



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta strojní
Ústav řízení a ekonomiky podniku**

**Implementace systému pro řízení údržby strojů ve společnosti
JC Interiors Czechia s.r.o.**

**Implementation of the maintenance management system in
JC Interiors Czechia s.r.o.**

Diplomová práce

Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.

Bc. Štěpán Zajíček

Praha 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 19. 6. 2015

.....

Bc. Štěpán Zajíček

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Miroslavu Žilkovi, Ph.D. za cenné rady při volbě tématu i v průběhu tvorby práce. Dále děkuji zaměstnancům společnosti JC Interiors Czechia s.r.o., bez nichž by praktická část této práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Diplomová práce řeší otázku řízení údržby výrobního zařízení. Údržba je doposud stále podceňovanou součástí výrobních podniků, přitom dopady jejího fungování zásadně ovlivňují dostupnost a spolehlivost strojů. Údržba se tudíž výrazně spolupodílí na efektivitě výroby. Cílem práce je navrhnout organizační řešení preventivní údržby strojů a implementovat potřebný počítačový software pro jeho podporu. Řešení představuje návrh a popis implementace systému Profylax ve společnosti JC Interiors Czechia s.r.o. doplněný rešerší dosud známých teoretických poznatků o tématu. Dále jsou v diplomové práci navrženy metodiky pro práci se systémem a pro nakládání s náhradními díly a spotřebním materiálem. Implementovaný systém umožnil analyzovat současný stav údržby. Výsledná analýza se spolu s dalšími poznatky stala podnětem pro tvorbu nápravných opatření. Analytická část slouží také jako vodítko pro budoucí využívání dat získaných implementovaným softwarem.

Klíčová slova: údržba, preventivní údržba, spolehlivost, náhradní díly, digitalizace údržby, řízení údržby

Abstract

The thesis addresses a question of maintenance of machinery. Maintenance is still underrated department of production plants, even though the impacts of its work fundamentally affect availability and reliability of machinery. Therefore the quality of maintenance participates on effectivity of the whole plant. Goals of the thesis are set to find an organizational solution of preventive maintenance of machinery and to implement necessary software for support of maintenance department. Primary solution of these goals is a description and an implementation of Profylax system in JC Interiors Czechia s.r.o., supplemented by research of currently known findings in the field of maintenance. Further in the thesis, methods for work with the system and for handling spare parts and consumables are suggested. Implemented system has allowed to analyse current condition of maintenance. Resulted analysis along with other findings became an incentive for subsequent proposition of corrective measures. Analytical part also serves as a guide for future usage of data acquired by the implemented software.

Keywords: maintenance, preventive maintenance, reliability, spare parts, maintenance computerization, maintenance management

Obsah

1 Úvod	8
2 Teoretická východiska práce	10
2.1 Definice pojmů	10
2.2 Údržba výrobního zařízení	11
2.2.1 Dopady zvolené úrovně údržby	11
2.2.2 Ekonomické otázky údržby	12
2.2.3 Plánování a rozvrhování v údržbě	14
2.2.4 Přístupy k údržbě	15
2.2.5 Reaktivní a proaktivní údržbářské práce	18
2.2.6 Metody údržby	19
2.2.7 Hodnocení výkonnosti údržby	21
2.3 Výpočetní technika v údržbě	25
2.3.1 Účel využití výpočetní techniky	26
2.3.2 Přínosy výpočetní techniky	27
2.3.3 Nebezpečí výpočetní techniky	28
3 Představení společnosti JC Interiors Czechia s.r.o.	30
3.1 Johnson Controls	30
3.2 JC Interiors Czechia s.r.o.	30
3.2.1 Technologie	31
3.2.2 Hospodaření	31
3.2.3 Výrobky	33
3.2.4 Zákazníci	33
4 Návrh procesu implementace systému řízení údržby strojů	34
4.1 Proces implementace systému	34
4.2 Zavádění softwaru pro podporu údržby	34
4.2.1 Předpokládané přínosy	35
4.2.2 Vzniklé náklady	36
4.3 Zadání vstupních informací	39
4.3.1 Vytvoření uživatelských profilů	39
4.3.2 Plnění číselníků	40
4.3.3 Vytváření databáze strojů	45
4.3.4 Vytváření databáze materiálu	47
4.3.5 Definování plánů údržeb	49
4.4 Používání systému Profylax	51
4.4.1 Časový plán údržeb	51
4.4.2 Hlášení poruch	52

4.4.3	Provedení údržby	53
4.5	Metodika práce se systémem	55
4.5.1	Preventivní údržba	55
4.5.2	Oprava	56
4.6	Nakládání se skladovým materiálem	58
4.6.1	Návrh metodiky pro nakládání se skladovým materiálem	59
5	Zhodnocení přínosů implementace systému řízení údržby strojů	65
5.1	Vybrané stroje	65
5.2	Věrohodnost údajů	67
5.3	Vyhodnocení získaných údajů	67
5.3.1	Střední doba mezi poruchami	67
5.3.2	Střední doba do obnovení	69
5.3.3	Pohotovost zařízení	71
5.3.4	Podíl preventivní údržby	71
6	Návrhy a doporučení	75
6.1	Úpravy na základě analýzy získaných dat	75
6.2	Zajištění zápisu údržeb do systému Profylax	76
6.3	Změna způsobu práce s náhradními díly	76
6.4	Doplnění a optimalizace databáze	77
6.5	Pravidelné vyhodnocování na základě zpětné vazby	77
6.6	Pravidelné vyhodnocování na základě analýzy dat	77
6.7	Přechod na systém stupňovitých údržeb	78
6.8	Vyplnění nákladů na prostoje a hodinových sazeb pracovníků	78
7	Závěr	79
	Seznam použité literatury	81
	Seznam obrázků	84
	Seznam tabulek	86

1 Úvod

Strojírenská výroba je v současnosti charakterizována několika klíčovými prvky, které v mnoha ohledech zvyšují důležitost kvalitní údržby na historicky nejvyšší úroveň. Složitost výrobků vede k potřebě úzkoprofilových strojů, jež jsou mnohdy již úpravou od výrobce uzpůsobeny pro maximálně efektivní vykonání jediné z mnoha částí výrobního postupu konkrétního výrobku. Využití těchto strojů musí být nutně nejvyšší dosažitelné (jinak by v jejich místě vznikala tzv. bottleneck¹) a jejich nahraditelnost je prakticky nulová.

