údržbě či neustálé kontroly strojů a zařízení, aniž by měly prokazatelný dopad na snížení pravděpodobnosti jejich selhání či poruchy.
Kategorizace těchto aktivit je rozpracována v následující podkapitole o plýtvání.

### 3.1.4 Plýtvání (waste, non value adding activity)

Plýtváním je vše, co nepřidává hodnotu pro zákazníka. Shingeo Shingo v rámci Toyota Production System popsal celkem sedm druhů plýtvání (tzv. 7 muda). Ty mají za

následek mnohé negativní dopady na efektivitu a hospodárnost výrobního procesu, z nichž tři nejhlavnější jsou

a) prodloužení doby realizace (lead time), což snižuje úroveň obsluhy odebírajícího procesu (ať už interního, nebo externího zákazníka) a celkovou kapacitu podniku,

b) zvyšování množství a doby skladování zásob spojených se spotřebou mnohých zdrojů (na manipulace, místa pro uložení, organizaci apod.) včetně vázání peněžních prostředků,

c) nadměrné úsilí výrobních pracovníků i managementu.

Jako mnemotechnická pomůcka pro zapamatování (anglických názvů) těchto druhů plýtvání slouží jméno TIM WOODS, složené z počátečních písmen jednotlivých druhů plýtvání.

**Přeprava (T**ransport**)** Zbytečné pohyby po výrobním areálu lidí, strojů (např. VZV), materiálu, zásob rozpracované výroby, výrobků, ale i informací. Výsledkem je spotřeba času a dopadem na dobu realizace a obslužnost zákazníka, zbytečné úsilí a především spotřeba nákladů.
„Z hlediska údržby se bude jednat o nutnost dojít si pro náhradní díly či dokumentaci na neprakticky vzdálené místo, nenošení u sebe často užívaných nástrojů, či například pracovní příkazy pro stroje, které nejsou pro údržbu právě k dispozici." (Smith & Hawkins, 2004)

**Zásoby (I**nventory**)** Zbytečné skladování a zdržování výrobků a informací, které má za následek vázání finančních prostředků, potřebu uskladnění spojenou s nárokem na místo, nutnost třídění a označení, manipulace... Výsledkem je opět nadměrná spotřeba nákladů.
„Z hlediska údržby se zde jedná o časté případy nedostatku zásob náhradních dílů, velké zásoby dílů málo používaných, drahých či dílů s omezenou dobou životnosti. Dalším příkladem tohoto druhu plýtvání v údržbě je špatně zorganizovaný sklad náhradních dílů bez dostatečné katalogizace a označení, způsobující nutnost hledání." (Smith & Hawkins, 2004)

**Pohyby (M**otion**)** Zbytečné pohyby jednotlivých pracovníků, jako například otáčení se, shýbání a narovnávání se, natahování se někam či pro něco,

| | |
|---|---|
| | nepohodlná či krkolomná manipulace atd. Tento druh plýtvání je obvykle způsoben špatnou organizací pracoviště a ergonomií práce. Výsledkem je nadměrné úsilí pro vykonání činnosti pracovníků, které může vyústit i v zdravotní problémy (a tedy zvýšenou nemocnost), prodloužení času pro vykonání úkonů s dopadem na dobu realizace a snížení plynulosti toku výrobou, ale i ztracené předměty. „V údržbě se jedná o hledání klíčových informací typu schématických diagramů, manuálů, seznamů náhradních dílů či historií oprav, které všechny jsou různě roztroušené pro fabrice." (Smith & Hawkins, 2004) |
| **Čekání** (**W**aiting) | Doby neaktivity lidí, materiálu, zásob rozpracované výroby, výrobků, ale i informací. Výsledkem je špatný tok všech uvedených kategorií a opět dlouhá doba realizace (lead time) s nepříznivým dopadem na obslužnost zákazníka. „Z hlediska údržby se jedná o případ, když pracovníci údržby musí čekat na náhradní díl, který nemají k dispozici, nebo na jakoukoliv jinou událost. Problém bývá často způsobem špatným procesem plánování času údržbářů (a koordinace s výrobním oddělením) a přiřazování úkolů." (Smith & Hawkins, 2004) |
| **Nadprodukce** (**O**verproduction) | Nejvýznamnější zdroj plýtvání. Dochází k němu, když se vyrábí více či dříve, než následující operace skutečně potřebuje. Způsobuje většinu problémů způsobených ostatními druhy plýtávní - špatný tok materiálu, zásob rozpracované výroby, výrobků, ale i informací, vázání peněžních prostředků, potřeba uskladnění a tedy i místo, manipulaci za použití lidí a strojů (např. VZV) a také potřebu určitého označení a utřídění. Navíc tím, že se vyrábí to co není potřeba, dochází k zdržení a prodloužení doby realizace toho, co je potřeba, a tím pádem také k snížení flexibility vůči zákazníkovi a zvýšeným nárokům na kapacitu. (Rother & Shook, 1999) Tento druh plýtvání je obvykle způsoben výrobou ve velkých dávkách (batching). Z hlediska procesu údržby se jedná o víc aktivit než je třeba, aniž by došlo k prokazatelnému nárůstu spolehlivosti strojů a zařízení. „Často |

| | |
|---|---|
| | dochází ke kontrolám zařízení v rámci preventivní údržby znovu a znovu, aniž by se kdy něco našlo. To znamená, že buď se preventivní údržba provádí, ale zařízení se potom stejně rozbije (takže byla zbytečná), nebo se provádí preventivní údržba pro zařízení, které se zřídka rozbíjí či selhává v předověditelných intervalech (takže opět byla zbytečná)." (Smith & Hawkins, 2004) Jiným příkladem nadprodukce z hlediska údržby může být nadměrné a neopodstatnitelné zaznamenávání dat o údržbě. |
| **Nadměrné zpracovnání** (**O**verprocessing) | Provádění výrobních procesů za použití špatné sady nástrojů a pracovních úkonů, kdy může být použit jednodušší a efektivnější postup. Výsledkem je opět prodloužená doba realizace a nadměrné úsilí a spotřeba zdrojů.<br>„Z hlediska údržby se typicky jedná o špatně zorganizovaný systém přidělování práce, přílišné reportování a papírování, neefektivní trénink, který je nutné opakovat..." (Smith & Hawkins, 2004) |
| **Nekvalita a přepracování** (**S**crap & rework) | Chyby v kvalitě výrobku a to jak fyzické, tak například i v dodacích lhůtách či dokumentaci. Nutností je v lepším případě přepracování, v tom horším celková šrotace, v obou případech s duplicitní spotřebou zdrojů a prodloužení doby realizace.<br>„Z hlediska údržby se jedná o nutnost znovuopravení stroje, který se krátce po opravě opětovně rozbil či opravování stroje, který se rozbil znovu kvůli stejné příčině, jež předtím nebyla správně nalezena a napravena." (Smith & Hawkins, 2004) |

## 3.2 Nástroje štíhlé výroby

Cílem štíhlé výroby je tedy odstranit co nejvíce aktivit nepřidávajících hodnotu, tzv. plýtvání, a zbytek aktivit propojit do plynulého toku informací a materiálu od zákazníka až po první výrobní operaci (případně až k dodavatelům).

K zavedení principů štíhlé výroby bylo vytvořeno nespočet (stovky) nástrojů. S optimalizací údržby blíže souvisejí a v této práci budou popsány některé z nich:

- Organizace a vizuální řízení (visual management) pracoviště pomocí metody 5U
- Měření celkové efektivity zařízení (Overall Equipment Effectiveness, OEE)
- Snížení délky výměn nástrojů (changeover) pomocí metody Single Minute Exchange of Die (SMED)
- Standardizace pracovních operací pomocí metody Standard Operating Procedure (SOP)
- Statistické řízení stability a spolehlivosti procesů (Statistical process control, SPC)
- Snížení počtu a délky trvání neplánovaných odstávek pomocí metody Total Productive Maintenance (TPM)
- Odhalení toho podstatného na co se zaměřit pomocí Paretova pravidla (Pravidlo 20:80)
- Určení prioritní produktové rodiny, na kterou je vhodné se zaměřit
- DMAIC (define, measure, analyze, improve, control)

### 3.2.1 Organizace a vizuální řízení pracoviště pomocí metody 5U[5]

Předpokladem pro zavedení veškerých metod štíhlé výroby je standardizace na pracoviště a jeho celková organizace. To se provádí metodou 5U. Jak název naznačuje, metoda je pětistupňová, z nichž každý stupeň může být nazván slovem začínajícím na písmeno U[6].

**1. Utřídit**

Na prvním stupni se odstraní z pracoviště vše, co tam nepatří, nebo se často nepoužívá. Obvykle na pracovišti zůstanou předměty, které se používají denně, v blízkosti pracoviště ty používané týdně a méně často používané předměty se umístí centrálně pro danou dílnu nebo závod. Většinou se jedná o postupně vzniklý nepořádek a věci, nástroje, materiál a zásoby, které tam někdo odložil a nechal, případně které nemají standardizované místo uložení jinde. Proces vyklízení se obvykle provádí postupně po jednotlivých provozech, z důvodu většího přehledu a jednoduššího řízení celého procesu. Na počátku se (v nejlepším případě na každém provoze, ale případně i za podnik jako celek) stanoví místo nazvané

[5] Zdroj – vlastní materiály a praxe z PwC

[6] Původní název je 5S a je zkratkou japonských slov Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

karanténní zóna. Všechny nepotřebné předměty se označí tzv. červeným štítkem (obsahující alespoň nálezce, druh a označení nálezu, místo nálezu, množství, datum a důvod pro červený štítek), zapíší do knihy červených štítků[7] (obsahující veškeré údaje z červeného štítku) a odnesou do karanténní zóny. Jednou za čas by měla probíhat dražba, kdy si jiné provozy mohou vzít z karanténní zóny co potřebují, a zbylé předměty se prodají externím firmám nebo vyhodí úplně.

## 2. Uspořádat

**3-1 Stínová tabule**

**3-1 Zdroj: http://www.kaon.com.au/index.php?page=visual-management-and-visual-control-for-lean-manufacturing**

Po zbavení se všeho, co na pracovišti nutné není v prvním kroku se vytvoří standardizované místo pro všechno, co na daném pracovišti nutné je. Jedná se o takové umístění předmětů, které zajistí jejich snadné nalezení a použití pro každého, kdo je používá. Pro každý předmět se vytvoří konkrétní místo, na kterém musí ležet, pokud není zrovna používán, nebo do kterého musí být umístěn minimálně vždy po skončení a předání směny. Toto místo je u denně používaných předmětů buď na pracovišti, na pohyblivém pracovišti (např. regál na kolečkách) či dokonce na těle pracovníka. Často se používají takzvané stínové tabule, na kterých je okamžitě vidět kam co dát a co chybí. Věci by měly být umístěny podle četnosti používání a v zájmu hospodárnosti pohybu. Věci, které se používají společně by měly zůstat pohromadě. Označí se také místo, kam bude přicházet materiál a přicházející zásoby rozpracované výroby a kam se naopak budou dávat dokončené zásoby rozpracované výroby či hotové výrobky. Takové místo by mělo být označeno nejen horizontálně, neboli kam se mají položit, ale i vertikálně, neboli kolik jich na pracovišti musí minimálně být, aby mohlo bezproblémově fungovat, a maximálně být, aby nedocházelo k přílišnému plýtvání.

## 3. Uklízet

Na začátku se provede generální čištění, které by všechny stroje mělo uvést do stravu “jako nový”. Na čištých strojích a zařízeních jsou veškeré problémy dobře viditelné, včetně snažšího odhalování vad výrobku. Veškeré abnormality (např. praskliny, trhliny,

[7] Ideálně v elektronické podobě

úniky oleje, nefunkční ukazatele a budíky...) se označí tzv. žlutým štítkem a předají oddělení údržby (blíže o tomto procesu viz část o žlutých štítkách v kapitole 3.3.3.6). Uklízí se pravidelně a často za účelem udržení pořádku a identifikace problémů. Obvykle je zavedeno čištění denní během směny či po směně, rozsáhlejší týdenní a nejrozsáhlejší měsíční spojené s preventivní údržbou.

**4. Určit normy**

Vytvoří se standardizované a jednoduché instrukce pro organizovanost pracoviště, úklid, kontrolu, údržbu a bezpečnost. Instrukce by měly být srozumitelné a rychle a jednoduše použitelné, například jednostránkové s fotografiemi. Tyto normy jsou vynucované například zahrnutím do odměňovacího systému, dokud se nestanou součástí kultury společnosti.

**5. Udržet**

Cílem je, aby veškerá opatření byla od zavedení udržována, vynucována a postupně zlepšována na základě zkušenosti a nápadů pracovníků, která je používají. Důležitá je jasně přidělená zodpovědnost, správná komunikace a chápání důležitosti 5U. Musí být vyhrazen pracovník, který bude provádět pravidelné audity 5U, a musí mu býti dán čas tuto činnost provádět. Jako pomůcka pro pocit úspěchu a motivaci pro další 5U iniciativy pomáhá před a po každém "U" vyfotografování stavu pracoviště a zařízení, nejlépe obsluhou daného pracoviště. Také vyvěšení výsledků auditů na nástěnkách, aby každý viděl, jak si dané pracoviště vede, a následná diskuze s obsluhou daného pracoviště.

Zavedení metody 5U umožňuje jednoduché a rychlé vizuální řízení, kde je okamžitě patrné, zda-li na pracovišti něco chybí nebo přebývá. Díky tomu je možná okamžitá identifikace plýtvání a nalezení zdroje plýtvání, který je potřeba eliminovat. Dochází k zrychlení procesu výměny nástrojů (changeover) tím, že vše potřebné (například nástroje, formy či jakékoliv jiné měněné a přenastavované části strojů a zařízení) jsou okamžitě při ruce, přehledně označené a nedochází k hledání ani užití chybných s neblahými následky. Také zavedením této metody ve skladu náhradních dílů (ND) často dochází k významné úspoře času pracovníků údržby okamžitým nalézáním předmětů, které dříve byly hledány i desítky minut, a také lepším způsobem řízení počtu jednotlivých náhradních dílů (blíže o skladu ND viz 3.3.4.2).

Tím, že jsou stroje čisté, dochází k snadnému odhalení veškerých skrytých závad a problémů a jejich dalšímu řešení před tím, než budou mít vliv na kvalitu výroby nebo hůře na selhání výrobního zařízení. Metoda zároveň podporuje bezpečnost na pracovišti, buduje

smysl pro disciplínu pracovníků a v konečném důsledku vytváří větší spokojenost na pracovišti. Pracovníci se cítí lépe na zorganizovaném, bezpečném a přehledném pracovišti, kde mají vše co potřebují okamžitě k ruce, bez vyčerpávajícího hledání, neustálého zakopávání o předměty a podobně. A konečně, metoda vytváří základ pro zavedení rychlých výměn (changeovers, viz 3.2.3) a pro další standardizaci, tentokrát pracovních operací, pomocí metody Standard Operating Procedures (SOP, viz 3.2.4).

### 3.2.2 Celková efektivity zařízení (CEZ, anglicky Overall Equipment Effectiveness, OEE)

Celková efektivita zařízení (dále jen OEE) je kompozitní ukazatel reflektující ztráty ve výrobě ze tří úhlů pohledu zároveň - dostupnosti, výkonu a kvality. Ukazatel se počítá jako: OEE (%) = Dostupnost (%) * Výkon (%) * Kvalita (%).

„Dostupnost (availability) znamená, kolik procent z naplánovaného času výroby zařízení skutečně vyrábělo (neboli nebylo v neplánované odstávce z důvodu poruchy či dlouhého přechodu z výrobku na výrobek).

Dostupnost = Skutečná dostupnost (v min.) / Plánovaná dostupnost (v min.).

Výkon (performance) znamená, kolik procent výrobků z naplánovaného množství výrobků zařízení skutečně vyrobilo.

Výkon = Vyrobený počet výrobků (kvalitních i nekvalitních) / Očekávaný počet výrobků (na základě skutečné dostupnosti).

Kvalita (quality[8]) znamená, kolik procent výrobků ze všech vyrobených splnilo kvalitativní požadavky.

Kvalita = Počet kvalitních výrobků / Počet vyrobených výrobků.“ (Brook, 2010)

Provozní definice jednotlivých částí ukazatele se nicméně mohou podnik od podniku mírně lišit.

Pokud je například zařízení dostupné jen 70 % času jeho výkon je pouze 85 % normovaného výkonu a pouze 85 % výrobků dosahuje akceptovatelné kvality, potom ukazatel OEE dosahuje: OEE = 70 % * 85 % * 85 % = 50 %. To znamená, že podnik v podstatě využívá pouze 50 % instalované kapacity zařízení!

---

[8] Někdy se také nazývá „yield = podíl dobrých (vyhovujících kvalitativním požadavkům) výrobků ze všech vyrobených“ (Lunau, a další, 2009)

„Konceptuální rámec, jak se dívat na ztráty OEE je takzvaných Šest velkých ztrát (six big losses, six major losses). Z hlediska dostupnosti se jedná o ztráty z důvodů poruchovosti zařízení a doby výměn z výrobku na výrobek (changeovers), z hlediska výkonu se jedná o nižší než normovanou rychlost a krátká čekání a přerušení výroby, z hlediska kvality se jedná o technologickou nekvalitu (nájezdy) a dále výrobní nekvalitu (šrotaci a přepracování)“.[9]

3-2 Velikost OEE jako funkce působení Šesti velkých ztrát.

3-2 Zdroj: Vlastní tvorba

Důležité je nejen odhalit, kde se skrývá potenciál ke zlepšení, ale především aplikace opatřeních, aby se ztrátám OEE zabránilo.

Z hlediska dostupnosti lze redukovat ztráty z důvodu poruch aplikací metody řízení údržby Total Productive maintenance (TPM, viz 3.3.3), kterou se bude zabývat majoritní část této práce, a dále aplikace metody rychlých výměn Single Minute Exchange of Die (SMED, viz 3.2.3) v kombinaci s metodou 5U (viz 3.2.1) a zavedením standardních pracovních postupů (Standard Operating Procedure, SOP, viz 3.2.4).

Zvýšení výkonu pomůže lepší péče o zařízení opět pomocí metody TPM či správné zacházení se zařízením taktéž zajištěné pomocí SOP a pro krátká přerušení automatizovaná analýza doby cyklu[10] s následními opatřeními.

Pro kvalitu bude přínosná aplikace měření pomocí metody statistického řízení procesů (Statistical Process Control, SPC, viz 3.2.5) opět s následnými opatřeními.

---

[9] Zdroj: http://www.oee.com/oee-six-big-losses.html, citováno dne 28. května, 2011

[10] Čas, který uběhne mezi 2 díly vycházejícími z procesu. (Rother & Shook, 1999)

### 3.2.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)[11]

Výrobní zařízení může být nedostupné a tedy snižovat kapacitu podniku z mnoha důvodů, z nichž jeden je právě doba výměny nástrojů při přechodu z jednoho výrobku na jiný (changeover). Cílem metody je tedy zkrátit čas seřizování stroje mezi různými zakázkami.

Postup je takový, že se důkladně zdokumentují veškeré činnosti prováděné na daném zařízení, například natočením celé výměny na video a poté zaznamenáním veškerých činností včetně jejich délek a typu (viz 3.1.3) do tabulky. Eliminují se ty, které jsou jasným plýtváním (např. hledání, nadbytečný transport a pohyby, viz 3.1.4). Ze zbylých se vyčlení činnosti, které je možné dělat za běhu stroje a tedy mohou být vykonány, aniž by způsobovali čekání na opětovné vyrábění stroje. Práce se zorganizuje takovým způsobem, aby činnosti, které lze provádět paralelně takto prováděné byly. Taktéž se přistoupí k redukci času prováděných činností, na což má významný dopad metoda 5U (viz 3.2.1) a taktéž případná technická zlepšení strojů ve spolupráci s oddělením technologie a údržby. Vytvoří se standardní pracovní poustup (SOP, viz 3.2.4) a vytrénují se operátoři. Čas výměny je potom nutné měřit a monitorovat a zavést systém postupného zlepšování.