Využívání těchto strojů však není příčinou, nýbrž důsledkem snahy o maximální efektivitu. Pro ekonomický úspěch je nutné využít každou příležitost k získání náskoku a co nejvyšší využití možností stroje je právě takovou příležitostí. Závod se třemi soustruhy, z nichž vždy jen dva vyrábějí, zatímco třetí je v péči údržbářů, by nutně vyráběl draže než konkurence, se kterou by boj o zákazníky rychle prohrál. Konkurenceschopnost je dosažena vysokou efektivitou výroby, a tedy i vysokou efektivitou údržby.

Koncept plánované údržby se poprvé objevil nejspíše již v době průmyslové revoluce. Výrobci, vybaveni na svou dobu pokrokovým, z dnešního pohledu však primitivním a hlavně velice nespolehlivým zařízením, předcházeli neschopnosti dodávat zboží jednoduchým preventivním opatřením. Pravidelně, například jednou ročně, zavírali továrnu a rekonstruovali stroje, aby předešli nepříjemným překvapením ve zbytku roku. Aby si však mohli tento mnohdy až dvouměsíční výpadek dovolit, museli ve zbylém čase vyrábět více než si zákazníci žádali a přebytečné zboží skladovat do doby odstávky.² Jen těžko si lze v dnešních globalizovaných podmínkách, kdy zvýšení efektivity výroby o jednotky procent může být klíčovou konkurenční výhodou závodu, představit podobné plýtvání kapacitou strojů i časem zaměstnanců.

Výše zmíněné vlivy pak vyúsťují v náročné požadavky na řízení výroby, které jsou znát zejména u technicky vyspělých výrobků. Jen málokterý výrobek dnes vznikne v jediné továrně a ty nejsložitější, jako jsou například automobily, vznikají společnou silou konečného výrobce a jeho stovek či dokonce tisíců dodavatelů a subdodavatelů. To vše při úsilí o maximální efektivitu na všech stupních výroby.

¹Část výrobního procesu, která nejvíce omezuje celkovou produktivitu. Ve výrobě, stejně jako i jinde platí, že síla řetězu je určena jeho nejslabším článkem. Stroj, jenž pracuje pomaleji než ostatní výrobní zařízení, omezuje celkový výstup celé výrobní linky a je tak tímto nejslabším článkem.

²Historii údržby popisují Kister a Hawkins (2006, s. 8).

Proto vznikly systémy jako JIT³, které pomáhají organizovat výrobu, dosahovat vysoké kvality a udržet cenu výsledného produktu co nejnižší. Vyrábět podle JIT však nelze, pokud nejsme schopni zabránit, či alespoň minimalizovat neplánované výpadky výrobní kapacity.

Požadavky na střediska údržby jsou tak vyšší než kdy dřív, ovšem stejně tak jsou i možnosti jejich plnění širší, než tomu bylo v minulosti. Nasazení výpočetní techniky sice není pro využívání preventivní údržby nezbytné, zásadně jej ovšem zjednodušuje. Umožňuje také využít schopnosti údržby diagnostické a prediktivní.

I přes náročné požadavky není propracovaná strategie údržby pravidlem. Průzkum mezi českými podniky střední velikosti ukázal, že byť je preventivní údržba alespoň klíčových výrobních zařízení relativně rozšířená, pomoci softwarových nástrojů pro zajišťování údržby využívá jen čtvrtina zkoumaných podniků (Žilka, 2013, s. 35). Jak ukáže 2. kapitola, přínosy využití CMMS⁴ jsou přitom v mnoha ohledech zásadní.

Úkoly diplomové práce

Právě implementace CMMS pro zlepšení organizace údržby v podniku JC Interiors Czechia s.r.o. je hlavním úkolem této práce. Dílčí cíle práce jsou:

- popsání práce v CMMS a navržení vhodných pracovních postupů,
- navržení systematického přístupu k nakládání s náhradními díly,
- vyhodnocení získaných údajů po určité době od zavedení,
- navržení dalších kroků a nápravných opatření existujících nedostatků.

Prvním krokem k uskutečnění daných cílů je popis současných znalostí v oblasti řízení údržby. To spolu s vysvětlením, v čem spočívají výhody CMMS, činí 2. kapitola. Podnik JC Interiors Czechia s.r.o., ve kterém byla praktická část diplomové práce prováděna, je představen ve 3. kapitole. 4. kapitola se zabývá implementací samotnou, popisuje předpoklady a postup implementace, navrhuje způsob práce s programem a nakládání s náhradními díly. V 5. kapitole jsou vypočteny a analyzovány ukazatele charakterizující údržbu. Předposlední 6. kapitola navrhuje opatření a další následné kroky, práci uzavírá a shrnuje kapitola 7.

³*Just in Time*. Systém zajišťující plynulý tok výroby a nízké zásoby. Kavan (2006, s. 93) uvádí preventivní údržbu jako jeden z klíčových požadavků JIT.