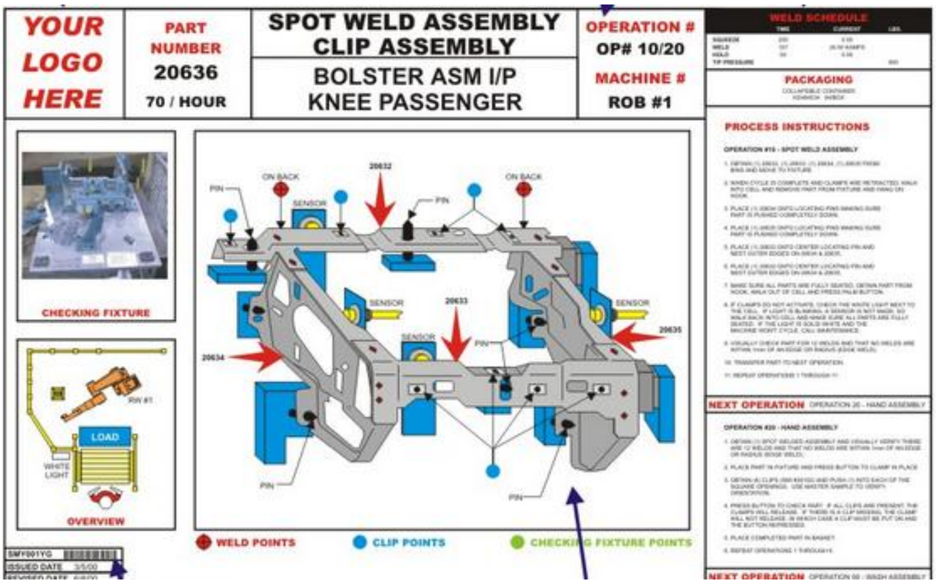
Výsledkem je flexibilnější výroba s kratší dobou realizace, možnost vyrábět menší výrobní dávky, nižší rozpracovaná výroba a lepší využití strojních kapacit.

[11] Zdroj – vlastní materiály a praxe z PwC

### 3.2.4 Standardizace pracovních operací pomocí metody Standard Operating Procedure (SOP)[12]

Po tom co na dané operaci proběhla metoda SMED (viz 3.2.3) a proces výměny je zkrácen a standardizován, tento standard by měl být vydát v jasné, srozumitelné a vizuální formě, aby ho všichni mohli používat. Pracovní operaci je vhodné popsat v bodech a ke každému bobu vložit fotografii, která použití dále usnadňuje. Ve standardu jsou syntetizovány znalosti všech pracovníků, které na dané operaci vyrábějí do podoby nejlepších praktik. Taktéž by měl obsahovat požadavky na nástroje a pomůcky nutné k dané operaci, kontrolu výroby z hlediska kvality, bezpečnost a ochranu zdraví při práci (BOZP) včetně osobních ochranných pracovních pomůcek (OOPP), požadavky na 5U (např. kdy a jak uklízet), pokyny pro samostatnou údržbu a v neposlední řadě také časté chyby a problémy, aby jim mohlo být předcházeno.

3-3 SOP - příklad




3-3 Zdroj: http://www.premierautoworkers.com/images/Samples/Full/Premier%20Visual%20Procedures.jpg

Tak se zajistí, že operátoři vždy použijí nejlepší postupy jak vyrábět a společnost si zároveň podnikové know-how uchová v explicitní (písmené a vizualizované) formě. Procesy budou takto stabilnější a dojde ke zvýšení kvality i bezpečnosti. Zároveň vznikne jednoduchý tréninkový nástroj pro nové zaměstnance i zaměstnance rozšiřující svou flexibilitu na nová výrobní zařízení. Standard taktéž umožňuje snadnou vizuální kontrolu, že je stroj obsluhován správně. To by mělo být předmětem auditů SOP s následnými opatřeními k nápravě.

[12] Zdroj – vlastní materiály a praxe z PwC

I u této metody by mělo docházet k trvalému zlepšování a při každém zlepšení procesu by měl být vydán a komunikován nový standard.

### 3.2.5 Statistické řízení procesů (Statistical Process Control, SPC)

SCP je metoda zaznamenávání dat do grafů, která se ve výrobě používá především k řízení kvality. "SPC grafy jsou v podstatě sofistikovanou formou grafů časových řad, které umožňují pochopit jak stabilitu procesu[13], tak jeho variabilitu". "SPC grafy umožňují detekovat změny v průměru, změny ve variabilitě a takzvané zvláštní případy jednorázové změny". (Brook, 2010)

Při použití metody pro řízení kvality je nejprve nutné zaškolit pracovníky, které metodu budou používat. Školení obvykle trvá alespoň dva dny. Dále je nutné před samotným měřením vyhodnotit a případně zlepšit způsobilost měřících přístrojů[14], neboť měření pomocí nespohlehlivých měřidel přinese nespolehlivá a tedy nepoužitelná data. Díky měření se potom získají přesné informace o způsobilosti[15] a stabilitě procesů a díky tomu může docházet k cílenému zlepšování na reálných datech. Tato zlepšování mohou být zahrnuta do vytvoření celkového systému řízení kvality, v němž je její vyhodnocování standardizováno a automatizováno.

Metoda umožňuje nejen získání přesných informací o stabilitě a způsobilosti procesů, ale i přesně určit, co je a co už není v možnostech výroby z hlediska kvality. Díky ní je možné zavést rychlé a přesné rozhodování založené na ověřitelných faktech (datech). Pomocí systému řízení kvality bude docházet k menšímu počtu reklamací a tím pádem větší spokojenosti zákazníků. Co se zákazníků ještě týče, přesnější výroba je také schopna dodávat zákazníkům náročnějším a to za příznivější ceny. Kromě případů nízké kvality lze také předcházet případům příliš vysoké kvality a tedy často dosáhnout i velmi signifikantní úspory nákladů díky úspoře materiálu. K další úspoře materiálu dojde dále snížením odpadovosti a celkově vznikajícího nepořádku.

---

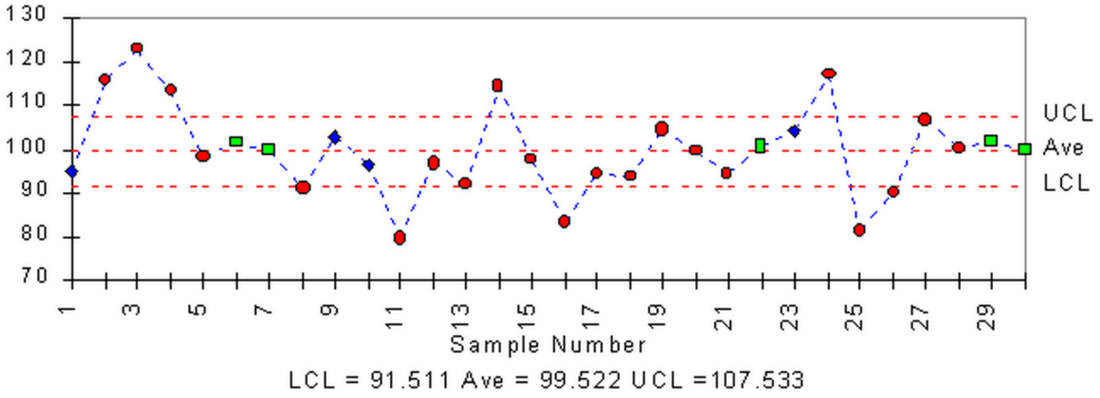
[13] „Process je stabilní, pokud je pod kontrolou a předpovídatelný a jeho výstup se mění pouze působením „běžných příčit" kdy běžné nahodilosti ovlivňující všechny výstupy stejně." (Brook, 2010)

[14] To znamená, že poskytují konzistentní (za stejných podmínek v určených limitech stále stejná) měření. (Knapp, 2002)

[15] To znamená, že výstupem procesu je konzistentní (za stejných podmínek v určených limitech stále stejný) výstup. (Reliability and Validity: What's the Difference?)

"SPC grafy tedy umožňují procesy měřit, porozumět jim a poskytnout pečlivý přístup k rozhodování zda-li se v procesu něco změnilo a zda-li je zapotřebí do procesu zasáhnout či nikoliv". (Brook, 2010) Buď můžeme použít historická data, na kterých ověříme stabilitu procesu, nebo měříme a zaznamenáváme data a tedy řídíme proces v reálném čase.

3-4 Příklad SPC grafu

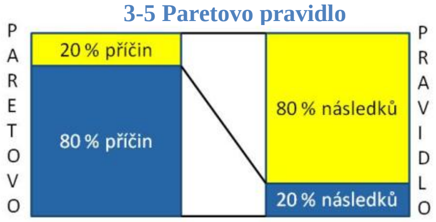



3-4 Zdroj: http://www.baran-systems.com/Products/Advanced%20SQC%20for%20Excel/Cases/index_nsqc.htm

Na obrázku 3-4 je příklad grafu používaného pro SPC. Na ose X je číslo testované jednotky, na ose Y naměřená hodnota. Jednotlivé body (spojené modrou přerušovanou čárou) jsou potom naměřené hodnoty jednolivých měřených vzorků. Do grafu jsou klasicky zaneseny také čáry znázorňující průměr ("Ave"), horní limit tolerance ("UCL, upper control limit") a dolní limit tolerance ("LCL, lower control limit"). Vzhledem k tomu, že naměřené hodnoty horní i dolní limit překračují, lze tvrdit, že tento proces není pod kontrolou a tedy není stabilní.

## 3.2.6 Paretova analýza (doplnit)

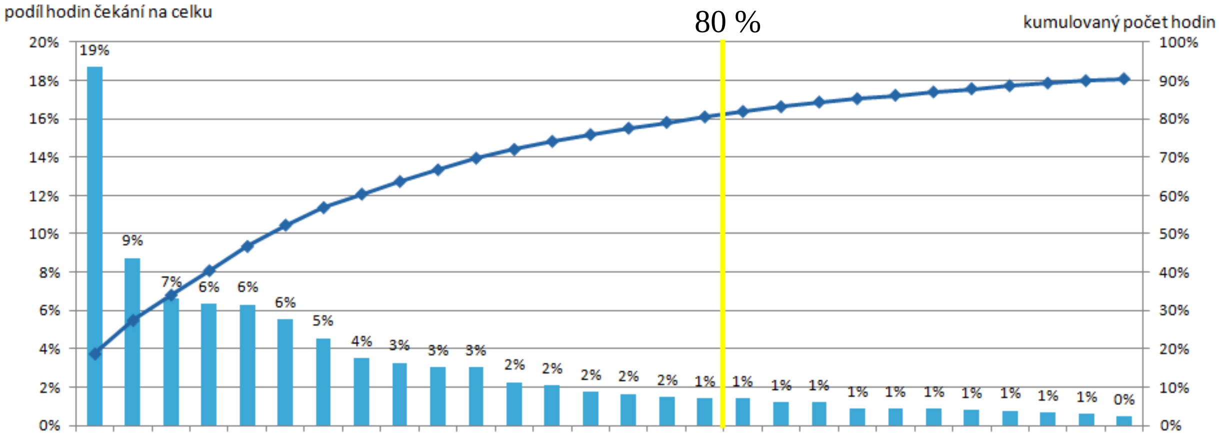
3-5 Paretovo pravidlo




3-5 Zdroj: Vlastní tvorba

Jedná se o způsob prioritizace. Paretova analýza předpokládá výskyt Paretova pravidla. To říká, že přibližně 80 % následků je tvořeno přibližně 20 % příčin. Sestrojením tabulky a grafu s kumulativními počty následků je možné odhalit, jaké příčiny je tvoří a na ty se v dále zaměřit.

3-6 Příklad aplikace Paretova pravidla




3-6 Zdroj: Vlastní tvorba, data - nejmenovaná výrobní společnost

Příkladem aplikace Paretova pravidla je obrázek 3-6. Jednotlivé sloupce představují stroje[16] a velikost sloupců představuje jejich podíl na celkovém času stráveném v poruše všech strojů společnosti za dané časové období (na levé ose). Čárový graf se značkami potom představuje kumulativní součet těchto časů v poruše za jednotlivé stroje (na pravé ose). Výsledkem analýzy je, že z celkových 75 strojů ve společnosti je 80 % času v poruše tvořeno pouze 17 stroji. Ty by tedy byly jasným cílem zaměření údržby (po zvážení dalších souvislostí).

## 3.2.7 Výběr produktové rodiny (product family)

Dalším způsobem, jak stanovit prioritní zaměření údržbářských aktivit a péče o zařízení, je výběr té nejdůležitější produktové rodiny a s zároveň určení strojů a zařízení, na kterých se tyto výrobky vyrábí (přes která při výrobě prochází). Produktové rodina je „skupina produktů, která prochází podobnými procesními kroky a přes společná výrobní zařízení“. (Rother & Shook, 1999)

Pro výběr produktových rodin, resp. hodnotových proudů[17], na které bude nejužitečnější se zaměřit lze použít dvě podobné analýzy – RRS analýzu a PQPR analýzu. Ty je někdy vhodné kombinovat.

---

[16] Jejichž názvy jsou z důvodů utajení skryty.

[17] Hodnotový proud (value stream), jsou „veškeré činnosti (přidávající i nepřidávající hodnotu) nutné k „protažení“ produktu skrz hlavní toky nezbytné pro každý produkt: (1) produkční tok (production flow) od surovin až do rukou spotřebitele a (2) návrhový tok (design flow) od konceptu výrobku až po jeho uvedení na trh.“ (Hines, Silvi, & Bartolini, Lean Profit Potential, 2002)

**RRS (runners, repeaters, strangers) analýza**[18]

Jednou z technik pro výběr hodnotového proudu je tzv RRS analýza. Výrobky (či celé produktové rodiny, resp. hodnotové proudy; dále jen výrobky) jsou zde vloženy do matice, kde se na jedné ose objevuje, jak často jsou expedovány (neboli frekvence a variabilita poptávky) a na druhé ose, v jak velkém objemu jsou expedovány (neboli velikost poptávky). To potom dá vznik třem kategoriím.

1. **Runners**

Jedná se o výrobky s konstatní, prediktovatelnou poptávkou (ńapříklad každý týden) s nízkou až střední variabilitou poptávky. Pro tyto výrobky jsou neustále vyčleněny zdroje a jsou nejlepší pro nákladovou efektivnost.

2. **Repeaters**

Jedná se o výrobky s pravidelnou, ovšem méně prediktovatelnou poptávkou se střední variabilitou poptávky. Obvykle tvoří páteř výrobní strategie. Měly by být vyráběny v pravidelných, častých intervalech.

3. **Strangers**

Neprediktovatelná až nevypočitatelná poptávka s vysokou variabilitou, nebo dokonce poptávka jen jednoho kusu (one-off demand). Obvykle jsou tyto výrobky zodpovědné za nepřiměřené manažerské úsilí. Měly by být naplánovaný někde kolem repeaters a opatřeny nižší prioritou.

Pro optimalizaci hodnotového proudu je potom nejlepší začít s runners a když jsou všechny hodnotové proudy v kategorii runners optimalizovány, pokračovat k repeaters. Pro kategorii strangers nejsou optimalizace hodnotového proudu opodstatnitelné a nejlepší způsob jak je plánovat bývá nikoliv na sklad ale pouze na objednávku (make-to-order, MTO).

**PQPR (product quantity process routing) analýza**

Druhou z technik pro výběr hodnotového proudu, na který se zaměřit, je podobný přístupu prvnímu (RRS analýza). „PQ (velikost výroby, product quantity) odkazuje na Pareto analýzu a zjištění, kterých přibližně 20 % výrobků tvoří přibližně 80 % výroby. PR (procesní směrování, process routing) odkazuje na matici výrobků a procesů, pomocí kterých jsou jednotlivé výrobky vyráběny a kterými tedy prochází, k zjištění produktových rodin seskupením výrobků s podobnými toky.“[19]

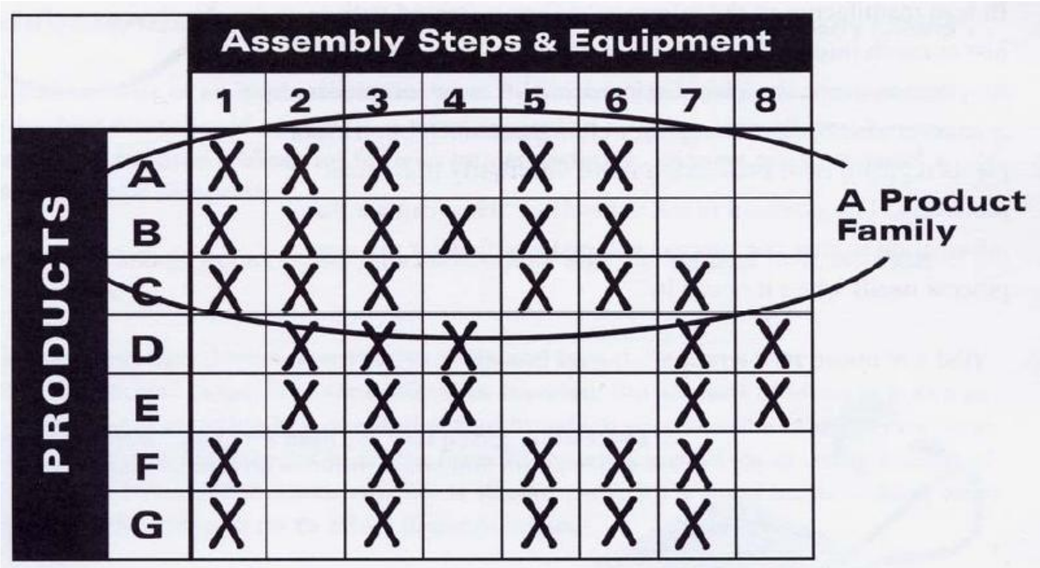
---

[18] Zdroj: (Hines & Samuel, Runners, Repeaters & Strangers (RRS): A Contingent Approach to Lean Thinking)

[19] http://productionmanagers.biz/definition-of-pqpr-in-production-management/, citováno dne 22.května, 2011

K zjištění PQ části postačí stejná data jako pro RRS analýzu o datech a velikost prodeje jednotlivých produktů. K zjištění PR části by mohlo pomoci vytvoření následující tabulky.

3-7 Analýza procesních kroků pro jednotlivé produkty (PR z PQPR)



| PRODUCTS | Assembly Steps & Equipment 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | X | X | X | | X | X | | |
| B | X | X | X | X | X | X | | |
| C | X | X | X | | X | X | X | |
| D | | X | X | X | | | X | X |
| E | | X | X | X | | | X | X |
| F | X | | X | | X | X | X | |
| G | X | | X | | X | X | X | |



3-7 Zdroj: (Rother & Shook, 1999, str. 16)

V tabulce na obrázku 3-7 jsouv řádcích jednotivé výrobky a ve sloupcích jednotlivé možné procesní kroky ve výrobě (například jednotlivé stroje, kterými ten který výrobek prochází). Pokud nejsou produktové rodiny, resp. hodnotové proudy zřejmé, je možné je odhalit tímto způsobem. Zde například by se jednalo o 3 hodnotové proudy (A+B+C; D+E; F+G).

Hodnotové proudy jednotlivých produktových rodin potom optimalizujeme společně (ať už se jedná o užší zaměření údržby, nebo širší koncept celé štíhlé výroby včetně nástrojů typu FIFO zásobníky, supermarkety, pacemaker proces, continuous flow a podobně).

## 3.2.8 DMAIC[20]

Zkratka DMAIC pochází z metodologie Six Sigma[21] (řešení problémů založené na datech a faktech). Jedná se o počáteční písmena slov, která určují fáze, do kterých by měl být každý projekt strukturován.

[20] Tato kapitola vychází ze zdroje: (Brook, 2010)

[21] „Six Sigma je systematický rozvoj a kombinace osvědčených nástrojů a metod pro zlepšování procesů. Důraz je kladen na konzistentní zaměření se na požadavky zákazníka a na kvalitu, která integruje užitek pro všechny

**D**efine – Definice problému. Znamená vytvořit jasný zakládací list projektu (project charter), který řeší skutečný problém týkající se zákazníka (ať už externího nebo interního), jehož vyřešení přinese podstatný užitek pro firmu.

**M**easure – Změření procesu. Tato fáze slouží pro porozumění startovního stavu před projektem (baseline), současnému výkonu daného procesu. Pro změření tohoto výkonu se vytvoří jeden nebo několik ukazatelů relevantních ukazatelů výkonnosti (KPIs, příklady pro údržbu viz 3.3.3.3).

**A**nalyse – Analýza procesu. Tato fáze slouží k nalezení kořenových příčin (viz 3.3.3.10) problému a pochopení jakým způsobem a do jaké míry ovlivňují výkonnost procesu (měřenou pomocí výše stanovených KPIs).

**I**mprove – Zlepšení procesu. V této fázi by mělo být vytvořeno, vybráno a implementováno (zavedeno do praxe) jedno nebo několik řešení identifikovaného problému, při současné kontrole potenciálních rizik pro podnik.

**C**ontrol – Kontrolování procesu. Aby bylo zajištěno, že implementované řešení je integrováno do každodenního chodu podniku (procesu), jsou vytvořena pravidla pro monitorování chování/výkonu procesu do budoucna.

# 3.3 Štíhlá údržba

## 3.3.1 Úvod a představení Štíhlé údržby

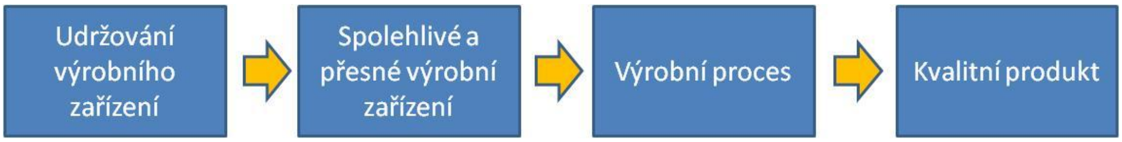
"Štíhlá údržba je poměrně nový koncept pocházející z poslední dekády 20. století. Její principy byly ovšem položeny již dříve firmou Toyota v jejím Toyota Productive Maintenance." (Smith & Hawkins, 2004) Stějně jako se Štíhlá výroba snaží odstranit co nejvíce plýtvání z výrobního procesu, tak i Štíhlá údržba je zaměřena na odstranění plýtvání z podpůrného procesu výroby – údržby. "Optimalizace údržby zvýší dostupný čas údržby pro provádění dalších zlepšení a zároveň sníží defekty způsobené prostoji výrobních zařízení. To má za následek jak snížení nákladů, tak celkové zlepšení výroby. (...) Náležitě udržované výrobní zařízení vyrábní mnoho kvalitních produktů, nevhodně udržované výrobní zařízení vyrábní méně produktů sporné kvality a nefunkční zařízení nevyrábí nic." (Smith & Hawkins, 2004) Hlavním cílem údržby je tedy zajištění

stakeholdery. Six Sigma odvozuje potenciál pro eliminování defektů a plýtvání ze systematické analýzy založené na faktech." Zdroj: (Lunau, a další, 2009)

dostupnosti výrobního zařízení pro výrobu, zvyšující zároveň celkovou efektivitu zařízení (OEE, viz 3.2.2) a tedy v podstatě i výrobní kapacitu podniku. Základem pro Štíhlou údržbu je potom právě známý koncept Totálně produktivní údržby (TPÚ, anglicky TPM, viz 3.3.3).

Bývá zdůrazňováno, aby byla údržba jako systém optimalizována dříve, než systém, který má podporovat – výroba. "Štíhlá výroba nikdy nebude moci dosáhnout všech svých přínosů, není-li Štíhlá údržba zavedena dříve. (...) Výrobní podnik zamýšlející zavést principy Štíhlé výroby by měl začít s několika nezbytnými přípravami přičemž jedna z nejdůležitějších je právě nastavení procesů údržby." (Smith & Hawkins, 2004) To znázorňuje obrázek 3-8. Snaha implementovat Štíhlou výrobu a Štíhlu údržbu je připodobňována snaze vyhrát fotbalový šampionát a zároveň teprve sestavovat fotbalové družstvo. Bohužel ovšem klasický přístup je právě nejprve optimalizovat hlavní proces (výrobu) a až potom podpůrný proces (údržbu).

**3-8 Od Štíhlé údržby k Štíhlé výrobě**




**3-8 Zdroj: Vlastní tvorba, převzato z (Smith & Hawkins, 2004)**

## 3.3.2 Stupně zralosti oddělení údržby[22]

Úroveň údržby ve společnosti můžeme jednoduše ohodnotit využitím jednoduchých stupňů její zralosti. Zařazení do těchto stupňů se provádí podle toho, jaké druhy údržby ve společnosti se užívají a které převažují (viz obrázek 3-9).

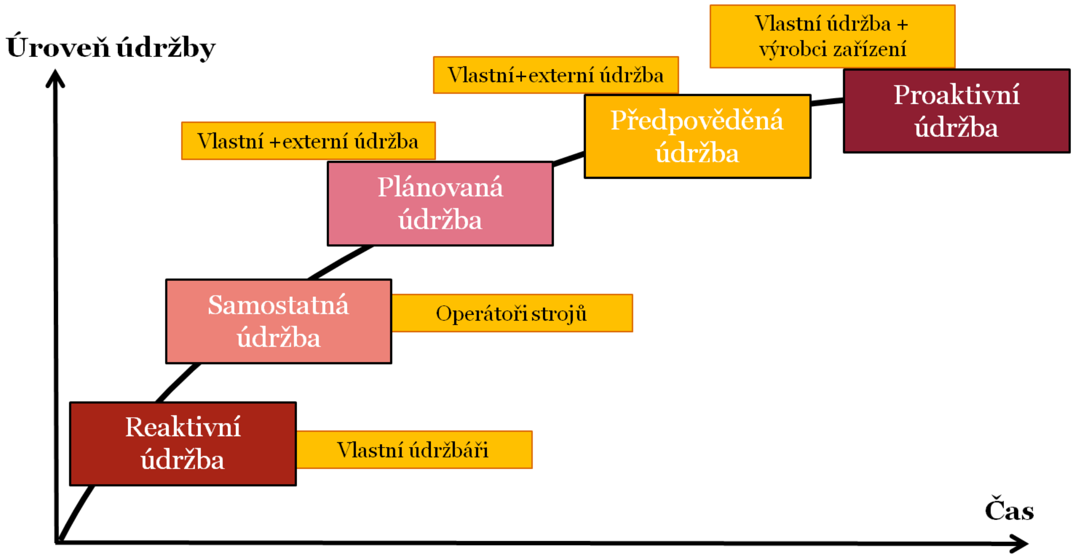
1. Většina společností se nachází na první úrovni nazvané "**Reaktivní údržba**". To znamená, že údržba nadneseně řečeno prostě čeká kde se co rozbije a potom to jde opravit, bez jakéhokoliv předvídání a plánování. Jedná se o klasické neustálé hašení požárů. Dobře tento způsob uvažování vystihuje tvrzení jednoho mistra údržby klienta PwC, který na projektové schůzce prohlásil: "Údržba se prostě plánovat nedá a hotovo." Je to právě nastavení mysli, způsob uvažování, který většinu společností drží na tomto nejnižším stupni.
2. Na druhém stupni "**Samostatná (autonomní) údřba**" se začínají do údržbářských aktivit zapojovat i operátoři strojů a dle jejich zkušenosti a kvalifikace jsou jim

[22] Zdroj:Materiály PwC

vyčleněny některé aktivity, které tradičně dělalo oddělení údržby. Většinou se jedná o jednoduché činnosti typu mazání, každodenní prohlídky, drobné opravy, či detekce neobvyklého stavu stroje na základě zkušenosti (např. vibrace, nezvyklý zvuk apod.). Autonomní údržba by měla pomoci částečně (přestože spíše do menší míry) uvolnit ruce údržby, ale hlavně odhalit některé problémy ještě dříve, než nastanou. Údržba již tedy není zcela reaktivní.

3. Na třetím stupni "**Plánovaná údržba**" se již začíná plánovat pravidelná preventivní údržba či prohlídky. Na základě zkušenosti či jiným způsobem se stanoví co a jak často je potřeba prohlédnout a buď se využijí interní údržbáři, nebo při nedostatku kvalifikace najme externí firma. Zapojením plánované preventivní údržby by mělo dojít ještě k mnohem většímu odklonu od reaktivní údržby s tím, že většina problémů by měla být odhalena ještě předtím, než se projeví a způsobí trable hlavnímu procesu – výrobě.
4. Na čtvrtém stupni "**Předpovědná údržba**" tak jak již název napovídá se začíná používat takzvaná předpovědná či prediktivní údržba (Predictive Maintenance, PdM). Této údržbě se také říká údržba závislá na stavu zařízení (Condition-based maintenance, CBM), neboť při ní dochází k monitorování stavu zařízení a vyhodnocování, zda-li je se zařízením vše v pořádku. Některé z druhů prediktivní údržby jsou například analýza vibrací a metoda šokových pulsů, analýza tekutin (mazací, chladíci, napájecí kapaliny), infračervená thermografická analýza, ultrazvuková analýza, spektrografická analýza a mnoho dalších. Na tuto činnosti bývají využívány spíše externí firmy, vzhledem k ceně této kvalifikace a tedy nákladům spojeným s držením příslušného pracovníka. Předpovědná údržba v podstatě pomáhá plánované preventivní údržbě dosáhnout ještě lepších výsledku a ještě více snížit počet případů, kdy se zařízení porouchá, aniž by to bylo očekáváno.
5. Na posledním stupni "**Proaktivní údržba**" se jde ještě dále a využívá se zkušeností se zařízením a problémů s ním spojených k návrhu jeho lepší konstrukce ve spolupráci s výrobcem či drobných konstrukčních vylepšeních realizovaných v rámci podniku. Tím dochází k odstranění některých poruch již v jejich samotném počátku eliminací důvodu jejich vzniku.

3-9 Stupně zralosti údržby




3-9 Zdroj: Materiály PwC

### 3.3.3 Totálně produktivní údržba

Základem štíhlé údržby je totálně produktivní údržba (Total productive maintenance, dále jen TPM). “TPM je iniciativa pro optimalizaci spolehlivosti a efektivity výrobního zařízení. Jedná se o týmovou údržbu, která zahrnuje každý hierarchický stupeň a funkci v organizaci, od vrcholového vedení až po výrobní dělníky. TPM se zabývá celým životním cyklem výrobních prostředků a buduje solidní systém prevence veškerých ztrát. Cíl TPM zahrnuje eliminaci veškerých nehod, defektů a poruch.” (Smith & Hawkins, 2004) Z definice vyplývá, že za selhání není považována pouze porucha stroje, ale i to, že stroj neočekávaně (tedy např. mimo zajížďky) vyrábí defekty. Ambiciózním cílem TPM je snaha o “změnu firemní kultury a permanentní zlepšení a udržení OEE (viz 3.2.2) pomocí aktivního zapojení operátorů i všech ostatních členů organizace.”. (Smith & Hawkins, 2004) To implikuje nutnost silné podpory vrcholového vedení této iniciativě, jinak hrozí neúspěch a také že se vložené náklady (a čas a energie) do této investice stanou utopenými a přijdou vniveč. “TPM nelze aplikovat ne nespolehlivé zařízení a proto musí společnosti na počátku vydat určité náklady na uvedení svého zařízení do řádného stavu a vyškolení personálu o tom, jak se k němu musí chovat. (...) Základním kamenem TPM je bezpečnost a tudíž dobré základy pro zavedení TPM pokládá program organizace pracovišť a disciplíny na pracovišti 5U (viz 3.2.1), standardizace pracovních procesů SOP (viz 3.2.4) a také pravidelná inspekce a servis zařízení.” (Smith & Hawkins, 2004)

“Další nutností pro správné vykonávání údržby (i jiných aktivit v organizaci) je jasné začlenění do organizačního diagramu včetně rolí, zodpovědností a reportovacích a kontrolních mechanismů. To by mělo platit pro všechny tři základní organizační funkce v rámci údržby – plánování, exekuce (vykonávání) a technickou podporu.” (Smith & Hawkins, 2004)

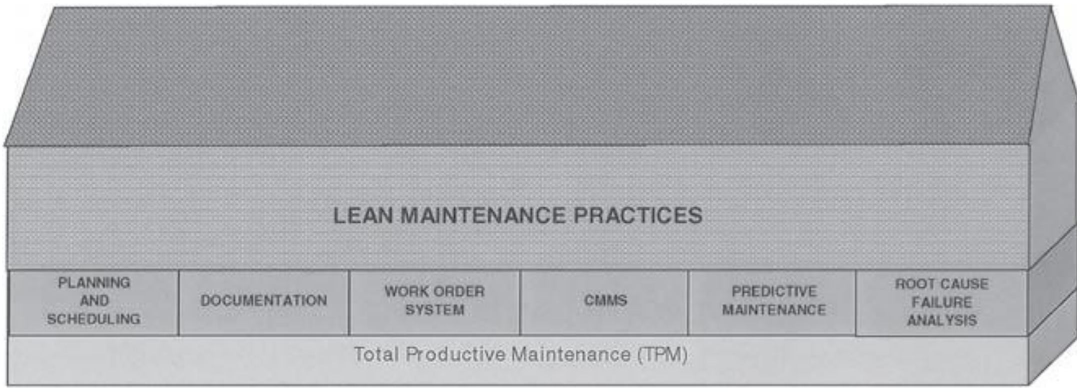
Je-li oddělení údržby **dobře organizačně zajištěno**, to znamená

1. Vyjasněná organizační struktura,
2. Stanovení cílů oddělení,
3. Jasné role a zopovědnosti
4. Stanoveny KPIs metriky odvozené od celkové strategie společnosti,
5. Nastaven robustní systém sledování pracovních příkazů spojený s alokací nákladů na příslušná nákladová centra,

je možné zavést systém **základních činností TPM**, které úroveň údržby a její výsledky dále významně pozvednou. Tyto činnosti jsou znázorněny na obrázku 3-10 a jedná se o:

1. Systém pracovních příkazů a postupů (Work order (and work flow) system)
2. Plánování (Planning and scheduling)
3. Počítačový systém řízení údržby (Computerized maintenance management system, dále jen CMMS)
4. Dokumentace (Documentation)
5. Prediktivní údržba (Predictive maintenance)
6. Analýza kořenových příčin poruch zařízení (Root cause failure analysis, RCA)

**3-10 Činnosti Štíhlé údržby**




**3-10 Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)**

#### 3.3.3.1 Vyjasněná organizační struktura

“Co se týče organizační struktury, vždy by měl existovat aktuální a kompletní organizační diagram jasně znázorňující veškeré controlní a reportovací vazby oddělení údržby včetně všech dalších vztahů na jiná oddělení. Především vztahy s oddělěním výroby by měly být zcela zřejmé z hlediska rozdělení rolí, zodpovědností a pravomocí.” (Smith & Hawkins, 2004) Oddělení údržby bývá organizačně zařazeno buď pod oddělením výroby, nebo na stejné úrovni.

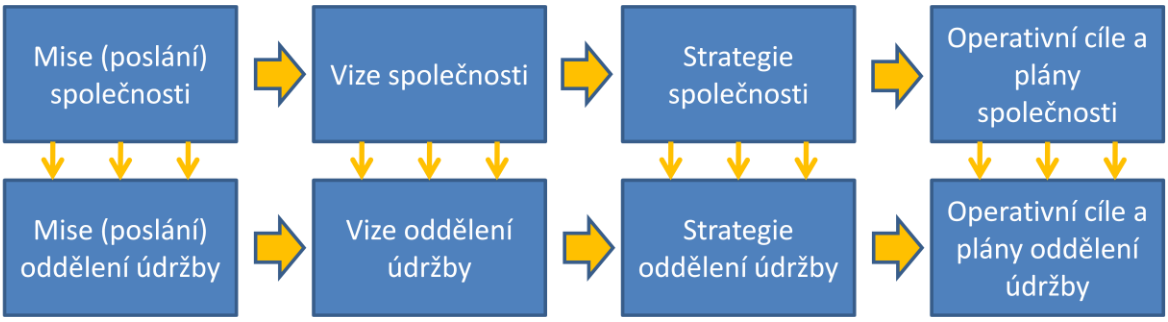
Vykonávání údržbářských aktivit může být organizováno podle několika vzorů, v závislosti na typu a velikosti organizace. Jedná se o dělení práce podle:

- Dovednosti (elektrikář, zámečník, strojní mechanik, svářeč...)
- Oblasti (fyzické části výrobní haly či závodu)
- Kombinace dovednosti a oblasti
- In-source vs. out-source (jaké práce společnost nakupuje a jaké provádí interně)
- Podle druhu údržby (rutinní, plánovaná, reaktivní)

#### 3.3.3.2 Stanovení cílů oddělení údržby

Cíle oddělení údržby, stejně jako každého jiného oddělení, by samozřejmě měly vycházet z operativních plánů společnosti, vycházejících ze strategie či taktických plánů společnosti, reflektujících vizi a misi (poslání) celé společnosti (tak jak znázorňuje obrázek 3-11).

**3-11 Návaznost mise společnosti až na operativní cíle oddělení údržby**




**3-11 Zdroj: Vlastní tvorba**

Všechny tyto úrovně by měly být provázané tak, aby i oddělení údržby přispívalo v dlouhodobém měřítku ke splnění vize společnosti. V kontextu těchto vyšších cílů je možné stanovit také misi (poslání) oddělení údržby, které by mělo být základem veškerých podřízených cílů a aktivit oddělení.

Příkladem poslání oddělení údržby může být: “Naším posláním je poskytnout včasnou, kvalitní a nákladově efektivní službu a technické poradenství jako podporu středně a dlouhodobých výrobních plánů. Zajistíme, pomocí proaktivního spíše než reaktivního jednání, že aktiva jsou dostatečně udržována k zajištění požadované úrovně spolehlivosti, dostupnosti, velikosti výstupu, kvality a zákaznického servisu. Toto poslání bude naplněno v rámci pracovních podmínek, které podporují bezpečnost, vysokou morálku a uspokojení z práce pro všechny členy údržby, za současné ochrany životního prostředí.” (Smith & Hawkins, 2004)

Desagregace poslání na měřitelné cíle je vhodné provést společně s pracovníky, kteří za tyto cíle budou zodpovědní, tak aby se zajistila jejich identifikace s cíli a spojená pociťovaná zodpovědnost a motivace k jejich dosažení. Role a zodpovědnosti zde musí být zcela jasné, aby nedocházelo k nejasnostem či dokonce “hluchým místům”, za která se nikdo necítí zodpovědný a tedy se jimi nezabývá. Další motivaci potom zajistí vyvěšení těchto cílů na všemi viditelné místo včetně pravidelného zaznamenání současné úrovně jejich dosažení, což podporuje soutěživost a rychlejší dosahování cílů.