⁴*Computerized Maintenance Management System*. Pojem bude širěji vysvětlen v 2. kapitole.

2 Teoretická východiska práce

2.1 Definice pojmů

Většina použitých pojmů bude vysvětlena v příslušných sekcích, dva nejdůležitější je ovšem nutné definovat předem. Prolínají se totiž celým textem a zrcadlí se i v názvu diplomové práce. Jejich správné vyjasnění je tak nezbytným předpokladem pro splnění úkolů stanovených v předchozí kapitole.

Údržba

Pojem údržba patří mezi základní slovní zásobu a zdá se tak zbytečné jej vymezovat. Definice však pomůže poukázat na důležité aspekty výrazu v jeho technické aplikaci. Jelikož neexistuje jednotně užívaná formulace, je nezbytné představit několik možností. The Local Government & Municipal Knowledge Base (2015) představuje definici dle EFNMS⁵:

„Všechny činnosti, jejichž úkolem je zachování objektu ve stavu, nebo obnovení objektu do stavu, v němž může vykonávat svou zamýšlenou funkci. Tyto činnosti zahrnují kombinaci technických a odpovídajících administrativních, manažerských a kontrolních činností.“⁶

Jiné formulace staví údržbu do kontextu dalších pojmů či ji vymezují pomocí jejich úkolů. Žilka (2013, s. 37) píše:

„Za cíl každé údržby lze tedy v nejjednodušším a základním pohledu pokládat udržování výrobního zařízení v technicky dobrém a provozuschopném stavu při vynakládání optimálních nákladů.“

Syntézou definic lze tak dospět k závěru, že údržba usiluje o zachování provozuschopné kondice (nejen) výrobního zařízení při zohledňování ekonomické výhodnosti vlastní činnosti. V důsledku může být výhodné provádět nenákladnou údržbu, pokud budou její výsledky odpovídat stanoveným požadavkům, či naopak místo údržby pořídit zařízení nové, pokud jde o výhodnější volbu, než jakou je udržování zařízení starého.

⁵European Federation of National Maintenance Societies (Evropská federace národních společností pro údržbu).

⁶Překlad autora.

Computerized Maintenance Management System

Klíčovým pojmem druhé poloviny teoretické části práce bude CMMS, volným překladem tedy počítačový systém pro řízení údržby. CMMS jsou velice rozšířené nástroje pro správu široké škály informací z oblasti údržby. Jejich schopnosti zahrnují:⁷

- evidenci výrobních zařízení a náhradních dílů,
- reporting pracovních příkazů, odpracovaných hodin, využití pracovníků a dalších výstupů,
- plánování údržeb,
- archivaci výkresové dokumentace, pracovních postupů, proběhlých údržeb, vynaložených nákladů, bezpečnostních postupů a dalších dokumentů.

Jde tedy o nástroje, které ve velké míře ulehčují a zpřehledňují práci manažera údržby a pomáhají k lepšímu plánování údržby, snížení nákladů celého oddělení a zvýšení spolehlivosti zařízení.

2.2 Údržba výrobního zařízení

2.2.1 Dopady zvolené úrovně údržby

Jak vyplynulo z definice pojmu, úkolem údržby není dosahovat co nejvyšší spolehlivosti zařízení, nýbrž dosahovat co nejvyšší ekonomické efektivity při dostatečné spolehlivosti zařízení. Je třeba však mít na paměti tři základní pravidla údržby výrobního zařízení, které definovali Kister a Hawkins (2006, s. 16).

1. Správně udržované zařízení vyrábí mnoho kvalitních produktů.
2. Nesprávně udržované zařízení vyrábí méně produktů zpochybnitelné kvality.
3. Nefunkční zařízení nevyrábí žádné produkty.

Přestože se tyto body mohou zdát zjevné, poukazují na skutečnost, že menší než dostatečná úroveň údržby vede k problémům ve výrobě. Důsledky špatné údržby zahrnují:

- časté přerušování výrobního toku vinou poruch zařízení,

⁷Volně převzato z (Instrumentation Testing Association, 1999, s. 3-1)

- nedostatečnou kvalitu výrobků způsobenou nepřesností stroje,
- vyšší riziko zranění operátorů zařízení a dalšího výrobního personálu,
- vyšší riziko environmentálních škod,
- vysoké náklady na urychlené opravy či výrobu v kooperaci,
- potřebu držet více zásob,
- nízké využití pracovního času zaměstnanců údržby i výroby,
- mnoho přesčasů pro dorovnání výpadků produktivity v době poruchy.

Dopady správné údržby je pak možné jednoduše ilustrovat jako absenci těchto důsledků.

2.2.2 Ekonomické otázky údržby

Otázka ekonomických aspektů údržby je natolik komplexní, že přesahuje rámec této diplomové práce. Ekonomický prospěch je však vždy finálním produktem každého kroku ke zlepšení a tak je tomu i v tomto případě. Pro zasazení práce do širšího ekonomického rámce je možné využít obrázek 1.