#### 3.3.3.3 Stanoveny KPIs metriky odvozené od celkové strategie společnosti (měření výkonu údržby)

Jak je obecně známé, řídit je možné jen to, co se měří.. Proto i pro údržbu musí být stanoven a vybudován robustním systém ukazatelů, které dokáží správně vyhodnotit každý řízený aspekt údržby, v jaké stavu se nachází a jaký je trend jeho vývoje. Robustností je zde myšleno hierarchické schéma vzájemně propojených ukazatelů, ve kterém stav ukazatele na vyšší úrovni hierarchie dokáže být blíže analyzován stavy ukazatelů nižší úrovně, jež jsou jeho dekompozicí. Tyto ukazatele budu nazývat klíčové ukazatele výkonnosti (Key performance indicators, dále jen KPIs) a v ideálním případě by měly být sladěny s celkovou strategií podniku, především s její částí týkající se výroby jako zákaznického procesu údržby. Zavedení takovéhoto systému ukazatelů (nejen v údržbě) potom výrazně zjednodušuje řízení procesů, identifikování problémů a jejich kořenových příčin a celkově řízení podle odchylek (management by exceptions, MBE)[23]

“KPIs bývají rozděleny do tří kategorií:

[23] Postup, při kterém si management společnosti všímá pouze informací, které indikují významné odchýlení nějakého ukazatele od jeho rozpočtované či plánované hodnoty. Zdroj: http://www.businessdictionary.com/definition/management-by-exception-MBE.html, citováno dne 5. června, 2011

1. Měření výkonu zařízení, jako jsou jeho dostupnost, spolehlivost a OEE (viz 3.2.2)
2. Měření nákladů na údržbu, především náklady na lidské zdroje a materiál
3. Měření výkonu procesů, jako je podíl plánované a neplánované práce či dodržování plánu" (Smith & Hawkins, 2004)

**Příklad systému/souboru ukazatelů pro řízení údržby**[24]

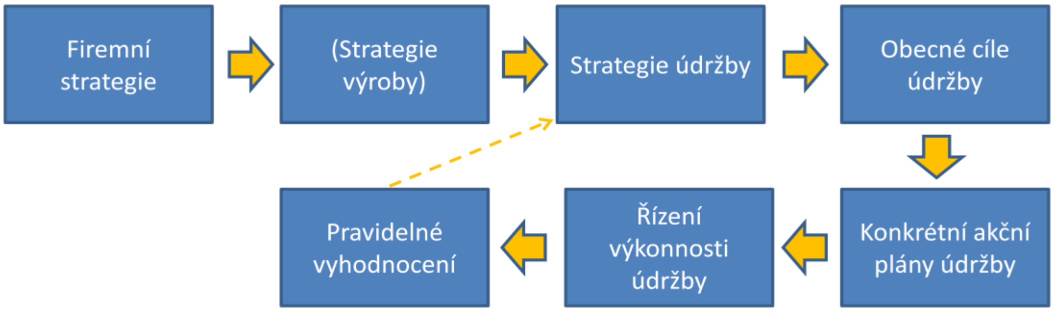
- **Spolehlivost/Udržovatelnost**
    - Střední doby mezi poruchami (Mean time between failures, MTBF), meřená jako celek, pro jednotlivé oblasti i jednotlivá zařízení
    - Střední doba do opravy (Mean time to repair, MTTR) pro jednotlivá zařízení
    - Střední doba mezi opravami (Mean time between repairs, MTBR), což je rozdíl MTBF – MTTR
    - Celková efektivita zařízení (Overall equipment effectiveness, viz 3.2.2)
- **Preventivní údržba včetně prediktivní údržby** (Preventive and proactive maintenance, dále jen PPM)
    - Podíl odpracovaných hodin na PPM a odpracovaných hodin na reaktivní údržbu
    - Podíl počtu pracovních příkazů PPM a počtu pracovních příkazů nápravných/preventivních oprav jako výsledku PPM
- **Plánování**
    - Dodržení plánu - podíl pracovních hodin opracovaných podle plánu a všech odpracovaných hodin údržby
    - Podíl plánované práce – podíl odpracovaných hodin, které byly naplánované vůči všem odpracovaným hodinám
- **Řízení materiálu a náhradních dílů** (dále jen ND)
    - Úroveň obsluhy skladu ND – počet případů, kdy je požadovaný díl na skladě vůči počtu případů, kdy není
- **Produktivita pracovního procesu**
    - Podíl nákladů na údržbu a čisté hodnoty udržovaných aktiv

[24] Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)

- o Podíl přesčasových hodin vůči veškerým odpracovaným hodinám

Jak již bylo řečeno, cíle a tedy i KPIs by měly být sladěny se strategií společnosti. Zároveň by měla existovat zpětná vazba reflektující podmínky ve výrobě a výkon údržby zpátky do strategie údržby. Tento proces je schématicky znázorněna na obrázku 3-12:

3-12 Od firemní strategie k realizaci činností údržby




3-12 Zdroj: Vlastní tvorba, převzato z (Smith & Hawkins, 2004)

**<u>Pravidla tvorby dobrých metrik</u>**

Existuje několik jednoduchých pravidel, která by měla být dodržena, aby se metriky a jejich dopad chovaly požadovaným a očekávaným způsobem:

- "Dobré metriky zaměřují činnosti na maximální přínos a přidanou hodnotu
- Špatné metriky odvádějí od optimálních činností a často vedou k nezamýšleným výsledkům
- Metriky by měly být formulovány pozitivně
- Mělo by se předejít metrikám, které si vzájemně protiřečí
- Vzájemně komplementární metriky by měly být sledovány společně
- Při nesplnění metriky by mělo následovat snahou identifikovat příčinu, související náklady a další dopady tohoto nesplnění, může být využita Paretova analýza
- Metriky musí být používány a pravidelně aktualizovány, ty co nejsou pravidelně používány by měly být zrušeny" (Smith & Hawkins, 2004)

### 3.3.3.4 Nastaven robustní systém sledování pracovních příkazů spojený s alokací nákladů na příslušná nákladová centra

Nedílnou součástí řízení údržby není jen zvyšování dostupnosti a spolehlivosti výrobního zařízení, ale i řízení a kontrola nákladů na údržbu a jejich promítnutí do každoročních rozpočtů, činnosti které patří do výše zmíněného dobrého organizačního zajištění údržby. "Aby mohlo být dosaženo efektivních rozpočtů pro údržbu, je nezbytné

vytvořit správnou strukturu a rozklad pracovních příkazů/činností údržby a rozčlenit náklady na údržbu dle nákladových center a v rámci nákladových center dále podle odpovědnosti, druhu zařízení a druhu činnosti (oprava, úprava, prevence, seřizování, kapitálový náklad versus výdaj). Takovéto segregace lze dosáhnout pouze pomocí promyšleného systému přiřazování práce a správně navrženého a definovaného reportovacího systému nákladů na opravy a údržbu, které obvyklé účetní reportovací systému neumožňují. Každému nákladovému centru musí být přiřazena zodpovědná osobna za výdaje i jejich kontrolu (Cost center leader, CCL) a žádný CCL nesmí mít oprávnění schválit pracovní příkaz, pokud náklady tohoto příkazu nejdou právě do nákladového centra daného CCL. ” (Smith & Hawkins, 2004)

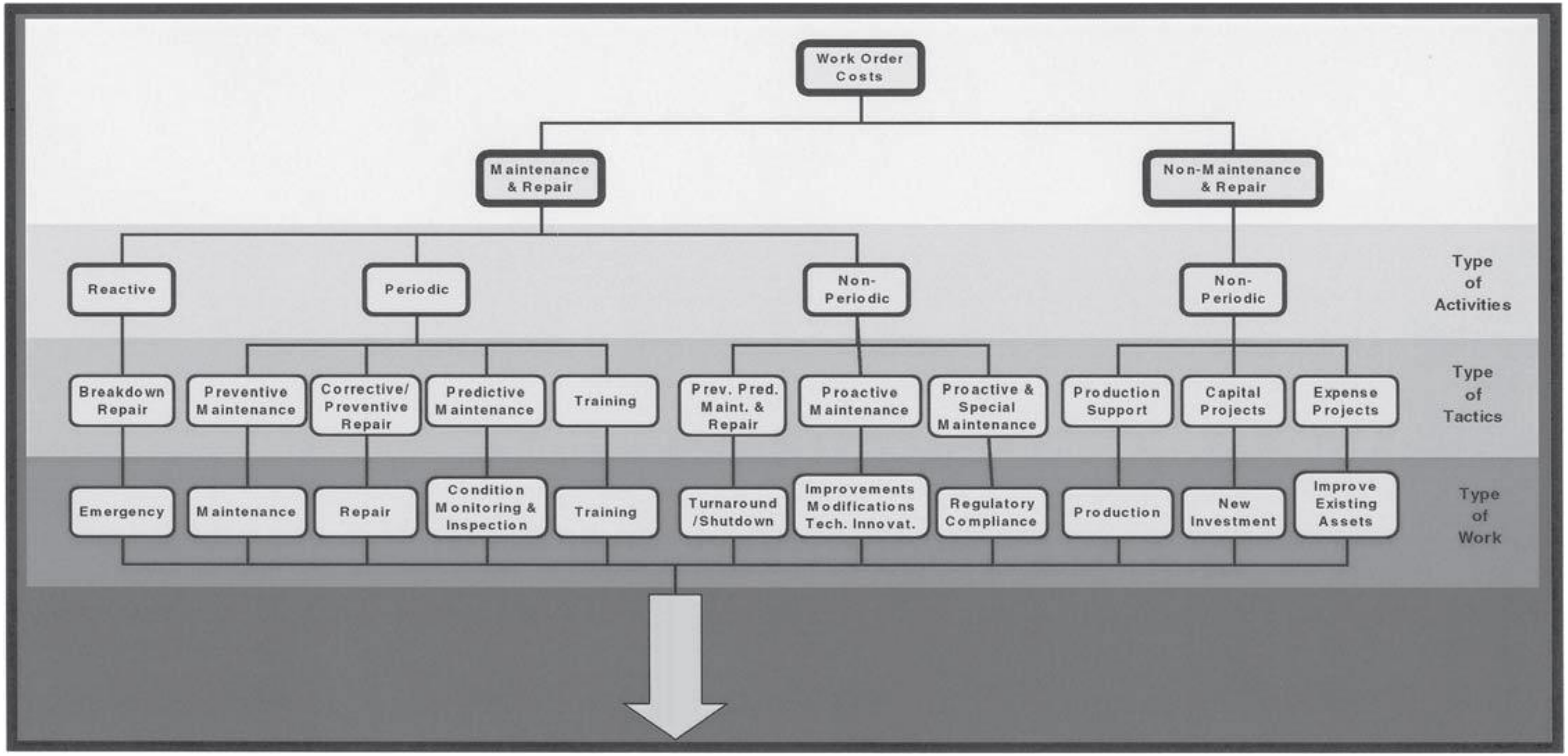
Příklad robustního systému členění přiřazování práce je na obrázku 3-13. Je možné si všimnou, že toto schéma přibližně odpovídá jednoduššímu schématu úrovní zralosti údržby (viz 3.3.2). Pracovní příkazy se zde dělí v základním členění na ty, které se týkají oprav a údržby (Maintenance &Repair) a ty, které se přímo oprav a údržby netýkají (Non-maintenance & Repair). Členění je dále rozloženo na části takto:

- **Opravy a údržba**
  - Reaktivní
    - Poruchy (náhlé poruchy)
  - Pravidelná
    - Preventivní údržba (údržba)
    - Nápravná/preventivní oprava (oprava)
    - Prediktivní údržba (monitorování stavu strojů a inspekce)
    - Trénink
  - Nepravidelná
    - Preventivní a prediktivní údržby a opravy (generální opravy a úpravy)
    - Proaktivní údržba (zlepšení strojů, jejich modifikace a technické inovace)
    - Proaktivní a speciální údržba (vyhovění regulatorním požadavkům)
- **Ne-opravy a údržba**
  - Nepravidelná
    - Podpora výroby

- Kapitálové projekty (nové investice)
- Výdajové projekty (zlepšení současných strojů a zařízení)

V rámci těchto základních kategori by měly být náklady dále členěny pro účely hlubší analýzy a odvození následných implikací a opatření k jejich snížení.

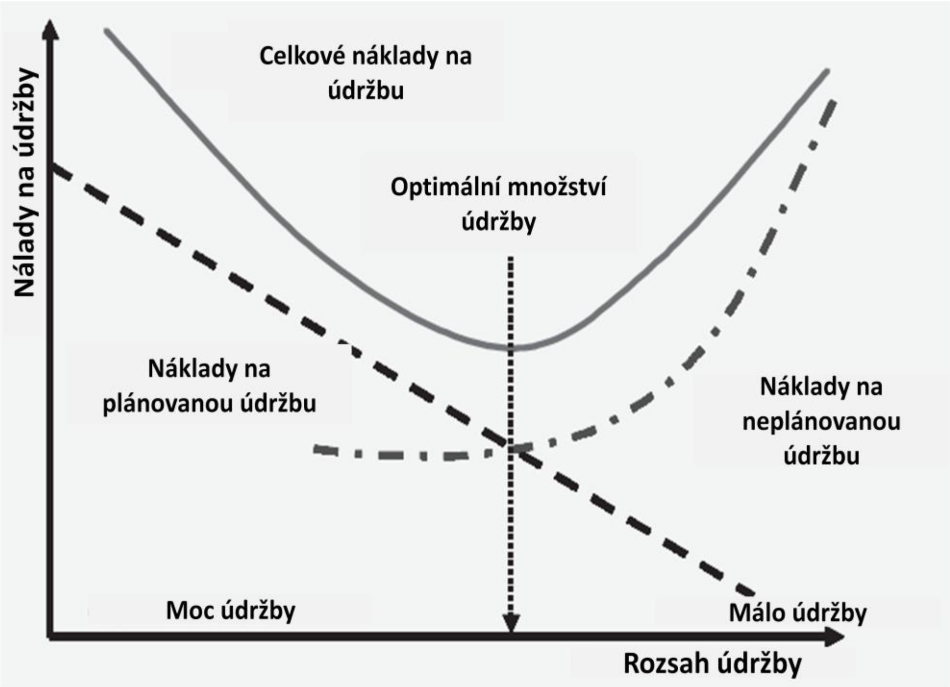
3-13 Robustní systém členění přiřazování práce údržby




3-13 Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)

Přestože je kontrola nákladů na údržbu důležitá, je nutné se přesvědčit, že toto není v rozporu s primárním cílem údržby – zajistit, aby zařízení bylo dostupné a funkční pro výrobu. Příkladem špatného pochopení může být "přiřazování na opravy pracovníky s nejnižší mzdou (a tedy i kvalifikací) či čekání na opravení poruchy do rána místo opravy přes noc, aby se předešlo přesčasům. (...) To je přitom v rozporu se štíhlou koncepcí, které jde o identifikaci a eliminaci aktivit nepřidávajících hodnotu. Důraz by tedy měl být kladen spíše na cílené zvyšování přidané hodnoty, než na prosté snižování nákladů. (...) Minimalizace nákladů je záležitostí nevykonávání nadbytečné údržby (s následkem nákladů na odpracované hodiny, zbytečného odstavení strojů), ale zároveň nevynechání nutné údržby (s následkem snížené spolehlivosti strojů, zvýšení jejich poruch a prostojů výroby). Dosažení této rovnováhy je základem celého konceptu Štíhlé údržby." (Smith & Hawkins, 2004) Takováto rovnováha je schématicky znázorněna na obrázku 3-14.

**3-14 Rovnováha mezi náklady na plánovanou a neplánovanou údržbu**




**3-14 Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)**

Pokud se údržbářských aktivit provádí příliš, aniž by to bylo nutné, vede to k moc velkým nákladům na plánovanou údržbu. Ty potom se snižováním množství prováděné plánované údržby klesají, lineárně. Zároveň tím ovšem dochází k nižší péči o stroje a zařízení a ty se následně více neočekávaně porouchávají a klesá jejich spolehlivost. To potom vede k zvýšení nákladů na neplánovanou údržbu (včetně dalších vícenákladů jako například nákladů na zmetky a přepracovní), které ovšem rostou exponenciálně. Celkové náklady na údržbu (součet obou křivek) se jako funkce množství vykonávané údržby

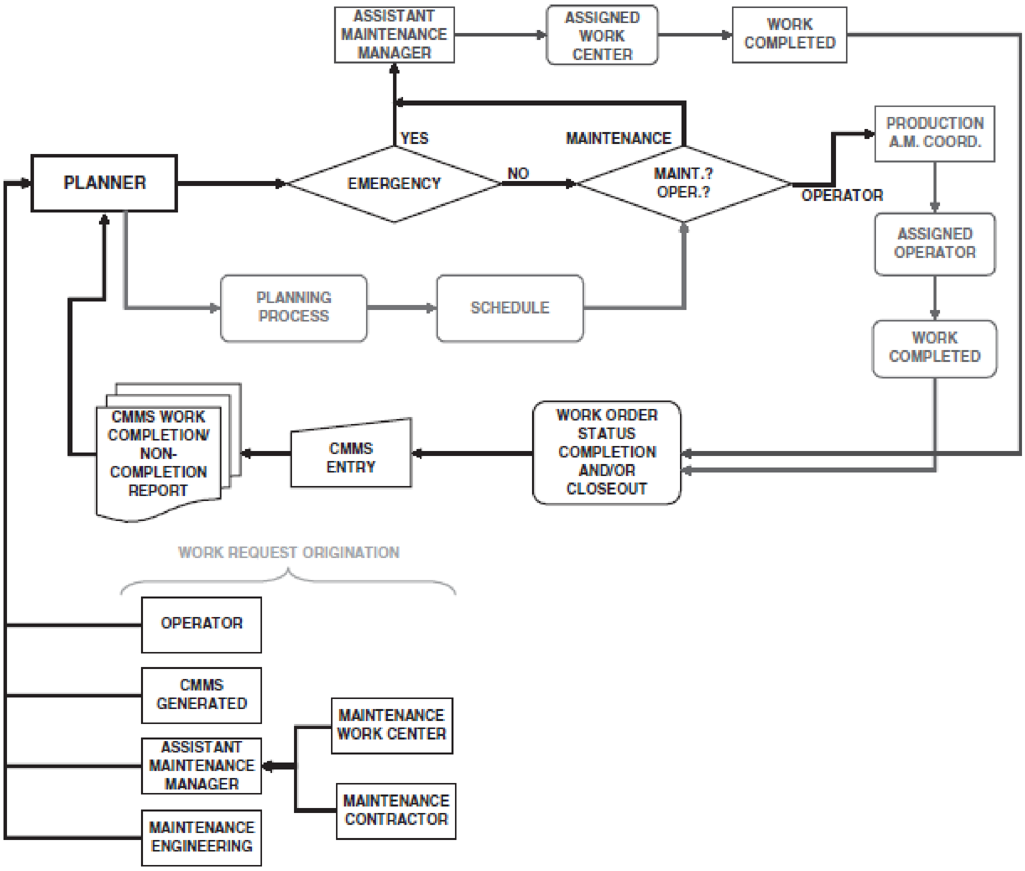
pohybují po křivce ve tvaru široce otevřeného "U". Cílem je najít takové množství údržbářských aktivit, při kterých jsou právě tyto celkové náklady minimální.

#### 3.3.3.5 Systém pracovních příkazů a postupů (work order and work flow system)

"Aby mohlo být použito CMMS, je nezbytné analyzovat současné pracovní postupy a navrhnout postupu nové včetně organizačních změn. Ty by měly postupně přejít na stupnici zralosti (viz 3.3.2) od reaktivních postupů, k postupům proaktivním." (Smith & Hawkins, 2004) Příklad pracovního postupu je na obrázku 3-15. Požadavek na činnost údržby (na obrázku dole) je generován operátorem, nebo CMMS, nebo asistent manažerem údržby, či technickou podporou údržby. Tento požadavek jde k plánovači, který vyhodnotí, jedná-li se o náhlou poruchu (emergency) či ne. Pokud se jedná o náhlou poruchu, nebo nejedná, ale údržbu bude vykonávat někdo z oddělení údržby, asistent manažer údržby přidělí pracovní úkon příslušné části údržby odpovědné za daný úsek či kompetenci (work center), v závislosti na tom, jakým způsobem výkon údržby organizován. V opačném případě údržbu bude vykonávat operátor, kterého určí asistent manažer z výroby. Po vykonání úkonu údržby se status zanese do CMMS a tak se to dozví opět plánovač, který nyní má daný zdroj (člověka) opět k dispozici.