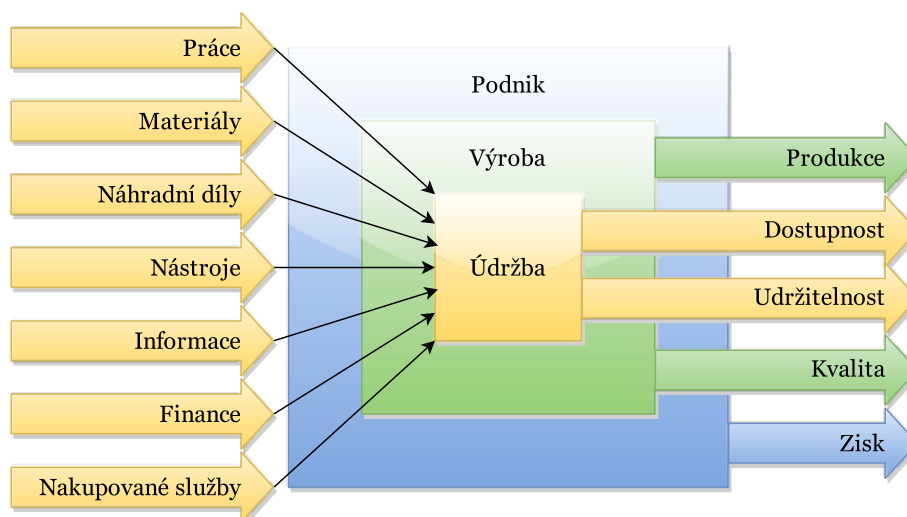
Zde vidíme kaskádu výstupů, z nichž se na nejvyšší úrovni nachází zisk. Samotné oddělení údržby však zajišťuje pouze dva z výstupů nižší úrovně - dostupnost a udržitelnost zařízení.

Ekonomické faktory však není možné ignorovat. Kister a Hawkins (2006, s. 30) tvrdí, že náklady na údržbu tvoří 14 až 25% celkových provozních nákladů závodů. To vede k myšlení, ve kterém je středisko údržby považováno jen za zdroj nákladů. Jelikož jsou náklady střediska mnohem snadněji kvantifikovatelné než jeho výnosy, mohou mít podniky tendenci usilovat o zmenšování jeho rozpočtu. Takový krok se v krátkodobém horizontu projeví pozitivně, neboť náklady klesnou okamžitě. Je však jen otázkou času, než začne docházet k důsledkům zmíněným v předchozí části této kapitoly.

Možný způsob přesné kvantifikace nákladů navrhl Žilka (2013, s. 75-78). Uvažuje členění na náklady přímé a nepřímé. Mezi náklady přímé pak řadí:

- náklady na náhradní díly a materiál,
- náklady na externě prováděnou údržbu,
- náklady spojené se střediskem údržba (přiřazené pomocí metody HNS⁸).

⁸Hodinová nákladová sazba



Obrázek 1: Vstupy a výstupy údržby v kontextu výroby a celého podniku⁹

Při snižování rozpočtu střediska údržby jsou to právě tyto náklady, které klesnou.

Druhá skupina, náklady nepřímé, zahrnuje ty efekty, které nejsou jednoduše spojitelné se střediskem údržby (Žilka, 2013, s. 79-84). Jde o:

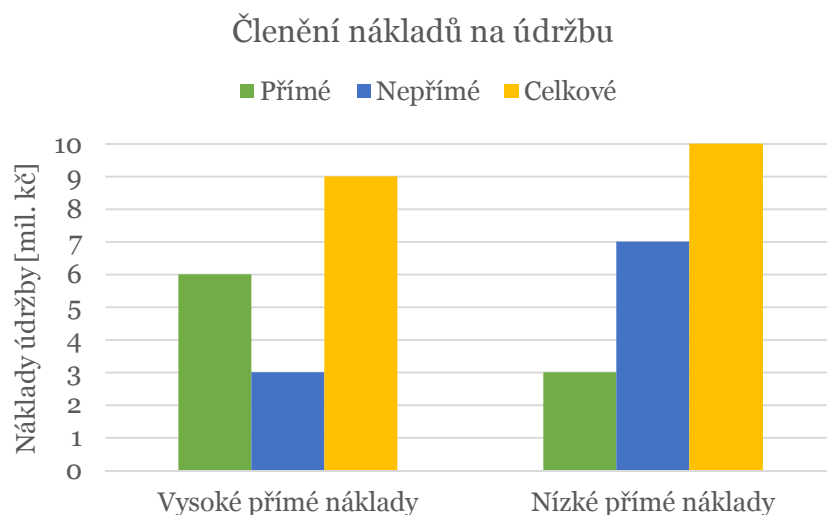
- náklady ztracené výrobní kapacity,
- náklady na neshodné výrobky,
- náklady na záruční opravy produktů,
- náklady neefektivní výroby kvůli snížené produktivitě zařízení,
- náklady na penále z prodlení,¹⁰
- náklady na vázanost kapitálu,
- ostatní náklady.

Při snižování rozpočtu střediska údržby budou tyto náklady růst s časovým zpožděním.¹¹ Úkolem vhodně zvolené strategie údržby je minimalizovat celkový součet nákladů přímých a nepřímých, což lze kvůli jejich vzájemné provázanosti často učinit v první řadě právě zvýšením nákladů přímých. Zvýšení jednoho ze sčítanců tak ve výsledku vede ke snížení celkového součtu. Tuto hypotetickou situaci ilustruje obrázek 2.

⁹Převzato z (Kister a Hawkins, 2006, s. 32).

¹⁰Tyto náklady nabývají velkého významu zejména v případě využití JIT.

¹¹Jejich absence je tak v jistém smyslu výnosem střediska údržby, byť je v této formě není vhodné vyjádřit.



Obrázek 2: Důsledek snížení přímých nákladů na údržbu (hypotetický případ)

2.2.3 Plánování a rozvrhování v údržbě

Než budou představeny základní přístupy k údržbě a metody tyto přístupy v praxi implementující, je třeba poukázat na pojem plánování a jeho dva významy. V anglické literatuře existují dva významově oddělené pojmy: *planning* a *scheduling*. V textech českých je však o obou těchto činnostech referováno jako o plánování, přičemž oba pojmy rozhodně nejsou natolik zaměnitelné, aby je šlo nahradit jedním výrazem a neztratit při tom část informace.

Pro výraz *planning* je v práci používán český překlad plánování. Úkolem plánování v údržbě je věcná příprava postupu, podle kterého bude práce probíhat. Plán údržbářské práce by měl zahrnovat i potřebné náčiní, náhradní díly, kvalifikaci pracovníků a jejich počet a v neposlední řadě také předpokládanou dobu provádění práce.

Pojem *scheduling* je možné přiblížit českým výrazem rozvrhování. Rozvrhování je vytváření sledu prací při znalosti plánu práce a časového fondu dostupné pracovní síly s cílem zvýšit využití časového fondu strojů i zaměstnanců. Zatímco plánování je možné realizovat prakticky pro všechny druhy údržeb (včetně některých urgentních), rozvrhování je jeho nástavbou a je možné, jen pokud o úkolu víme s dostatečným časovým předstihem před požadovaným termínem splnění.

Plánování má tak blíže k technické stránce údržby, zatímco rozvrhování ke stránce organizační. Asi nejlépe rozdíl vystihuje Palmer (2006, s. 65):

„Práce, která je předem naplánovaná, snižuje zbytečné prodlevy během plnění úkolu. Práce, která je rozvržená, snižuje zbytečné prodlevy mezi úkoly.“¹²

2.2.4 Přístupy k údržbě

Existují čtyři základní přístupy k údržbě. Přestože je každý z nich v mnoha ohledech unikátní, některé principy platí ve více z nich. Realita navíc ukazuje, že není možné ani vhodné aplikovat striktně jeden přístup. Ideální strategie vzniká kombinací více přístupů při využití některé z technik popsaných v části 2.2.6.

Korektivní údržba

Korektivní údržba vychází z předpokladu, že zásah údržby je možný teprve při poruše zařízení. Jde tak o nejjednodušší systém, při kterém jsou nároky na organizaci údržbářských prací minimální stejně jako přímé náklady údržby (Žilka, 2013, s. 45). Důsledkem tohoto přístupu jsou časté poruchy zařízení, dlouhé prostoje a obtížná předvídatelnost výrobní kapacity. Problémem je i neznalost počtu potřebných zaměstnanců oddělení údržby, v důsledku čehož kvůli potřebě rychlé reakce i při více problémech naráz, zaměstnává společnost více údržbářů, než je potřeba. Využití jejich času tak může klesat až ke 20% (Wireman, 2009).

Preventivní údržba

Korektivní údržba je vhodná pro levná zařízení, jejichž nefunkčnost nijak neohroží výrobu. Naopak u takového strojního vybavení, které je využíváno při výrobě více druhů výrobků, ve výrobě ho nelze nijak zastoupit a náklady na jeho opravu či výměnu by byly vysoké, nelze korektivní údržbu v žádném případě doporučit. V takovém případě je vhodné poruchám předcházet.

Princip preventivní údržby tkví ve stanovení pravidelných intervalů, při kterých bude stroj kontrolován, budou provedeny jednoduché opravy a vyměněny opotřebované díly. Jelikož i zde platí Paretovo pravidlo¹³, je možné při správné identifikaci příčin předejít většině problémů.

¹²Překlad autora.

¹³Tedy pravidlo, že 20% příčin způsobí 80% poruch. Ve skutečnosti může být poměr výrazně jiný, obecně lze však jeho princip považovat za platný. Podle Palmera (2006, s. 314) lze až 50% poruch předejít čistotou, pravidelným mazáním a pevným utažením spojů.

Ideálním základem pro preventivní údržbu jsou návody a doporučení od výrobců strojů. Jelikož výrobce zná zařízení nejlépe, je schopen správně identifikovat preventivní úkony, které pomohou předejít poruchám. Výrobce má však velký zájem na tom, aby se stroj (alespoň v záruční době) nerozbil, a proto mohou být jím doporučené postupy příliš rozsáhlé a intervaly příliš krátké. Je v zájmu oddělení údržby nastavit rozsah a interval preventivní údržby tak, aby co nejvíce odpovídal potřebám stroje. V důsledku může být interval pro důležitý stroj kratší než u stroje méně důležitého (protože je u důležitého stroje občasná zbytečná oprava či výměna přijatelnější, než porucha). Podobně se interval může zkracovat s rostoucím stářím stroje.

Jedním ze způsobů zjednodušení preventivní údržby je aplikace víceúrovňové preventivní údržby. Preventivní údržba způsobuje přerušení výroby na stroji ve chvíli, kdy funguje a mohl by vyrábět bez přestávky. Pokud se navíc sejde v krátkém časovém odstupu více úrovní údržby (některé úkony musejí být prováděny jednou týdně, zatímco jiné stačí jednou měsíčně), je opakované přerušení výroby zbytečnou ztrátou času. Proto jsou jednotlivé stupně preventivní údržby definovány tak, že vyšší stupeň vždy obsahuje stupeň nižší. Při provádění údržby libovolného stupně tak může zároveň proběhnout i údržba stupňů nižších a celkový počet i délka odstavek se sníží.

Diagnostická údržba

Preventivní údržba pomáhá předejít poruchám. Při správném nastavení intervalů a využití víceúrovňového přístupu může poměrně přesně odpovídat potřebám stroje, nikdy však nebude perfektně přesná. Proto budou vždy některé činnosti prováděny zbytečně brzy a jiné příliš pozdě. Při preventivní údržbě neznáme reálný stav zařízení a proto ho musíme odhadovat. Skutečný stav nám pomůže odhalit údržba diagnostická.