„Systém přidělování pracovních příkazů se stane páteří proaktivního systému řízení údržby, informačních vstupů a výstupů z CMMS. Všechny činnosti tedy musí být řádně zaznamenány pomocí pracovních příkazů. To znamená, že osm odpracovaných hodin se musí rovnat osmi hodinám na pracovních příkazech." (Smith & Hawkins, 2004) Výstupy z informačního systému potom budou vstupe pro analýzy efektivity a celkové vyhodnocení fungování údržby.

3-15 Schéma pracovních postupů (work flow)




3-15 Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)

### 3.3.3.6 Plánování (Planning and scheduling)

“Plánování by mělo být organizačně nezávislé na vedoucích pracovnících, které podporuje. Mělo by tedy reportovat alespoň o jednu úroveň výše, než je úroveň vedoucích pracovníků, pro které denně plánuje. Plánovač by neměl být podporou pouze managementu údržby, ale i výkonným pracovníkům. Plánování by mělo být co nejvíce centralizováno do jednoho rozhodovacího bodu.” (Smith & Hawkins, 2004) Díky tomu má plánovač k dispozici všechny relevantní informace a může kvalifikovaně rozhodnout, kam přiřadit jaké zdroje. Jeden plánovač by měl být schopen podporovat patnáct až dvacetpět výkonných pracovníků.

K plánování patří následující aktivity:

- “Spolupráce se zákazníkem (výrobou) u nereaktivních prací
- Plány prací a odhady dob trvání
- Zajištění práce na celý den a každý den pro každého údržbáře
- Stanovování priorit

- Koordinace dostupnosti lidí, náhradních dílů, materiálu, výrobního zařízení
- Zajištění dodávek materiálu k místu vykonání práce
- Zajištění, že i práce s nízkou prioritou budou vykonány
- Udržování záznamů, metrik, grafů
- Reportování dosaženého vs. plánovaného výkonu" (Smith & Hawkins, 2004)

**<u>Systém žlutých štítků</u>**

3-16 Box na žluté štítky

3-16 Zdroi: PwC

Jako plánovací nástroj oprav menších závad s nižší prioritou, které okamžitě nenarušují běh stroje ani bezpečnost, případně drobných zlepšení, se osvědčil tzv. systém žlutých štítků. Funguje tak, že když operátor má nějaký takový požadavek na údržbu, vyplní žlutý štítek (ve dvou provedeních), na kterém jsou identifikační údaje operátora a stroje, datum zadání, popis problému a případně další doplňující informace. U každého stroje (případně pro více strojů dohromady) se potom nachází box, do kterého se žluté štítky zastrkávají. Jeden štítek se vloží do tohoto boxu (jako na obrázku 3-16), druhý štítek se připevní na stroj blízko místu problému. Mistr výroby zároveň stejný záznam provede do počítače do speciálního, např. excelovského souboru. K tomuto souboru má přístup údržba, která takto ví o veškerých požadavcích a může si je postupně naplánovat. Údržbář potom přijde ke stroji, přečte si žlutý štítek, provede opravu/úpravu stroje a štítek vloží do přihrádky pro vyřešené štítky. Mistr údržby potom v počítači štítek označí jako vyřešený. Z hlediska hodnocených metrik (KPIs) pak může existovat např. ukazatel maximální počet otevřených štítků, případně maximální průměrná doba na vyřešení žlutého štítku. Tak se zajistí, že i práce s menší prioritou budou provedené.

### 3.3.3.7 Počítačový systém řízení údržby (Computerized Maintenance Management System, CMMS)

"Správně implementovaný CMMS může přinést tak významné zvýšení efektivity, které je bez něj prakticky nemožné dosáhnout. (...) Různé CMMS nabízejí velkou variabilitu a množství různých funkcí a doplňků, takže je nutné nejprve definovat očekávání a potřeby, které by měl systém splňovat, aby se zbytečně neinstalovaly nějaké

další, pro které není důvod. Průzkum 600-ti oddělení údržby ukázal, že existuje šest hlavních funkcí, které musí CMMS splňovat:

1. Řízení a kontrola pracovních příkazů (Work order management)
2. Plánovací funkce co a jak by se mělo udělat (Planning)[25]
3. Plánovací funkce kdo a kdy by měl udělat (Scheduling)[26]
4. Řízení nákladů a rozpočtů
5. Řízení náhradních dílů
6. KPIs" (Smith & Hawkins, 2004)

Při koupi je dobré taktéž se dívat na jednoduchost používání, podporu managementu, kterou poskytuje, rychlé naučení se používat a v systému již definované pracovní procesy údržby. Každý software je jen tak dobrý, jak dobrá data obsahuje a proto také musí podporovat zajištění 100% kvality dat, která je nezbytná k jejich správné interpretaci a použití, neboť i zde platí známý zákon GIGO.[27] Proto by pro každou roli (údržbář, mistr, vedoucí) měl být vytvořen Standardní pracovní postup (SOP, viz 3.2.4) či manuál, jak systém správně používat, a veškerý personál patřičně vytrénován. Veškerá data o údržbě by potom měla být dostupná právě z tohoto jednoho místa a používání systému musí být integrováno do veškerých každodenních činností údržby (nemělo by docházet k tomu, že bude vykonán nějaký údržbářský úkon, aniž by byl v systému zaznamenán). CMMS by měl také obsahovat veškeré mzdy a ceny dílů tak, aby mohl samostatně počítat a reportovat nákladovost po veškerých možných děleních, ve vhodně vytvořené hierarchii nákladových center. V neposlední řadě by měl být systém integrován s dalšími systémy v podniku (mzdovým, účetním, řízením výroby...) či dokonce s elektronickými systémy dodavatelů náhradních dílů a služeb.

### 3.3.3.8 Dokumentace

Společnosti by měla mít k dispozici aktuální **seznam strojů a zařízení** podléhajících údržbě s číselníkem, umožňujícím rychlou identifikaci, zařazení a přiřazení nákladů. Každý stroj musí mít přiřazenou technickou dokumentaci, včetně historie oprav a modifikací, nejlépe včetně identifikovaných kořenových příčin (viz 3.3.3.10) a symptomů pro různé druhy poruch a problémů. Takováto dokumentace by měla být (díky číselníku)

---

[25] Zdroj: http://www.idcon.com/reliability-tips-31.htm, citováno dne 5. června, 2011

[26] Zdroj: http://www.idcon.com/reliability-tips-31.htm, citováno dne 5. června, 2011

[27] GIGO = garbage in, garbage out, neboli z chybných vstupů (nekvalitních dat) vzniknout chybné výstupy.

jednoduše nalezitelná a při ruce každému, kdo ji potřebuje. Dokumentace zároveň obsahuje seznam dílů a materiálů, nutných k jednotlivým druhům oprav tak, aby při opravách bylo možné vyžádat promptně ty správné komponenty nutné pro rychlé provedení opravy.

Dalším druhem dokumentace je **plán údržby zařízení** (Equipment Maintenance Plan, EMP). V tom jsou pro každý stroj uvedeny požadavky na údržbu. Ty by minimálně měly obsahovat druh požadavku na údržbu (např. denní inspekce, týdenní inspekce, odebrání vzorku oleje, prověření napětí pásů, ..), jeho frekvenci (co se dělá denně, týdně, měsíčně, kvartálně, půlročně, ročně a při poruše když stroj na čas stojí), zodpovědnost (ať už na úrovni konkrétní osoby či osob, nebo obecně člověka či lidí s danou úrovní znalostí a kompetencí), očekávanou přibližnou dobu vykonání úkonu a podmínky, za kterých je možné úkon provést (stroj běží/stojí). Přílad takového plánu pro jedno zařízení je na obrázku 3-17. Zde je krom výše zmíněného ještě číslo procedury, odkaz na směrnici a související požadavek na údržbu, který může nebo musí být vykonán souběžně. Někde se také uvádí, jaké pomůcky a nástroje budou potřeba k vykonání daného úkonu, varování z hlediska bezpečnosti práce (např. i stanovené OOPP[28]) či ohrožení životního prostředí, varování ohledně možného poškození zařízení, či další relevantní informace podle potřeby podniku.

3-17 Plán údržby zařízení

EQUIPMENT MAINTENANCE PLAN
ABC MANUFACTURING COMPANY
Reading, Pennsylvania Plant #1

CMPRS 1, 2, 7, 8

WORTHINGTON AIR COMPRESSOR MODEL WO-1200

| Maintenance Requirement | Frequency | Procedure | Reference | Craft/Skill | Time | Condition | Related MR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Daily Inspection | D | Daily Walk Thru | None | 1 - Mech I | < .5 Hr. | Oper. | None |
| Weekly Inspection | W | Weekly Walk Thru | None | 1 - Mech II | < .5 Hr. | Oper. | None |
| Obtain Oil Sample | M | M1-CMPRS-WO1200 | None | 1 - Mech II | .5 Hr. | Oper. | None |
| Test Cntrlr, Reliefs, Shutdowns | M | M2-CMPRS-WO1200 | WO-1200, pp.21-23 | 1 - Mech I/1 - Elec II | 1 Hr. | Shut-down | None |
| Change Compressor Oil, Check Belt Tension | Q | Q1-CMPRS-WO1200 | None | 1 - Mech I/1 - Mech II | 1 Hr. | Shut-down | M2-CMPRS-WO1200 |
| Etc. | | | | | | | |

3-17 Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)

Ke každému požadavku na údržby z plánu údržby zařízení by měl existovat třetí druh dokumentace, a to **jak** takový **úkon správně provést** (Maintenance Task Procedural Documentation).

[28] Osobní ochranné pomůcky při práci

#### 3.3.3.9 Prediktivní údržba

Prediktivní údržby již byla popsána v podkapitole 3.3.2 o zralostních stupních údržby, v části 4.

#### 3.3.3.10 Analýza kořenových příčin (poruch zařízení)

Analýza kořenových příčin (Root cause analysis, dále jen RCA) se používá k hledání příčin problémů tak, aby se mohli podniknout opatření a zabránilo se vzniku stejného problému do budoucna. Z hlediska údržby se problémem rozumí selhání stroje. RCA obsahuje mnoho různých technik a nástrojů, z nichž mnohé se mohou zdát býti aplikací "pouhého" selského rozumu. To ovšem neznamená, že nevzniká potřeba lidi, kteří mají RCA aplikovat, patřičně vytrénovat.

"RCA se skládá z 5-ti fází:

1. Rozpoznání problému, který by měl být vyřešen společně s přiřazením patřičných priorit
2. Identifikace možných příčin problému
3. Nalezení vhodných řešeních problému
4. Výběr řešení, které bude použito
5. Monitorování, zda-li vybrané řešení problém skutečně vyřešilo" (Dunn, 2004)

Co se týče rozpoznání problému, tato fáze je v aplikaci na údržbu jednoduchá – zařízení je rozbité. Mnohem náročnější jsou fáze dvě a tři, ke kterým je vhodné přistoupit týmově a využít znalosti a zkušenosti jak pracovníků údržby, tak operátora daného stroje, v některých případech i technologa.

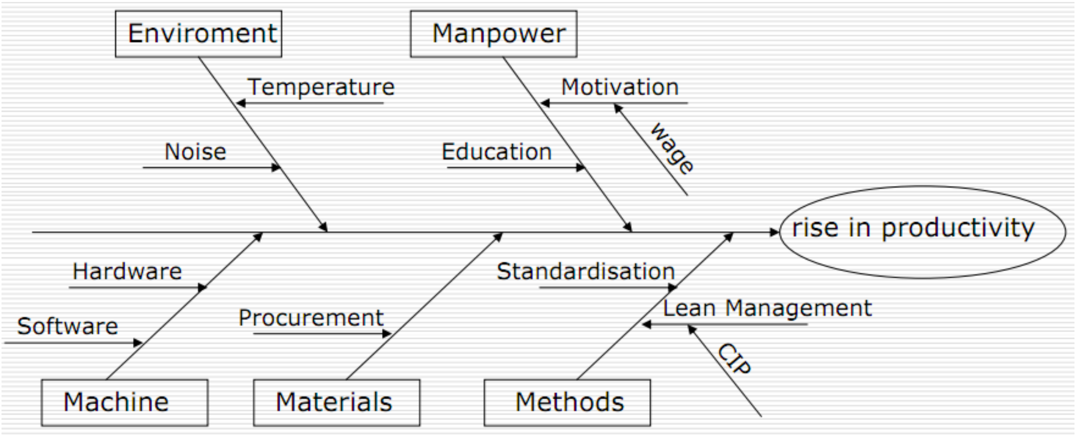
Fáze dvě, identifikace možných příčin problému, je jádrem RCA a existuje zde nepřeberné množství technik. Zde bude představena jedna konkrétní technika, obzvláště vhodná pro aplikaci ve výrobních podnicích, pro které je tato práce určena. Technika je známá jako "Diagram rybí kosti (Fishbone diagram)" známý také jako "Ishinkawa diagram". Tato technika vychází z teze, že každý jev je následkem určité příčiny či příčin, které sami mají vlastní přičinu či příčiny, atd. Teoreticky toto postupuje až od nekonečné regrese, ovšem k vyřešení problému není nutné (a ani možné) zacházet tak daleko.

Tato metoda identifikovala obvyklých sedm základních příčin, které je nutné prozkoumat k odhalení příčiny problému. Tyto základní přičiny jsou známé také pod označením 7M dle svých angických ekvivaletnů. Jedná se o: metody (methods), stroje

(machinery), management, materiály (materials), lidi (manpower), prostředí (milieu), způsoby měření (measurements). Ke každé základní skupině se potom hledají pod-příčiny, případně dále do hloubky, dokud se nenalezne pravděpodobná hlavní přičina (či příčiny) problému, jejíž odstraněním bude problém vyřešen.

Příklad diagramu je an obrázku 3-18. Na začátek diagramu vpravo (tam kde by ryba měla hlavu) se napíše, o jaký problém se jedná. Jednotlivé hlavní větve jsou potom výše popsané možné základní důvody vzniku problému. Nižší úroveň kauzality je potom vždy napojena na související vyšší úroveň. Například na obrázku jeden z důvodů přičin růstu produktivity můžou být lidé. Poddůvodem může být jejich motivace, jejíž přičina může být úroveň mezd.

**3-18 Diagram rybí kosti (Ishikawa diagram)**




**3-18 Zdroj: [http://www.gc21.de/ibt/en/ilt/ibt/regionalportale/sadc/downloads/ishikawa_diagram.pdf](http://www.gc21.de/ibt/en/ilt/ibt/regionalportale/sadc/downloads/ishikawa_diagram.pdf), dne 19. června, 2011**

Využití systematických metody hledání kořenových přičin problémů může přinést pro podnik i pro jednotlivce signifikantní přínosy v dostupnosti zařízení, úspoře nákladů a zvýšení kvalifikace a motivace pracovníků.

## 3.3.4 Nejlepší praxe a excelence v údržbě (Best Maintenance Practice (PMP) & Maintenance Excellence)

V kapitole 3.3.3 byly představeny základní předpoklady fungování dobrého systému údržby a také šest základních dobrých praxí přístupu TPM.

Co se týče standardů nejlepší praxe z hlediska benchmarkingu, Smith & Hawkins, 2004, nabízí několik měřítek, pomocí kterých je možné se porovnat a zjistit tak, jak daleko se porovnávaná společnost nachází od nejlepší praxe:

- 30 % hodin práce by mělo být na preventivní údržbu

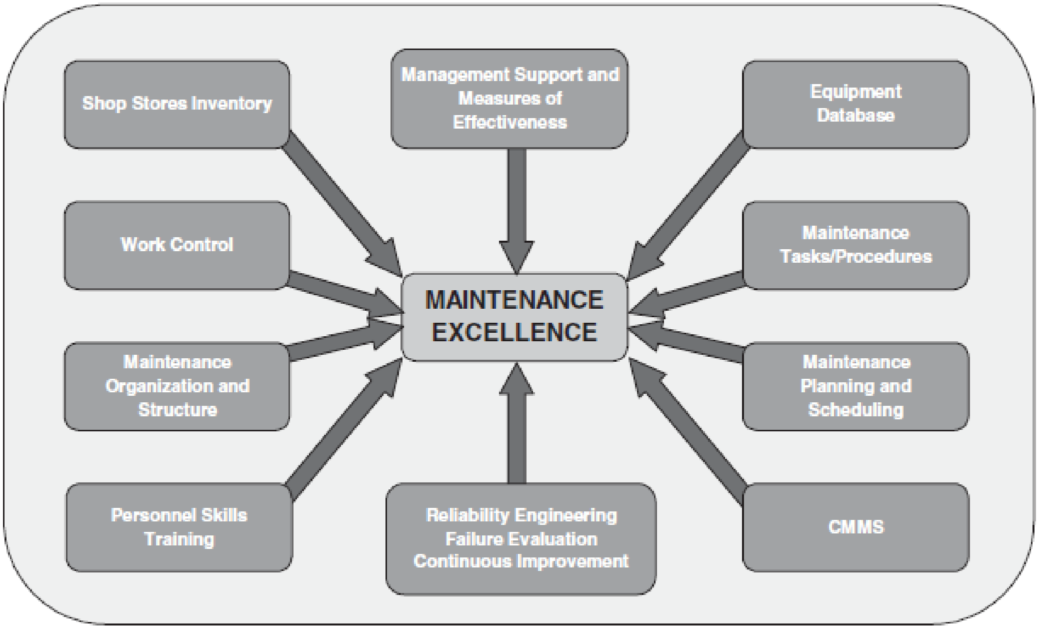
- 90 % pracovních příkazů by mělo pocházet z preventivní údržby
- 2 % je maximum hodin údržby v kategorii reaktivní údržba

Co se týče dosažení excelence v údržbě, Smith & Hawkins, 2004, tvrdí, že se jedná o cíl hodný dosažení, protože návratnost investic během tří letí bývá až deset ku jedné a vyšší.

Excelence v údržbě obsahuje tyto prvky (viz obrázek 3-19):

- Podpora managementu a měřítka efektivity (viz 3.3.3.3)
- Databáze strojů a zařízení (viz 3.3.3.8)
- Údržbářské úkony a procedury (viz 3.3.3.5, 3.3.3.8)
- Plánování (viz 3.3.3.6)
- Informační systém pro řízení údržby CMMS (viz 3.3.3.7)
- Řízení a technická podpora spolehlivosti
- Vyhodnocení selhání zařízení (viz 3.3.3.10)
- Trvalé zlepšování
- Trénink pracovních dovedností pracovníků údržby (viz 3.3.4.1)
- Organizace a struktura oddělení údržby (viz 3.3.3.1)
- Kontrola práce
- Sklad/-y zásob dílů a materiálu (viz 3.3.4.2)

**3-19 Prvky excelence v údržbě**




**3-19 Zdroj: (Smith & Hawkins, 2004)**

Většina těchto prvků již byla probrána v jednotlivých podkapitolách kapitoly 3.3 Štíhlá údržba, tak jak naznačují odkazy. Některá další budou zmíněny níže:

#### 3.3.4.1 Trénink a kvalifikace pracovníků údržby

V mnoha případech a společnostích je úroveň kvalifikace pracovníků údržby nedostatečná, což se v konečném důsledku projevuje sníženou spolehlivostí zařízení a zvýšenými náklady na údržbu. Dle mých zkušeností z prostředí ČR je to způsobené úrovní mezd, které jsou společnosti ochotné vydat, oproti mzdovým očekáváním kvalifikovanější pracovní síly. Alternativním řešením k náboru kvalifikovanějších pracovníků je potom trénink těch současných.

Program je vhodné začít analýzou úkonů při práci (Job task analysis, JTA), která pomůže odhalit požadavky na úroveň dovedností nutných k výkonu toho kterého úkonu. JTA by měla být následována zhodnocením současné úrovně dovedností (Skills assessment, SA). Následně mohou být analyzovány rozdíly (gap analýz[29]) a odvozeny potřeby dodatečného zvýšení kvalifikace.