Nejjednodušším případem diagnostické údržby je dolévání oleje do strojů. Měrka se zde stává diagnostickým nástrojem varujícím před případnou poruchou. Většina diagnostických nástrojů je ovšem mnohem složitější a obvykle také nebývají součástí strojů samotných. Mezi techniky diagnostiky patří například:¹⁴

- vibrační analýza (pro posuzování rotujících zařízení),
- infračervená termografie (umožňuje detekovat přehřívání či jiné nestandardní chování),

¹⁴Technikám diagnostické údržby se věnují například Roether (2008), More a Starr (2006) či rozsáhleji Pošta (2012).

- analýza oleje (pomáhá odhalit míru opotřebení interních komponent stroje),
- ultrazvuková kontrola (pro detekci úniků vzduchu),
- sledování výkonu (a dalších provozních parametrů),
- subjektivní kontrola (zrak, sluch, hmat, čich).

Diagnostická údržba probíhá v závislosti na konkrétním nástroji buď za chodu stroje, nebo v době odstávky (Žilka, 2013, s. 48). Při kombinaci preventivní a diagnostické údržby je možné provádět diagnostiku během plánované odstávky a nevytvářet další prostoje.

Pro využití diagnostické metody je nezbytné investovat do potřebných nástrojů a školení zaměstnanců. Jejím důsledkem však dojde ke snížení nákladů na prostoje, které by vznikly v případě poruchy při užití korektivní údržby, či nákladů na zbytečné opravy, k nimž by docházelo u preventivní údržby. Kvůli vyšší počáteční investici jsou diagnostické metody vhodné zejména pro důležité a drahé stroje, u nichž vyžadujeme vysokou spolehlivost a zároveň se chceme vyhnout zbytečným a nákladným preventivním výměnám.

Diagnostická údržba nám dává náskok, abychom mohli provést nápravná opatření dříve, než dojde k poruše. Vyhodnocení, kdy má k opravě dojít, je však dáno intuicí při analýze získaných údajů či překročením předem stanovených hodnot. Abychom mohli reálně předvídat poruchy s větším předstihem, musíme přistoupit k možnostem údržby prediktivní.

Prediktivní údržba

Prediktivní údržba využívá diagnostických dat, z nichž vytváří předpovědi o budoucím stavu stroje. Kvůli tomu je potřeba provádět mnohem více měření ve výrazně kratších intervalech než u diagnostické údržby (Příbyl, 2012). Tam, kde diagnostická údržba nabízela jen minimální analýzu získaných dat, představuje prediktivní údržba systematický přístup, jehož výstupem jsou jednoznačná doporučení (Roether, 2008).

Lee et al (2006) rozlišuje tři způsoby, kterými může prediktivní údržba vytvářet předpovědi. Těmi jsou:

- předpovědi založené na modelu,
- předpovědi založené na datech,
- hybridní předpovědi.

První skupina předpokládá, že existuje počítačový model stroje schopný simulovat různé stupně zatížení a opotřebení. Vložení naměřených dat do takového modelu jsme schopni předvídat nejpravděpodobnější chování stroje. Pokud nemáme k dispozici model, můžeme využít samotných dat a z nich statistickou analýzou získat předpověď. Taková předpověď nemusí být stejně přesná jako předpověď modelu. Její použití je ale možné u širšího spektra strojů a to při mnohem menší investici. Předpovědi hybridní mohou být z principu nejpřesnější, neboť kombinují obě výše popsané strategie.

Prediktivní údržba je tedy nejpokročilejším přístupem, kvůli náročnosti na vstupní informace je ale její aplikace vhodná pouze u nejkritičtějších strojů. V běžném podniku tak nalezneme nejspíše jen několik strojů, které budou prediktivní údržbu vyžadovat. Správnou strategií údržby není zvolit nejlepší existující přístup, nýbrž zvolit přístup vhodný pro konkrétní stroj.

2.2.5 Reaktivní a proaktivní údržbářské práce

Nehledě na zvolený přístup k údržbě mohou být samotné údržbářské práce reaktivní a proaktivní. Práce reaktivní jsou podobně jako v případě korektivního přístupu vyvolané změnou stavu stroje. Na rozdíl od korektivní údržby však touto změnou nemusí nutně být porucha, ale například i pokles kvality výrobků či urgentní opravy vyžadované diagnostickou a preventivní údržbou.

Některé případy reaktivních prací tak lze plánovat a rozvrhovat. Podle Palmera (2006, s. 109) existují tři odlišné přístupy k plánování reaktivních prací. Prvním přístupem je plánování veškerých prací, což může být obtížně vzhledem k časté nemožnosti určit před započítáním práce skutečnou příčinu problému. Opačným přístupem je kompletní absence plánování, kdy se ke každé nové poruše přistupuje jako k unikátní a je tak vyžadováno, aby si zkušený údržbář postup volil sám. Přístup třetí pak znamená plánovat všechny práce, nevyžadovat však u plánů k reaktivním pracím stejný stupeň podrobností jako u prací proaktivních. Všechny tři přístupy odmítají plánování v případě urgentních poruch, při kterých je rychlá reakce důležitější než přesně stanovený postup.

Práce proaktivní jsou z pohledu plánování a rozvrhování ve velké výhodě.¹⁵ Za proaktivní lze považovat práce vyvolané:

- požadavky preventivní údržby,
- změnou v údajích diagnostiky (bez urgentních případů),

¹⁵Tématu se stručně věnuje Palmer (2006, s. 111)

- překročením stanovených hodnot v údajích diagnostiky (bez urgentních případů),
- predikcí poruchy,
- potřebou modernizace strojů.