Druhý druh tréninku by se měl týkat operátorů a jejich zahrnutí do některých údržbářských aktivit (autonomní údržby, viz 3.3.2, část 2), stejně tak jako údržbářů a jejich zahrnutí do některých aktivit operátorů, především seřizování/přejížďky (changeover). V některých výrobních podnicích dokonce přejíďky dělá pouze tým údržbářů zvaný seřizovači. Jinde zase provádí přejížďky téměř výhradně operátoři a údržba pouze tam, kde by mohli operátoři poškodit zařízení svou neopatrností či nedostatečnou kvalifikací.

Trénink může být kombinací samostudia, studia ve třídě a tréninku/coachingu při práci. Stejně tak zkouška potom může být kombinací testu ve třídě a demostrace na pracovišti. Jednotlivé stupně kvalifikace potom mohou být navázány na systém odměňování.

#### 3.3.4.2 Sklad náhradních dílů (Maintenance, repair, overhaul storeroom, MRO storeroom)

Součástí excelence v údržbě je i dobré řízení skladu náhradních dílů (dále jen ND). Klasicky organizace s kulturou reaktivní údržby drží velké množství ND a přesto neustále musí přistupovat k nouzovým nákupům ND pro rozbité stroje, často s dlouhou dodací

[29] Analýza k určení kroků, které je nutné vykonat k posunutí se od současného stavu k žádoucímu budoucímu stavu., zdroj: http://www.businessdictionary.com/definition/gap-analysis.html, citován dne 15. 8. 2011

lhůtou (v některých případech i několik měsíců)[30]. "Tak jak se kultura údržby stává proaktivnější, potřeby ND jsou identifikovány včas a díl objednán a doručen způsobem just-in-time (JIT).[31] To mimo jiné umožňuje stanovit minimální a maximální úroveň zásoby pro každý (či hlavní) ND a také identifikovat ND zastaralé, které se buď vrátí prodejci nebo vyhodí." (Smith & Hawkins, 2004)

Protože (jako v každé oblasti) je potřeba se zaměřit na to nejdůležitější, využívá se zde hojně ABC analýza. "Ta právě rozřazuje položky dle jejich relativní důležitosti, což může být jejich peněžní hodnota, dostupnost, doba dodání a její proměnlivost, kritičnost dílů pro fungování výrobního zařízení, unikátnost a podobně. Chování k jednotlivým položkám (například způsob plánování jejich množství, způsob nákupu, pozice uskladnění, podmínky pro vyhození) jsou potom odvozeny právě od této relativní důležitosti." (Smith & Hawkins, 2004)

Položky ve skladu náhradních dílů je vhodné mít zdokumentované s přiřazením, ke kterým strojům a zařízením je možné je využít. Potom pro ně může být využito systému 5U (viz 3.2.1), který celý sklad výrazně zpřehlední a dobu vyhledání potřebného náhradního dílu a tedy celkovou dobu opravy sníží na minimum.

# 3.4 Praktická část

## 3.4.1 Představení společnosti BAEST, a. s.[32]

3-20 - Letecký snímek společnosti

3-20 Zdroj: http://www.baest.cz/o-firme

Společnost BAEST, a. s., sídlící v Benešově, je středně velký výrobní a obchodní strojírenský podnik zaměstnávající cca 240 pracovníků. Její výrobní plochy čítají 30 000 m$^2$ se skladovými plochami o rozloze 10 000 m$^2$ . Zaměřuje se na opakovanou i zakázkovou výrobu (malosériovou i kusovou) pro stavebnictví, strojírenství,

[30] Zdroj: Vlastní zkušenost z praxe, týká se především desítky let starých motorů ze zahraničí

[31] To znamená, že „díly jsou do výrobního procesu dodány přesně v okamžiku, kdy je proces potřebuje, a přesně v množství, v jakém jsou potřeba". Zdroj: http://www.tpca.cz/cz/vyrobni-system-toyota/vyroba/just-in-time, citováno dne 5. června, 2011

[32] Představení a základní informace o společnosti dostupné z: http://www.baest.cz/o-firme, ze dne 22.5.2011, ovšem rok aktualizace stránek je neznámý.

energetiku, ekologii, zemědělství, chemický, petrochemický a potravinářský průmysl.

Portfolio společnosti se skládá z následujících produktových rodin:

| | | |
|---|---|---|
| Stavební jeřáby | Energetika a ekologie | Tlakové nádoby |
| Čerpací stanice | Obalovny živičných směsí | Výrobky z nerezu |
| Ocelové nádrže | Betonárky | Portálové jeřáby |
| Ocelové konstrukce | Sila, násypky a zásobníky | |

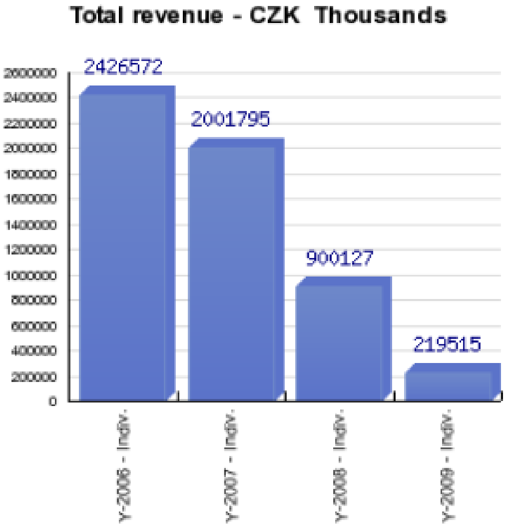
Kromě tuzemského trhu se společnost významně zaměřuje také na export, jehož podíl činí 85 %. Firma dodává do 20 zemí světa.

Společnost hojně využívá Evropské strukturální fondy a dle stránek společnosti již proběhlo minimálně 8 projektů financovaných tímto způsobem. Jeden z nich byl přímo zaměřen na štíhlý podnik s cílem „Zavedení a trvalé nastavení komplexního systému vzdělávání zaměstnanců s důrazem na aplikaci „štíhlých principů“ do výrobního procesu“.

Právně je společnosti rozdělena na dvě – BAEST, a.s. a BAEST Machines & Structures, a.s., které jsou ovládané holdingovou společností BAEST Machinery Holding, a.s. Dále bude v práci používán pouze název „BAEST“, kterým budou míněny obě výrobní společnosti dohromady.

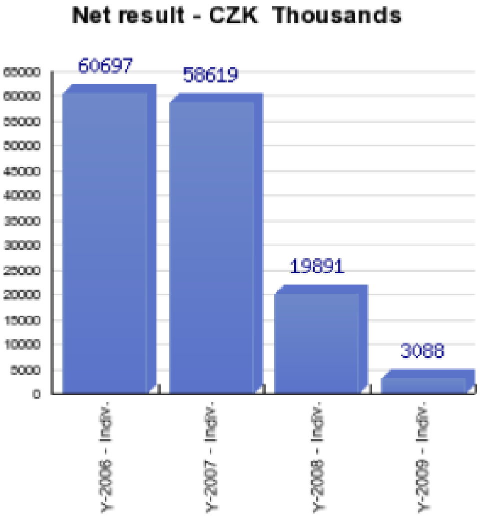
Co se finanční výkonnosti týče, světová finanční krize společnost poměrně významně zasáhla a tak ovlivnila výsledky let 2008, 2009 i 2010. To je možné vidět na výsledcích společnosti BAEST, a.s. v porovnání s předchozím obdobím. Tržby se snížily z cca 2,5 miliardy v roce 2006 na cca 220 milionů v roce 2009 (11-ti násobný pokles). Zisk poklesl z 60 milionů na 3 miliony (20-ti násobný pokles).

3-21 Tržby BAEST, a.s. 2006-09




3-21 Zdroj: EMIS report

3-22 Čistý zisk BAEST, a.s. 2006-09




3-22 Zdroj: EMIS report

## 3.4.2 Analýza současného stavu a jeho zhodnocení

Údaje v této části vznikly na základě šesti celodenních návštěv společnosti a cca dvaceti hodin rozhovorů s vedoucím údržby , manažerem pro řízení a rozvoj výrobních procesů , procesním manažerem a asistentem manažera pro řízení a rozvoj výrobních procesů . Dále také na základě dat předaných společností (výše zmíněnými lidmi).

Bohužel jen některé závěry se podařilo znovu prodiskutovat a zvalidovat, kvůli nedostatku dostupnosti některých pracovníků společnosti v době dokončování této diplomové práce.

### 3.4.2.1 Oddělení údržby a její fungování

Struktura popisu současného stavu bude do velké míry kopírovat strukturu teoretické části 3.3.3 Totálně produktivní údržba, vzhledem k tomu, že právě tímto způsobem byl strukturován rozhovor s vedoucím údržby. Na úplném začátku bude ovšem popsán projekt TPM, který právě ve společnosti probíhá, za pomoci externího konzultanta Ing. Petra Debnára.[33]

Ke každé části bude přidáno jedno či spíše více doporučení, vzniklých na základě porovnání současného stavu s nejlepší praxí a také vlastní zkušeností s podobnými

[33] CV viz http://e-api.cz/page/68029.peter-debnar/.

projekty. Doporučení se mnohdy překrývají v rámci různých oblastí, nicméně v naprosté většině případů budou zmíněna pouze u jedné z nich a je tedy nutné je brát spíše jako celistvý seznam, než jako body pouze k jednotlivým oblastem údržby.

### 3.4.2.2 Projekt probíhající ve společnosti

V podkapitole 3.4.2.4 o stanovených cílech oddělení údržby bude zmíněno, že jeden z cílů tohoto oddělení, za který je zodpovědný , je zavést program Tento interní projekt se nachází ve fázi postupných příprav a plánování. Dle zadávacího listu projektu (viz obrázek 6-4 v přílohách) je tento projekt orientován především na Konkrétní cíl je . Dle druhého zadávacího listu kombinace projektů (viz obrázek 6-5 v přílohách) byly jako startovní pozice (baseline) stanoveny průměrné náklady a cílem je dostat se na úroveň .

Harmonogram by měl být podle zadávacího listu (obr. 6-4) projektu následující:

- Definice projektu – 1.6. až 15.6.
- Analýza stavu – 15.6. až 15.7.
- Zavedení – 15.7. až 15.8.
- Kontrola řízení – do 30.9.

Jak není vůbec neobvyklé, projekt má mírné zpoždění a k fázi zavedení zatím nebylo přistoupeno. To je do jisté míry pravděpodobně způsobeno tím, že v současné době probíhá ve společnosti zavádění To nejen spotřebovává zdroje, které by jinak mohly být částečně alokovány pro projekt , ale i vytváří budoucí příznivé podmínky pro projekt, a proto je zpoždění odůvodnitelné.

Zároveň projekt usiluje o snížení Zde konkrétní baseline není stanoven a cíl bude teprve definovaný, pravděpodobně po zavedení způsobu měření a získání dostatečných dat ke stanovení baseline.

Struktura tohoto projektu je stanovena pomocí metodologie DMAIC (viz 3.2.8). Součástí tohoto projektu by měl být taktéž a zavedení

Harmonogram by měl být podle zadávacího listu (obr. 6-5) projektu následující:

- Define – 7/2011
- Measure – 7/2011
- Analyse – 8/2011
- Improve – 9/2011
- Control – 12/2011

Důvodem pro tyto dva související projekty je absence

, která vede k jejich přílišné a společností neakceptovatelné výši.

**Doporučení**

1. *Vytvoření detailnějšího harmonogramu či projektového plánu s jasně definovanými výstupy v rámci jednotlivých kroků (DMAIC), osobami zodpovědnými za tyto výstupy a termíny, do kdy mají být splněny, včetně pravidelného reportování postupu a nutného zdůvodňování veškerých zpoždění.*[35]

### 3.4.2.3 Organizační struktura

Organizační struktura oddělení údržby je taková, že

Není tedy zcela jasné, zda-li existuje jednotné rozdělení

[35] Bohužel se již nepodařilo získat informace o tom, jak funguje komunikace a reporting členů projektového týmu.

zodpovědnosti a reportingu a zda-li tato několikanásobná podřízenost nemůže mít negativní dopad na jasné vytyčení směru vývoje (činností) a jeho koordinaci.[36]

Výkonní pracovníci údržby jsou potom organizování podle

což je klasická struktura u organizací/oddělení údržby této velikosti.

**Doporučení**

**2.** *Vyjasnění organizační struktury s narovnáním vztahů nadřízenosti a podřízenosti, stejně tak jako vztahů reprotingu. V případě, že se nejedná o maticovou organizační strukturu, každá osoba by měla mít jednoho nadřízeného, kterému se zodpovídá. Tak jsou jasné priority a zaměření veškerých činností.*

### 3.4.2.4 Stanovení cílů oddělení údržby

Jak již bylo řečeno v teoretické části, cíle oddělení by měly být navázány na strategii společnosti, aby bylo zajištěno, že s ní budou v souladu. sice má povědomí o tom, že nějaká strategie existuje nebo se postupně tvoří, ale obsah tohoto dokumentu ani jeho implikace na nezná. Podle zjištěných informací se postupně tvořený dokument strategie společnosti přímo nezabývá ani se jí přímo nedotýká.[37]

Oddělení údržby jako takové žádné stanovené cíle nemá, nicméně vedoucí údržby má tyto tři (resp. dva) hlavní úkoly:

Na splnění těchto dvou cílů (které samy o sobě jsou obvykle dvou až tří u -letým projektem) není zřejmě poskytnut vedoucímu údržby ani dostatečný čas, ani potřebné metodické vedení zajišťující dostatečný přísun know-how i pomoc při vytyčování

[36] Toto samozřejmě neplatí jen pro , ale celkově pro všechny lidi a funkce, kteří mají nejasné vztahy nadřízenosti a podřízenosti. Negativní následky takovéto struktury mohou být velmi významné, ovšem zmíněné téma není předmětem této diplomové práce.

[37] Jediný dokument nastiňující strategii společnosti, který se podařilo po delším hledání získat, je v přílohách – viz obrázek 6-10. Existuje-li dokument jiný, ne buď tajný, nebo nebyl komunikován směrem dolu, což je v přímé kontradikci s tvrzením z tohoto dokumentu: „strategické cíle jsou rozpracovány na jednotlivé úseky až pracovníky“.

směru, priorit, harmonogramu, realizaci a řešení problémů s nimi spojených. Sám přiznává, že k by mu pomohla nějaká „rada či porada“.

**Doporučení**

3. *Existuje-li strategie společnosti[38], jistě by bylo dobré využít úsilí, které do její tvorby bylo vloženo, a komunikovat ji veškerým dotčeným složkám, alespoň na manažerské úrovni. Komunikace by měla probíhat tak, aby každý chápal nejen cíle společnosti jako celku, ale i věděl, jak on(-a) sám(-a) k dosažení tohoto cíle má přispět (jaké jsou cíle jeho/jejího oddělení a také jeho/její osobní navázané na strategii) a tento cílový stav neustále porovnával se stavem současným.*
4. *Není-li strategie do takového detailu vytvořena, pokusit se stanovit strategii nebo alespoň cíle . Cíle musí být jasně definované, měřitelné, s přiřazenou zodpovědností a měly by být navázané na pozitivní motivační schéma (stanoven bonus za jejich dosažení). Nejlépe pokud bude stanoven nějaký cílový stav za 3-5 let a jeho dosažení potom rozplánováno do cílů v jednotlivých letech. Stanovení cílů by mělo proběhnout ve spolupráci jak s oddělením , tak s lidmi, kteří za jejich dosažení budou zodpovědni. Cílem například může být určitá hodnota ukazatele OEE (viz 3.2.2).*
5. *Projekty typu jsou velmi náročné na plánování a implementaci a bývá zvykem, že je ve společnosti vyčleněn člověk, který se zabývá pouze jimi (projektový manažer). Pocit ze společnosti BAEST je ten, že tyto projekty jsou zdrojově velmi podhodnoceny, což velmi výrazně ohrožuje dosažení cílů, které si stanovily. To demonstruje i současný stav projektu Doporučením by tedy bylo zvážit náklady a přínosy vyčlenění takového člověka, který by byl zodpovědný pouze za implementaci těchto projektů*
6. *Projekty typu nejsou náročné pouze na spotřebu lidských zdrojů, ale také na dostatečné know-how a metodické vedení. I zde jsou pociťovány jisté nedostatky, kdy má na starost implementovat , aniž by mu k tomu bylo dáno dostatečné školení a neustálý přísun dodatečných znalostí a vedení, nemluvě o výše zmíněném čase toto provádět. Doporučením zde je udělat za implementaci projektů zodpovědnou takovou osobu, která má s takovou implementací již zkušenost a*

[38] Tuto informaci se během psaní práce nepodařilo ověřit. V rozhovorech byla zmiňována několikrát, ale buď nebylo možné ji najít, nebo se všechny předložené verze zcela lišily a pod strategií si různí lidé představují něco jiného. Jedna její verze je v příloze 6-10.

*tedy je schopna projekt naplánovat a úspěšně dovést do konce. Pokud toto není možné, je nutné poskytnout zodpovědné osobě dostatečná školení a čas na dodatečné samostatné studium a vstřebání těchto znalostí a jejich aplikaci pro koncepční činnost.*

### 3.4.2.5 Jasné role a zodpovědnosti

To naznačuje nadměrné vytížení z hlediska rolí i času, které se nutně musí do jisté míry projevit v kvantitě i kvalitě odvedené práce v některých z těchto rolí.

Zde by se taktéž mohlo jednat jednat kromě zbytečné role navíc (nákup) o přetížení z hlediska ostatních rolí.

Přestože požadavků a potřeb údržbářských prací ve společnosti není málo, opět zde mají pracovníci roli navíc, která brání plně se soustředit na výkon údržby. Je to pravděpodobně způsobeno nepříznivou finanční situací a tedy šetřením na celkovém počtu pracovníků.

**Výroba** – Není zavedena nebo není funkční zodpovědnost výroby za předání všech relevantních informací pracovníkovi údržby v případě vzniku poruchy ani za efektivní společné plánování nutných odstávek strojů a zařízení.