Jednodušeji lze tedy prohlásit, že proaktivní jsou všechny práce, které není nutné činit okamžitě, zatímco reaktivní musí údržba vyřešit v co nejkratším časovém horizontu od zjištění jejich potřeby. Proaktivní práce je tak možné krátkodobě zanedbávat, ovšem důsledkem je postupné přelévání těchto prací mezi práce reaktivní, nebo vznik takových reaktivních prací, které by jinak nevznikly.

2.2.6 Metody údržby

Popsané přístupy jsou ryze teoretické. Pro jejich zavedení do praxe bylo vyvinuto množství metod, které tyto přístupy kombinují, rozšiřují a doplňují je konkrétními postupy a pravidly. Tato část se zabývá těmi nejdůležitějšími z nich.

Total Productive Maintenance

Nejčastěji rozšířenou moderní metodou údržby je Total Productive Maintenance (TPM).¹⁶ Vlastnosti TPM popisují Kister a Hawkins (2006, s. 29) následovně:

„Cíle TPM zahrnují eliminaci všech nehod, poruch a selhání. TPM je týmová proaktivní údržba, zapojující všechny úrovně a oblasti společnosti, od nejvyššího managementu po výrobní haly. TPM se týká celého výrobního cyklu a staví pevný, na výrobních halách založený systém pro předejití jakýchkoli ztrát. Činnosti TPM by se měly zaměřovat na výsledky.“¹⁷

Podle McKone et al (1999) lze hlavní pilíře TPM rozčlenit na pilíře autonomní údržby a pilíře plánované údržby. První čtyři pilíře jsou součástí autonomní údržby.

- **Práce v týmu**, tedy spolupráce zaměstnanců údržby s operátory strojů.
- **Údržba domácnosti**, neboli starost operátora o vlastní stroj. Operátor může denně vykonávat důležité úkoly, na které údržba nemá čas. Jde zejména o udržování čistoty, vizuální kontrolu, mazání a kontrolu přesnosti.

¹⁶V českých publikacích také někdy nazývána překladem Totálně produktivní údržba

¹⁷Překlad autora.

- **Znalost více oblastí** pomáhá operátorům poznat vlastní stroje, aby byli schopni včas identifikovat hrozící poruchu.
- **Zapojení operátora** do práce údržby. Vyústění předchozích bodů. Operátoři se stávají aktivními spolupracovníky údržby v dosahování vyšší spolehlivosti zařízení.

Zbylé tři pilíře si kladou za cíl realizaci plánované údržby.

- **Plánovací disciplína** je nezbytná ve chvíli, kdy autonomní údržba přesune část úkolů údržby na operátory. Údržba musí využít vzniklou příležitost k systematickému a proaktivnímu přístupu k udržování zařízení.
- **Sledování informací** pomáhá k lepšímu zachycení, shromažďování a rozřídění získaných údajů. Je díky němu možné identifikovat úkoly údržby a vyhodnotit její efektivitu.
- **Plnění harmonogramu** znamená nezanedbávání naplánovaných prací, jejich včasné a efektivní provedení.

Myšlenkou TPM je tedy přesunout základní údržbu na operátory a využít volné kapacity k dalšímu zvyšování spolehlivosti zařízení pomocí pravidelných kontrol a oprav s přesně stanoveným postupem. Operátor, jenž dobře zná své výrobní zařízení, je schopen zabránit poruchám souvisejícím s čistotou či nedostatečným mazáním a upozornit údržbu v případě hrozby větší poruchy. Takový systém produkuje množství informací o zařízení, které je třeba ukládat tak, aby byly v případě potřeby vždy okamžitě dostupné.

Konečným úkolem TPM je pak zvýšení účinnosti zařízení. K měření, nakolik je tento úkol splněn, je nejčastěji používán ukazatel Overall Equipment Effectiveness (OEE), o kterém bude pojednáno v části 2.2.7. Zvyšování OEE je při aplikaci TCM společným úkolem údržby a operátorů.

Reliability Centered Maintenance

Zatímco TPM je celostní metodika využívající převážně technik preventivního přístupu, Reliability Centered Maintenance (RCM) nabízí širší rámec, jehož součástí může být i implementace TPM. RCM je založena na předpokladu, že pro efektivní preventivní údržbu nestačí vycházet z doporučených postupů daných výrobcem zařízení, neboť ten dostává po konci záruční doby jen omezenou zpětnou vazbu. RCM tudíž kombinuje preventivní údržbu s údržbu diagnostickou a prediktivní.

Cílem RCM není dosažení stoprocentní funkčnosti zařízení, nýbrž funkčnosti dostatečně vysoké. Žilka (2013, s. 53) píše:

„RCM se tedy zaměřuje na snižování nákladů na údržbu tím, že se zaměřuje pouze na důležité funkce systému a minimalizuje a eliminuje ty údržbářské činnosti, které nejsou nákladově efektivní. V rámci této strategie tedy dochází k zohledňování jak technických, tak ekonomických faktorů.“

Již na počátku druhé části byla zdůrazněna ekonomická efektivita údržby a v RCM má efektivita druhou nejdůležitější roli po bezpečnosti. Významnější než stoprocentní funkčnost je závislost mezi dobou provozu a pravděpodobností vzniku poruchy, tedy spolehlivost zařízení. Porucha navíc nemusí být jen ztráta funkce, nýbrž i snížení kvality produkce a další nežádoucí změny.

Business Centered Maintenance

TPM a RCM mohou pomoci ke zlepšení práce údržby a v důsledku i ke zvýšení produktivity závodu. V některých případech však nelze provádět optimalizaci jen na úrovni samotné údržby. Údržbu je nutné nejdříve zasadit do kontextu podniku, a to je úkolem Business Centered Maintenance (BCM). Na rozdíl od TPM a RCM tak nejde o metodiku s předem definovaným postupem, jako spíše o celkovou filosofii údržby. BCM vede ke stanovení takové strategie údržby, která bude v souladu se strategií celé společnosti (Žilka, 2013, s. 54).