**Doporučení**

**7.** *Doporučením souvisejícím s některými doporučeními uvedenými výše je snížit počet rolí/oblastí zodpovědnosti vedoucího údržby. Je nepravděpodobné, aby při tak velkém přetížení operativní prací bylo možné vykonávat dodatečnou koncepční práci rozvoje oddělení v dostatečné kvalitě a kvantitě.*

**8.** *Dalším doporučením nastavení procesu vyššího zapojení oddělení nákupu do nákupu náhradních dílů pro údržby. Toto částečně uvolní ruce mistrovi, aby se mohl více věnovat své práci.*

**9.** *Podobným doporučením je vyvázání strojní údržby z pomáhání při práci na zakázkách. Tím (za podmínky implementace dalších doporučení a zvýšení tak úrovně vykonávané údržby) by se mohla více soustředit na údržbu a zabraňovat poruchám drahých strojů, případně vzniku nepříjemných (a také často drahých) prostojů.*

*Je očekávatelné, že pokud by bylo realizováno doporučení č. 9, nestane se tak přes noc. Dalším doporučením je tedy, aby při využívání údržby při práci na zakázkách bylo alespoň zajištěno, že budou realizovány veškeré úkony související s*

**11.** *Údržba by také při opravě stroje měla mít k dispozici všechny relavantní informace, které umožní problém rychle identifikovat s snáze opravit. Mnoho těchto informací mají většinou pracovníci výroby, ovšem ti jsou je často neochotni sdílet a projevují v tomto ohledu zřejmý nezájem. Povinnost tak učinit by měla být jasně ustanovena a v případě potřeby i provázána do motivačního systému, neboť zvýšení efektivity práce údržby zde brání jen lidská neochota a lhostejnost. Slaďování cílů výroby a údržby bývá často řešeno pomocí alespoň částečného finančního motivování pomocí stejného ukazatele, např. ukazatele OEE. Jinou možností by byla kolonka pro zvětnou vazbu na spolupráci s výrobou na záznamu o provedení údržbářské práce, která by se čas od času vyhodnocovala a promítala do finanční odměny pracovníka.*

**12.** *Zároveň by také mělo být zamezeno mistrovi (ať už údržby či výroby), aby obsluhoval manipulační techniku. Pro tento účel se vždy jistě najde nějaký méně kvalifikovaný a*

*peněžně ohodnocený pracovník. Důvod, že je to zábavné a pohodlné, není ekonomicky zdůvodnitelný.*

#### 3.4.2.6 Stanoveny KPIs metriky odvozené od celkové strategie společnosti (měření výkonu údržby)

Jak se píše v teoretické části, „řídit je možné jen to, co se měří.. Proto i pro údržbu musí být stanoven a vybudován robustním systém ukazatelů, které dokáží správně vyhodnotit každý řízený aspekt údržby, v jaké stavu se nachází a jaký je trend jeho vývoje." Metriky byly rozděleny do tří částí:

1. **Měření výkonu zařízení**, jako jsou jeho dostupnost, spolehlivost[40] a celkově OEE (viz 3.2.2)
   - Tato data prozatím neexistují nebo existují pouze dílčí data nepoužitelná pro vyhodnocení OEE:
   - Co se dostupnosti týče, tato data nejsou v současné době zaznamenávána, sledována ani řízena v žádné formě.
   - Co se kvality týče, sleduje se

   Jak je vidět z grafu 3-24,

[40] Zdroj: (Reliability and Validity: What's the Difference?), citováno dne 28. května, 2011

[41] Nejdůležitější zákazníky

K dalšímu snížení nekvality a lepší kontrole nad jejím vznikem by jistě přispělo zavedení základního systému statistického řízení procesů (viz 3.2.5) alespoň u procesů kritických nebo identifikovaných jako problémové.

**3-24 Náklady na interní a externí nekvalitu 2005-2010**

**3-24 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST**

**3-25 Relativní velikost interní a externí nekvality vůči objemu výroby 2005-2010**

**3-25 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST**

Pokud jde o ukazatele typu MTBF, MTTR, MTBR,

2. **Měření nákladů** na údržbu, především náklady na lidské zdroje a materiál

**3-26 Vyvoj počtu hodin údržby v čase podle dovednosti**

**3-26 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST**

**3-27 Vyvoj počtu hodin údržby v čase dle střediska**

**3-27 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST**

**3-28 Náklady na externí údržbu, II.-V. 2011**

**3-28 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST**

**3-29 Náklady na materiál v údržbě, II.-V. 2011**

**3-29 Vlastní tvorba, data z BAEST**

3. **Měření výkonu procesů**, jako je podíl plánované a neplánované práce či dodržování plánu zařízení

Ani tato data se neměří a nevyhodnocují.

Jak je možno vidět a jak rozhovor s vedoucím údržby potvrzuje

. Ty ukazatele, které se měří

Na sledované metriky bývá obvykle navázán motivační systém.

**Doporučení**

**14.** *Důvody nedostupnosti, podvýkonu a nekvality lze potom analyzovat pomocí Paretovi analýzy (viz 3.2.6) a ty nejzávažnější dále rozebrat z hlediska kořenových příčin (viz*

[43] Tuto informaci se bohužel nepodařilo dodatečně validovat.

*3.3.3.10) a zabránit tak jejich vzniku do budoucna. Tím bude docházet k neustálému zlepšování a snižování jak počtu případů nedostupnosti, tak jejich závažnosti.*

**15.** *U problémových či kritických procesů zavést statistické řízení procesu (viz 3.2.5).*

**18.** *Zavést procesy reportování těchto nákladů, včetně jejich vyhodnocení a přijetí nápravných opatření, v rámci stanovených zodpovědností za jejich stav a snižování.*

**19.** *Zavést měření kvality preventivní údržby,*

*V rámci motivačního systému pro pracovníky údržby zavést nějaký tvrdý ukazatel, který jasně stanoví za jakých podmínek dostanou kolik peněz. Musí to být něco, co jsou schopni sami ovlivňovat a co vede k splnění cílů oddělení údržby jako takového (např. opět OEE). Výkon jednotlivých pracovníků v rámci tohoto ukazatele poté vizualizovat a veřejně vyvěšovat, ať spolu jednotliví pracovníci mohou soupeřit a vzájemně tak podporovat svou výkonnost.*

#### 3.4.2.7 Nastaven robustní systém sledování pracovních příkazů spojený s alokací nákladů na příslušná nákladová centra

Jak je psáno v teoretické části, "Aby mohlo být dosaženo efektivních rozpočtů pro údržbu, je nezbytné vytvořit správnou strukturu a rozklad pracovních příkazů/činností údržby a rozčlenit náklady na údržbu dle nákladových center a v rámci nákladových center dále podle odpovědnosti, druhu zařízení a druhu činnosti (oprava, úprava, prevence,

[44] Ani tuto informaci se nepodařilo ověřit, předpokladem je, že ne.

seřizování, kapitálový náklad versus výdaj). (...) Každému nákladovému centru musí být přiřazena zodpovědná osobna za výdaje i jejich kontrolu (Cost center leader, CCL) a žádný CCL nesmí mít oprávnění schválit pracovní příkaz, pokud náklady tohoto příkazu nejdou právě do nákladového centra daného CCL. ”.

Mnohdy (ve společnostech) se totiž stává, že lidé dostanou zaplaceno pouze za práci, kterou vykážou na nějaké nákladové centrum. Přitom nutně musí docházet k fyzickým přechodům, komunikaci a dalším prostojům z hlediska člověka, kdy přímo nedochází k vykonávání práce. Vykázané hodiny na nákladová centra jsou potom nadnesená a zkreslená.

**3-30 Lísteček výkazu práce údržby**

**3-30 BAEST**

**22.** *Doporučení 22 v podstatě kopíruje doporučení č. 17. Je potřeba, aby*

**23.** *Přiřadit každému nákladovému centru zodpovědnou osobu (cost center leader, CCL), která jako jediná bude moci žádat o práci později vykázanou na toto nákladové centrum. Tím budou všechny náklady jasně přiřaditelné ke konkrétnímu člověku, který bude muset mít pro jejich vydání racionální důvody a vysvětlení.*

**24.** *Vytvoření hierarchické struktury pracovních příkazů pro úkony údržby, kde ke každému pracovnímu příkazu bude jasně přiřazené nákladové centrum, zodpovědná osoba za žádost o práci, zopodvědná osoba za vykonání práce a druh úkonu (viz popis v teoretické části).*

**25.** *Vytvoření systému schvalování pracovních příkazů podle nastavených peněžních limitů. Většinu pracovních příkazů by mohli schválit osoby zodpovědné za nákladová centra (CCL), ovšem při překročení určité částky by se schvalovací pravomoc posunula výše k osobě zodpovědné za hierarchicky nadřazené nákladové centrum.*

**26.** *Tento systém schvalování by potom bylo dobré převést z papírové formy do formy elektronické, aby se zajistila rychlost, operatiblita a jednoduché sledování a celkové schvalování.*

**27.** *Díky datům vzniklým díky implementaci doporučení v této části bude potom možné zavést systém sledování spotřeby zdrojů za jednotlivá nákladová centra a návazný systém protiopatření a trvalého zlepšování v nákladové efektivnosti.*

**28.** *Než dojde k těmto spíše středně dobým změnám, je možné racionalizovat i současný proces reportování. Minimálně by bylo vhodné zavést pro reportování nákladů*

**29.** *V delším období by bylo velmi*

#### *3.4.2.7.1 Systém pracovních příkazů a postupů (work order and work flow system)*

Všechny činnosti údržby musí být řádně zaznamenány pomocí pracovních příkazů. A zaneseny do informačního systému.

3-31 Systém hlášení závad

Systém v současné době funguje tak, že při vzniku závady

3-31 Zdroj: BAEST, a.s.

**30.** *Kontrolu nad veškerými pracemi údržby i jejich zlepšování velmi usnadní definování pracovních příkazů a postupů pro všechny úkony údržby. To u pracovních příkazů znamená jaké jsou jednotlivé role, kdo má za kým a v jakém*

[45] Tento přístup není ovšem dle mé zkušenosti ojedinělý ani u mnoha dalších výrobních společností.

*případě jít (ne jako nyní, že může jít téměř každý za každým, viz* 3-31*) a celkově jakým způsobem mají téct informace, kdo co schvaluje, kdo co vkládá do IS apod. Tedy v podstatě v případě, že se je od oddělení údržby vyžadován nějaký úkon, jakým způsobem má tato žádost, provedení úkonu a jeho ukončení a zaznamenání proběhnout.*

*U pracovních postupů to znamená, že se pro opakované úkony údržby (např. pravidelné kontroly, výměny ložisek, oleje, prověření napnutí pásů atd.) stanoví, jak má být daný úkon prováděn (pracovní postup), s jakou frekvencí, kolik lidí s jakou kvalifikací ho má provádět, jaká je přibližná doba trvání, za jakých podmínek ho lze provést (zda-li stroj musí např. stát), jaké jsou potřebné pomůcky a nástroje, varování z hlediska bezpečnosti, ohrožení životního prostředí či samotného stroje a také jeho celkévý náklad. Standardizace umožní lepší kontrolu a opět trvalé zlepšování.*

**31.** *Veškeré pracovní příkazy, jak již bylo jednou naznačeno v doporučení č. 29, by měli jít přes CMMS a mělo by být zamezeno, aby se stala situace odlišná. Tím budou veškeré informace o aktivitách údržby a nákladech na tyto aktivity včetně poruchovosti strojů neustále k dispozici k jejich vyhodnocení a přijetí případných opatření k nápravě.*

**32.** *Zároveň by se měla začít více dodržovat pracovní postupy od výrobce zařízení, jak dané zařízení obsluhovat. To zamezí, aby se (často drahé) zařízení zbytečně rychle neničilo a neopotřebovávalo (což je častý důsledek motivace výrobních pracovníků závislé pouze na vyrobeném množství) a také aby nebyla ohrožována bezpečnost práce na pracovišti.*

**33.** *Co se hodin vykazovaných na jednotlivá nákladová centra týče, měly by být vytvořeny podmínky k tomu, aby vykázané hodiny odpovídaly skutečnosti a lidé uměle nealokovali celých osm hodin své pracovní doby na nějaké nákladové centrum.*

### 3.4.2.7.2 Plánování (Planning and scheduling)

Plánování ve smyslu “planning” (tzn. co a jak) chodí tak, že

Plánování ve smyslu “scheduling” (tzn. kdo a kdy) funguje tak, že

O víkendech je v areálu údržba pouze pokud si ji někdo předem vyžádá. Pokud tomu tak není a přesto se něco stane

Dochází také k určitým problémům z hlediska plánování s výrobou. Ta samozřejmě potřebuje vyrábět a vytvářet tak hodnotu pro firmu, nicméně z hlediska plánování by zde nepochybně existuje ještě potenciál pro zlepšení. To platí především u klíčových strojů, kdy je téměř nemožné dohodnout se na nějaké odstávce.

Představa výroby je taková, že by plánovaná odstávka stroje měla být v noci ze soboty na neděli, ovšem to je málokterá firma ochotna akceptovat a navíc některé úkony trvají až dva dny. Neochota výroby více spolupracovat je zakořeněna v

**34.** *Krom kontroly vyhrazených zařízení kontrolovat se stejným důrazem také ostatní výrobní zařízení (po určité prioritizaci), kde kontrola již není zakotvena v zákoně, ovšem přispěje k snížení poruchovosti zařízení a vzniku budoucích nákladů.*

**35.** *Zkušenosti údržbářů, operátorů i z dokumentace ke stroji by měly být syntetizovány do jednoduchého, jedho- nebo vícestránkového listu, který obsahuje co vše je potřeba zkontrolovat, s patřičnými popisy a obrázky/fotografiemi.*

**36.** *Zavést systém žlutých štítků pro méně prioritní opravy a úpravy a jejich postupné "odbavování" promítnout do motivačního systému.*

**38.** *Směrem k výrobě by měl být zaveden přísnější systém plánování údržby a její dostupnosti na základě vzájemné komunikace a dohod. To platí především o víkendech,*

*kdy může absence údržby při poruše stroje způsobit nemalé komplikace, a proto je potřeba ji zajistit a naplánovat s dostatečným předstihem.*

**39.** *Dohody mezi výrobou a údržbou by měly být nastaveny tak, aby je od určitého okamžiku bylo možné zrušit pouze po vzájemné dohodě. To zajistí lepší plánování zdrojů na obou stranách a zároveň sníží reputační riziko zamezením zbytečných příjezdů externí údržby*

**40.** *Tento systém plánování mezi výrobou a údržbou by bylo vhodné formalizovat, standardizovat, vyhodnocovat a zlepšovat jeho funkčnost, ve spojení s oboustranným hodnocením spolupráce a zakomponováním do motivačního systému* obou stran. *Tak bude zajištěno, že tato dvě oddělení, mezi kterými odvykle dochází k mnohým "třením", budou spíše táhnout za jeden provaz a efektivně spolupracovat.*

**43.** *Vždy by měla být známa místa (stroje), která jsou v daný den či v daném období prioritní a tedy je nutno na ně zaměřit přednostní a zvýšenou pozornost.*

**44.** *O všech provedených kontrolách by měl existovat záznam (nejlépe za využití CMMS) kdo a kdy ji prováděl, jak dlouho trvala, jaké jsou nálezy a zjištění a zda-li a jaké existují další kroky. Díky těmto informacím bude možné vyhodnocovat efektivitu preventivní údržby díky porovnání těchto informací s tím, jaké stroje a proč se rozbily. Na základě diskuze se zodpovědným údržbářem je potom možné pokusit se identifikovat důvody, proč závada nebyla odhalena během kontroly.*

**45.** *Jako doplněk běžné denní agendy by bylo dobré používat systém žlutých štítků, pomocí kterého se nejen zrealizují i ty úkony údržby s menší prioritou, ale taktéž drobné úpravy*

*na strojích, které mohou umožnit efektivnější, rychlejší, snadnější či ergonomičtější práci výrobního pracovníka, případně snížit riziko chyby (a vzniku nekvality) či poruchy.*

#### *3.4.2.7.3 Počítačový systém řízení údržby (Computerized Maintenance Management System, CMMS)*

Jak píši v teoretické části, "správně implementovaný CMMS může přinést tak významné zvýšení efektivity, které je bez něj prakticky nemožné dosáhnout.".

V rámci údržby existuje jediný počítač, který má vedoucí u sebe v administrativní budově a může na něj ještě mistr.

[47] IT systém řízení vztahů se zákazníky (Customer Relationship Management)

**47.** *Systém pro počítačové řízení údržby by měl obsahovat alespoň všechny základní charakteristiky (funkcionality) zmiňované v teoretické části. Při absenci některé z nich není využíván celý jeho potenciál a bylo by dobré zvážit, jak obtížné či nákladné by bylo tyto chybějící funkcionality doplnit.*

**48.** *Každý stroj (případě jeho podčást u významných strojů) by měl mít v systému přidělené číslo, pomocí kterého ho bude možné jednoznačně identifikovat ve všech transakcích, do kterých vstoupí, a také v rámci struktury nákladových center. Struktura může například právě kopírovat strukturu nákladových center, aby z identifikačního čísla bylo zároveň okamžitě patrné, kde stroj stojí a komu patří (kdo má zodpovědnost za náklady na něj vykázané).*

**49.** *Pokud má systém již přednadefinovány procesy, je možné s nimi již s předstihem pracovníky začít seznamovat a dát jim je například vytištěné na prostudování, aby věděli, na co se mají připravit. Většinu z nich navíc bude pravděpodobně potřeba kustomizovat pro potřeby BAESTu, aby co nejvíce odpovídali strukturám a podmínkám společnosti.*

*Pokud systém své vlastní procesy na definovány nemá, je nutné začít s přípravou těchto procesů, aby byly do startu systému hotovy a pracovníci s nimi seznámeni. Obě tato opatření zkrátí dobu implementace a urychlý čerpání výhod CMMS a řešení počátečních problémů.*

**50.** *Až bude systém "zaběhnutý" a bude obsahovat relevantní data (cca šest měsíců po začátku bezproblémového používání), bude vhodné na základě těchto dat nastavit příslušná KPIs, jejichž výběr a obecný výpočet by již měl být připraven předem. Pomocí historických hodnot dat bude možné lépe nastavit cíle a intenzitu, s jakou se při jednotlivých hodnotách promítnout do odměňování zodpovědných osob. Tato nastavení bude dobré každých šest až dvanáct měsíců revidovat.*

**51.** *Jak již bylo řečeno výše, je nutné, aby neexistoval pracovní příkaz, který neprošel IT systémem. Tato zodpovědnost musí být zcela zřejmá každému pracovníkovi s její plnění by mělo být právě jedno z výše zmíněných KPIs promítnutých do motivačního systému, aby bylo zajištěno její splnění.*

**52.** *Taktéž bude nutné postupně odstraňovat problémy s kvalitou dat, které nutně budou vznikat. Tyto problémy je potřeba včas identifikovat, zjistit důvod jejich vzniku a navrhnout systémové opatření, které zabrání jejich vzniku do budoucna. Příkladem řešení může být SOP pro zadávání dat do systému pro každou roli, která s CMMS přijde do styku.*

**53.** *Do systému bude také nutné vloži ceník hodin práce jednotlivých lidí a seznam náhradních dílů včetně jejich cen, aby systém mohl okamžitě počítat nákladovost jednotlivých úkonů, především oprav. Tyto nákladovosti je potom možné porovnávat s nákladovostí důkladnějších preventivních prohlídek či s preventivními výměnami některých dílů, jejich selhání může způsobit poškození stroje.*

**54.** *Samozřejmostí je, že bude nutné všechny pracovníky údržby, kteří se systémem budou přicházet do styku a zadávat do něj data či ho jinak používat, patřičně vyškolit. Důsledem ušetření nákladů na školení mohou být chybějící či nepoužitelná data (a tedy zbytečná investice do CMMS), případně nevyužívaná data k dalším analýzám a návrhům opatření pro zlepšení.*

### 3.4.2.7.4 Dokumentace

Zatím neexistuje jednotný číselník pro všechny stroje a zařízení, nicméně unikání zařízení mají svůj název a ta vícenásobná jsou potom očíslována, takže jednotlivá zařízení v rámci dokumentace rozlišit lze. Každý stroj má svou dokumentaci ve dvou vydáních, kdy jedno je na dílně a druhé v administrativní budově jako záloha. Do této dokumentaci si údržbáři doplňují poznámky, které jim umožní lépe se zorientovat (např. si doplní měřící body, nebo "lidštější" popisy technických záležitostí), ovšem nejedná se o

**55.** *Pro veškeré budoucí opravy bude užitečné, pokud bude existovat ke každému stroji historie jeho oprav a modifikací. Ty by bylo v ještě lepším případě možné doplnit o identifikované symptomy některých druhů problémů na základě aplikace analýzy kořenových příčin. Dokument by byl snadno dostupný a mohl sloužit k rychlejšímu nalezení důvodů poruch strojů a tedy i jejich rychlejšímu odstranění. Zároveň by mohl sloužit jako vodítko pro nápady, jaké (další) modifikace na stroji provést,* aby bylo *předejito některým druhům obtíží.*

**56.** *Každý stroj by také měl mít seznam náhradních dílů, které jsou k němu potřeba. V lepším případě by ke každému náhradnímu dílu byla přiřazena přibližná cena, možní dodavatelé a historické dodací lhůty. To vše by mělo být zaznamenáno v CMMS, aby byly veškeré údaje pohromadě a snadno a rychle dostupné.*

### 3.4.2.7.5 Prediktivní údržba

**57.** *V případě této pokročilejší praxe by bylo výhodné minimálně rozmyslet, jaké metody předpovědné údržby by šlo využít (například zpočátku pouze na kritických strojích) a vytvořit "business case" – ekonomické zdůvodnění, které z nich opravdu začít aplikovat a které ne.*

### 3.4.2.7.6 Analýza kořenových příčin (poruch zařízení)

**58.** *V okamžiku, kdy bude v CMMS dostatečné množství dat, bude vhodné vytrénovat multiprofesní tým lidí v analýze kořenových příčin. Takový tým by měl být nejlépe*

*složen jak ze zástupce údržby (strojní i elektro), tak i výroby, případně i technologa výroby. Nejvíce nákladné, nebezpečné či časté poruchy potom budou moci býti podrobeny důkladné analýze s návrhy opatření, díky kterým bude závadě předejito v budoucnu. Dynamiku týmu jistě podpoří pozitivní finanční motivace za vymyšlená a aplikovaná protiopatření. V nejlepším případě by některý člen týmu mohl být ještě vytrénován v tvorbě business case, aby uměl přibližně spočítat kolik které opatření teoreticky uspoří peněz.*

### *3.4.2.7.7 Trénink a kvalifikace pracovníků údržby*

Na běžné údržbářské úkony jsou pracovníci údržby údajně kvalifikovaní dostatečně, nicméně pro větší či složitější úkony je již nutné najímat externí firmu.

Pouze při předávání nového stroje a někdy při externím servisu jsou operátoři stroji instruováni co je potřeba na stroji udržovat v hlídat. Někteří operátoři jsou schopni si projít olejoznaky a zkontrolovat, je-li dost maziv. Někteří si ho jsou dokonce schopni doplnit.

**59.** *Na základě analýzy potřeb podniku by měl být vytvořen seznam dovedností, které by lidé v oddělení údržby ideálně měli umět. Ty je potom možné rozdělit na ty, které má cenu se naučit interně, a ty, které budou ekonomicky výhodnější dále nakupované externě. Toto rozdělení je možné podpořit alespoň přibližným výpočtem na základě historických dat, kolik by se bývalo ušetřilo, pokud by dané dovednosti a znalosti existovaly v rámci firmy.*

#### *3.4.2.7.8 Sklad náhradních dílů (Maintenance, repair, overhaul storeroom, MRO storeroom)*

**63.** *V budoucnosti po implementaci některých důležitějších výše zmíněných prvků Totálně produktivní údržby bude vhodné začít řídit i sklad náhradních dílů. Měl by existovat seznam jeho položek v elektronické verzi v rámci CMMS obsahující informace o strojích, které tu kterou položku mohou využít, počtu ks na skladě, cenu (např. poslední*

*známou a průměrnou), dobu dodá ní dílů (historicky) a dolní i horní limit počtu dílů držených na skladě.*

**64.** *Zpočátku je možné položky skladu ND pilotně řídit pouze pro klíčové stroje a zařízení, s postupným rozšiřováním na další a další stroje podle vytvořeného seznamu priorit.*

**65.** *Pro řízení skladu ND by potom měl být vytvořen proces zajišťující jak jeho efektivní řízení (nejen v rámci nákladů, ale i dopadů do výroby v případě absence dílu) a taktéž trvalé zlepšování, s jasnou zodpovědností.*

**66.** *Sklad ND by měl být řízen i vizuálně pomocí metody 5S. To znamená, že všechny položky budou umístěné a seřazené na základě logiky (např. těžké věci dolů) či frekvence užívání (více při ruce) a jasně označené i nejen v počítači, ale i fyzicky, aby je bylo možné rychle najít a správně identifikovat. Tyto informace o jejich poloze by mohly být zaznamenány i v programu pro správu skladu.*

### 3.4.2.8 Projekt probíhající ve společnosti

Na čistém stroji lze snadno identifikovat problémy typu prasklina, únik kapalin apod. a zabránit tak vzniku jeho poruchy v budoucnu.

Co se projektu týče, tento je ve společnosti již v pokročilejší fázi implementace než projekt . Jeho zavádění měl na starosti , asistent manažera pro řízení a rozvoj výrobních procesů. I přes delší délku trvání projektu plán implementace není znám nebo není, je tedy nesnadné posoudit postup tohoto projektu. Dle rozhovoru s je ovšem implementováno (tzn. ) na všech klíčových strojích v podniku

. Důvod je ten, že začal být zároveň také vedoucím kontroly (ve výrobě) a již mu na tuto činnost nezbývá čas ani nebyla předána nikomu jinému.

Za použití techniky „gemba gembutsu“[49] lze konstatovat, že důsledek pro projekt

Po prohlídce několika strojů

**3-32 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST**

*Protože do projektu již byly investovány nemalé zdroje, byla by potřeba obnovit jeho momentum a vrátit ho na správnou trajektorii. K tomu je zapotřebí především ustanovit zodpovědnou osobu, která na projekt bude mít dostatek času, a vytvořit nový harmonogram implementace s*

*Krom obnovy implementace je taktéž potřeba*

[49] Japonský výraz pro „go and see“, neboli česky „běž a podívej se“. Znamená ověření informací fyzickou prohlídkou výroby a porovnání popisovaného stavu se stavem pozorovatelným.

**69.** *by také bylo vhodné čas od času zhodnotit a případně vylepšit či upravit tak, aby se díky auditům dosahovalo kýženého výsledku o stavu strojů a pracovišť. Pokud všechny stroje vykazují neustále je s formulářem pravděpodobně něco v nepořádku a je tedy potřeba provést určité změny.*

### 3.4.2.9 Vybrání priorit, na které stroje se při implementaci zaměřit

Zde se nabízí hned několik přístupů, jak k této otázce přistoupit. Obecně by se na tento problém dalo dívat jak z hlediska tržeb, tak z hlediska nákladů, tak i ze zorného úhlu nějakého jiného kvantitativního ukazatele či například úzkých míst výroby. Výsledkem vždy bude určitý omezený seznam strojů, u kterých se s implementací začne a jimž se i v budoucnu bude věnovat největší péče a prevence.

**Výbrané přístupy k identifikování priorit:**

Nákladovým přístupem by bylo například seřazení strojů, podle toho, kolik ten který stroj spotřebovává nákladů na lidskou práci (interní i externí) a na materiál. Zde by se potom aplikovala Paretova analýza (viz 3.2.6) a vybraly by se nákladově nejnáročnější stroje.

Vzhledem k tomu, že data s detailem na úroveň určitého stroje nejsou dostupná, volbou by zde bylo nákladové středisko

Druhý přístup by opět využíval Paretovu analýzu, ovšem s tím rozdílem, že měřítkem by nebyly náklady, nýbrž nějaký jiný kvantitativní ukazatel. Dobrým příkladem je zde aplikace ukázaná v kapitole 3.2.6, kdy měřítkem je podíl stroje na celkových hodinách v poruše. Zvýšená pozornost by se tedy věnovala nejporuchovějším strojům.

**3.** Jiným lepším příkladem nenákladového kvantitativního ukazatele by mohlo býti použití ukazatele OEE (viz 3.2.2) pro jednotlivé stroje, jako kombinovaného projevu dostupnosti stroje, jeho výkonu a kvality, kterou produkuje. Všechny tyto tři parametry totiž souvisí mimo jiné s fyzickým stavem stroje. Pozornost by se potom věnovala strojům s nejnižším ukazatelem OEE. Za použití dodatečných výpočtů by toto šlo spočítat až na úroveň peněz. To znamená jaké jsou náklady na nedostupnost - kolik výrobků a tedy tržeb by stroj za dobu v poruše mohl vygenerovat[50], jaké jsou náklady na výkon – o kolik víc výrobků a tedy tržeb by stroj mohl vyproduktovat, kdyby jel na normovaný výkon[51], a jaké jsou náklady na nekvalitu – kolik společnost stojí vyprodukovaná nekvalita na stroji v podobě šrotace, přepracování a reklamací zákazníků[52].

Přístup využívající identifikaci úzkých míst výroby se jeví jako jeden z nejlogičtějších a tedy nejvalidnějších. Mnohem větší problémy způsobí výpadek strojů, které nelze nahradit jinými, než výpadek nahraditelných strojů. Zaměření se na tyto úzká místa je potom na tyto uzká místa je jasnou preferenci mnoha výrobních společností. Zde byli identifikovány následující stroje, v rozdělení podle legální entity[53]:

[50] Za předpokladu, že dodatečně vyprodukované výrobky by se prodaly.

[51] dtto

[53] Seznam byl vytvořen a poskytnout společností BAEST, nejedná se o vlastní průzkum. Nejedná se čistě o úzká místa, ale o identifikovaná klíčová zařízení v obou společnostech.

5. Předposledním přístupem by bylo zaměření čiště na tržby, resp. produktové rodiny za použití RRS analýzy (viz 3.2.7) a PQPR analýzy (tamtéž).
**RRS analýza**
Z původních výsledků prvotní RRS analýzy vyšlo

Výsledek této analýzy je vidět v tabulce 3-33.

3-33 RRS analýza výrobkového portfolia společnosti BAEST

3-33 Zdroj: Vlastní tvorba, data z BAEST

Jedná se o data za dva roky 2009 a 2010 obsahující počet a cenu všech expedovaných výrobků za toto období. Za použití MS Excel bylo zjištěno, v kolika týdnech (z celkem 104) došlo k expedici dané výrobkové rodiny, jaké procentu týdnů tvoří týdny kdy došlo k expedici, kolik výrobků bylo vyexpedováno celkem a průměrně týdně a jak velké množství tržeb toto přineslo v absolutním i relativním členění. Z tabulky jasně vyplývá prim, který hraje výrobková rodina .

**PQPR analýza**

dle procesního manažera nejsériovějším výrobkem společnosti a zároveň jdou přibližně . Identifikací strojů a zařízení, přes která plynou, získáme zároveň stroje a zařízení, na která by se údržba měla zaměřit nejvíce. Jedná se o následující:

„

Pro detailnější identifikaci pracovišť/strojů je možné použít podprobný přehled po operacích nejtypičtějšího zástupce

Protože cílem společnosti by mělo být především peníze vydělat a až potom ušetřit (neboli zaměření na tržby), přístup využívající kombinaci RRS analýzy a PQPR analýzy se jeví jako nejužitečnější z výše zmíněných přístupů.

**6.** Posledním navrženým přístupem je samozřejmě kombinace výše zmíněných přístupů, tedy například zaměřit se na a zároveň úzká místa výroby, aby nebyly ohroženy ani tržby z jiných výrobků společnosti..

# 3.5 Závěr práce

Cíle práce bylo ohodnotit současný stav společnosti z úhlu pohledu fungování principů štíhlé výroby a především štíhlé údržby a následně v jednotlivých oblastech navrhnout opatření, která by měla společnost pozvednout na vyšší úroveň z hlediska provozní efektivnosti.

Po důkladném zhodnocení mnoha oblastí štíhlé výroby a obzvláště prvků Totálně produktivní údržby bylo identifikováno téměř 70 doporučení a návrhů pro zlepšení. Některé z těchto návrhů se týkají společnosti jako celku, některé pouze oddělení údržby a některé pouze určitého prvku či části tohoto oddělení. Jednotlivá doporučení bude vhodné interně zvalidovat a zhodnotit jejich potenciální přínos pro společnost. Doporučení, která tímto procesem úspěšně projdou jako potenciálně prospěšná a užitečná, by se měla více zkonkretizovat, připravit jejich prioritizace a detailní plán postupné implementace s jasně stanovenými termíny a zodpovědnostmi. U těch doporučení, která se týkají strojů a je nutno je postupně implementovat na jednotlivé stroje ( , bude vhodné použít výše zmíněný způsob prioritizace (viz 3.4.2.9).

Pevně věřím, že řádná implementace jednotlivých doporučení bude mít pro společnost (a především oddělení údržby) a její efektivitu a hospodárnost velmi

signifikanční dopad ku prospěchu veškerých stakeholderů, od výrobních dělníků a pracovníků údržby, přes řídící složky, až po konečného zákazníka.

# 4 Vysvětlivky a seznamy

## 4.1 Seznam obrázků a grafů

3-1 Stínová tabule ... 19
3-2 Velikost OEE jako funkce působení Šesti velkých ztrát. ... 22
3-3 SOP - příklad ... 24
3-4 Příklad SPC grafu ... 26
3-5 Paretovo pravidlo ... 26
3-6 Příklad aplikace Paretova pravidla ... 27
3-7 Analýza procesních kroků pro jednotlivé produkty (PR z PQPR) ... 29
3-8 Od Štíhlé údržby k Štíhlé výrobě ... 31
3-9 Stupně zralosti údržby ... 33
3-10 Činnosti Štíhlé údržby ... 34
3-11 Návaznost mise společnosti až na operativní cíle oddělení údržby ... 35
3-12 Od firemní strategie k realizaci činností údržby ... 38
3-13 Robustní systém členění přiřazování práce údržby ... 41
3-14 Rovnováha mezi náklady na plánovanou a neplánovanou údržbu ... 42
3-15 Schéma pracovních postupů (work flow) ... 44
3-16 Box na žluté štítky ... 45
3-17 Plán údržby zařízení ... 47
3-18 Diagram rybí kosti (Ishikawa diagram) ... 49
3-19 Prvky excelence v údržbě ... 50
3-20 - Letecký snímek společnosti ... 52
3-21 Tržby BAEST, a.s. 2006-09 ... 54
3-22 Čistý zisk BAEST, a.s. 2006-09 ... 54
3-23 Organizační struktura oddělení údržby ... 56
3-24 Náklady na interní a externí nekvalitu 2005-2010 ... 62
3-25 Relativní velikost interní a externí nekvality vůči objemu výroby 2005-201062
3-26 Vyvoj počtu hodin údržby v čase podle dovednosti ... 63

3-27 Vyvoj počtu hodin údržby v čase dle střediska ........ 64
3-28 Náklady na externí údržbu, II.-V. 2011 ........ 64
3-29 Náklady na materiál v údržbě, II.-V. 2011 ........ 65
3-30 Lísteček výkazu práce údržby ........ 68
3-31 Systém hlášení závad ........ 70
3-32 Postupný vývoj průměrného 5S skóre ........ 82
3-33 RRS analýza výrobkového portfolia společnosti BAEST ........ 86
6-1 Organizační struktura - Baest, a.s. ........ 92
6-2 Organizační struktura - Baest Machines & Structures, a.s. ........ 93
6-3 Organizační struktura - Baest Machinery Holding, a.s. ........ 94
6-4 Zadávací list projektu "TPM" - racionalizace údržby, vybrané snímky ........ 95
6-5 Zadávací list kombinovaného projektu TPM (racionalizace údržby) a CEZ (= OEE, celková efektivita zařízení) ........ 96
6-6 Roční plán preventivních kontrol strojů a zařízení ........ 99
6-7 Kvalifikační matice údržby ........ 100
6-8 Ukázka standardů čištění 5S ........ 101
6-9 Normohodiny stroje a pracovníka na každou operaci ........ 102
6-10 Strategie BAEST M&S, 2010-2015 ........ 102

### 4.1.1 Přehled použitých zkratek

| Zkratka | Význam |
|---|---|
| TPM | Total productive maintenance |
| TPS | Toyota production system |
| VA | Value-adding |
| NVA | Non value-adding |
| FVA | Future value-adding |
| SA | Support activity |
| W | Waste |
| ND | Náhradní díl |
| CEZ | Celková efektivita zařízení |
| OEE | Overall equipment effectiveness |
| SMED | Single minute exchange of die |
| SOP | Standard operating procedures |
| BOZP | Bezpečnost a ochrana zdraví při práci |
| OOPP | Osobní ochrané pomůcky při práci |
| UCL | Upper control limit |
| LCL | Lower control limit |

| | |
|---|---|
| KPI | Key performance indicator |
| TPÚ | Totálně produktivní údržba |
| PdM | Predictive maintenance |
| CBM | Condition-based maintenance |
| CMMS | Computerized maintenance management system |
| RCA | Root cause analysis |
| MTBF | Mean time between failures |
| MTTR | Mean time to repair |
| MTBR | Mean time between repairs |
| PPM | Preventive and proactive maintenance |
| CCL | Cost center leader |
| EMP | Equipment maintenance plan |
| JTA | Job tasks analysis |
| SA | Skills assessment |

# 5 Zdroje

## 5.1 Knižní zdroje


**1.** ROTHER, Mike, SHOOK, John. Learning to See – Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, version 1.2. Lean Enterprise Institute, 1999. ISBN: 0-9667843-0-8

**2.** HINES, Peter, SILVI, Riccardo, BARTOLINI, Monica. Lean Profit Potential. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School, 2002. ISBN: 0-9537982-6-7

**3.** HINES, Peter, TAYLOR, David. Going Lean. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School, 2000. ISBN: 0-9537982-0-8

**4.** BROOK, Quentin. Lean Six Sigma & Minitab – The Complete Toolbox Guide for All Lean Six Sigma Practitioners, 3rd edition. OPEX Resources Ltd, 2010. ISBN: 978-0-9546813-6-4

**5.** LUNAU, Stephan, STAUDTER, Christian, MOLLENHAUER, Jens-Peter, MERAN, Renata, ROENPAGE, Olin. HUGO VON, Clemens, HAMALIDES, Alexis. Design for Six Sigma + Lean Toolset - Implementing Innovations Successfully. UMS GmbH Consulting, 2009. ISBN: 978-3-540-89513-8

**6.** SMITH, Ricky, HAWKINS, Bruce. Lean Maintenance – Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share. Plant Engineering, Elsevier Butterworth-Heinemann, USA, 2004. ISBN: 0-7506-7779-1

**7.** DIBLÍK, Jan. „Sériová standardní a nestandardní výroba, průchodnost linky a její optimalizace v BAEST, a.s.“, bakalářská diplomová práce, ČVUT v Praze, Praha 2009.

## 5.2 Elektronické zdroje

**8.** HINES, Peter, SAMUEL, Donna. Runners, Repeaters & Strangers (RRS): A Contingent Approach to Lean Thinking. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School, UK (http://www.sapartners.com/images/pdfs/runners_repeaters_strangers.pdf)

**9.** KNAPP, Thomas R. The Reliability of Measuring Instruments (2nd Edition), Vancouver, B.C.: Edgeworth Laboratory for Quantitative Educational and Behavioral Science Series, The University of British Columbia (http://business.nmsu.edu/~mhyman/M610_Articles/Knapp_Reliability_Text.pdf)

**10.** The Fast Guide to OEE, Vorne Industries, Itasca, Il USA (http://www.oee.com/tools/fast-guide-to-oee.pdf)

**11.** www.baest.cz/o-firme

**12.** http://www.businessdictionary.com/definition/make-to-order.html,

**13.** http://productionmanagers.biz/definition-of-pqpr-in-production-management/

**14.** http://www.socialresearchmethods.net/tutorial/Colosi/lcolosi2.htm

**15.** http://www.oee.com/oee-six-big-losses.html

**16.** http://www.businessdictionary.com/definition/management-by-exception-MBE.html

**17.** http://www.tpca.cz/cz/vyrobni-system-toyota/vyroba/just-in-time

**18.** http://www.valuestreamguru.com/?p=200

**19.** http://www.idcon.com/reliability-tips-31.htm

**20.** http://www.maintenanceresources.com/referencelibrary/ezine/fiveerrors.html

**21.** http://www.reliabilityweb.com/articles/shock_pulse.pdf

**22.** www.kvic.cz/showFile.asp?ID=2112

**23.** http://www.gc21.de/ibt/en/ilt/ibt/regionalportale/sadc/downloads/ishikawa_diagram.pdf

**24.** http://www.premierautoworkers.com/images/Samples/Full/Premier%20Visual%20Procedures.jpg

# 6 Přílohy

**6-2 Organizační struktura - Baest Machines & Structures, a.s.**

**6-3 Organizační struktura - Baest Machinery Holding, a.s.**