2.2.7 Hodnocení výkonnosti údržby

Základní výkonnostní ukazatele

Existuje velké množství způsobů hodnocení výkonnosti údržby. Tato práce, jak ukáže zhodnocení v části 5. (ve které jsou zde představené hodnotící ukazatele prakticky aplikovány), je zaměřena na faktory technické, nikoli ekonomické. Proto zde budou představeny právě takové ukazatele výkonnosti údržby, které reflektují její efektivitu, ovšem nepřevádějí tuto efektu do finančních měřítek.

Základním ukazatelem spolehlivosti zařízení je střední doba mezi poruchami, označovaná podle anglického názvu Mean Time Between Failures zkratkou MTBF.¹⁸ Střední doba mezi poruchami je definována pomocí intenzity poruch (Žilka, 2013, s.44):

$$\lambda = \frac{\text{počet poruch během provozu}}{\text{celkový provozní čas}}$$

Střední doba je obrácenou hodnotou intenzity poruch, tedy:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = \frac{\text{celkový provozní čas}}{\text{počet poruch během provozu}}$$

Druhým často používaným hodnotícím ukazatelem je střední doba opravy (Mean Time To Repair, tedy MTTR). Zatímco první ukazatel hodnotí spolehlivost stroje a tedy i úspěšnost preventivních zásahů údržby (které minimalizují počet poruch a tím maximalizují MTBF), ukazatel MTTR hodnotí rychlost zásahu údržby. Jeho výpočet je následující:

$$MTTR = \frac{\text{celková doba oprav}}{\text{počet poruch během provozu}}$$

Je třeba mít na paměti vrozená omezení obou ukazatelů. MTBF nezohledňuje závažnost poruchy a dobu potřebnou k nápravě, zatímco MTTR představuje právě tuto dobu. Ne každý pokles MTTR je však nutně pozitivní. Zdvojnásobení počtu poruch při zachování celkové doby oprav povede k poklesu MTTR na polovinu. Lze však pochybovat, zda jsou dvakrát častější prostoje lepší, než prostoje delší a méně časté.

Pro zohlednění výše zmíněných faktorů vznikl ukazatel spolehlivosti zařízení A , který lze vypočítat při znalosti MTBF a MTTR:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

¹⁸MTBF bývá často zaměňována s obdobným ukazatelem MTTF (Mean Time To Failure). MTTF se od MTBF mírně odlišuje a obvykle je používáno pro neopravitelné systémy, kdy porucha znamená konec jeho životnosti. Problematiku MTBF a MTTF dále rozebírá Speaks (2005, s. 7).

Spolehlivost zařízení se blíží hodnotě 1 v případě, že je MTTR výrazně menší než MTBF. Nejnižší dosažitelnou hodnotou je 0,5, neboť MTTR nemůže být ze své podstaty větší než MTBF.¹⁹ Praktickou aplikací všech ukazatelů ilustrují části 5.3.1 až 5.3.3.

Overall Equipment Effectiveness

Dnes již vysoce rozšířený ukazatel nese název Overall Equipment Effectiveness (OEE) a na rozdíl od předchozích je obvykle počítán výrobním úsekem společnosti, neboť zahrnuje i faktory nesouvisející s údržbou a ze samotných údajů shromažďovaných údržbou v CMMS systému by ho nebylo možné vypočítat.

Pro výpočet OEE je nezbytné nejdříve vypočítat tři dílčí ukazatele (Žilka, 2013).

Ukazatel dostupnosti měří časové ztráty, které vznikají rozdílem mezi plánovanou dobou provozu a skutečnou dobou provozu:

$$\text{Míra dostupnosti} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}}$$

Ukazatel výkonu zohledňuje ztráty vzniklé sníženou rychlostí práce:

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} \times \text{takt stroje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}}$$

Ukazatel kvality zohledňuje ztráty vlivem nekvalitních výrobků:

$$\text{Míra kvality} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

OEE je následně vypočítáno z předchozích ukazatelů:

$$OEE = \text{míra dostupnosti} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality}$$

¹⁹Oprava může trvat nejdéle do doby další poruchy.

Norma EN 15 341

Jedním ze zdrojů ukazatelů může být i norma EN 15 341, jež stanovuje doporučené ukazatele ve třech základních skupinách:

- ekonomické ukazatele;
- technické ukazatele;
- organizační ukazatele.

Každá ze tří skupin je dále rozdělena do tří úrovní, v nichž jsou ukazatele vyšší úrovně rozšířeny o další podrobnosti ukazatelů nižších úrovní. Celkově definuje norma 71 ukazatelů, z nichž některé byly již dříve známé a používané, jiné vznikly jejich rozšířením či pozměněním. V následujících řádcích bude představeno několik praktických ukazatelů z kategorie technických a organizačních.²⁰

Technické ukazatele:

$$T1 = \frac{\text{celkový provozní čas}}{\text{celkový provozní čas} + \text{celkové zastavení strojů kvůli údržbě}} \times 100$$

Ukazatel T1 měří dostupnost stroje, podobně jako výše představený ukazatel míry dostupnosti. V ukazateli T1 jsou však započítány výhradně prostoje způsobené údržbou (může jít o poruchy i plánované zásahy), zatímco ukazatel míry dostupnosti zahrnuje i další faktory, jež nemají spojitost s údržbou strojů. Ukazatel T1 je dále rozšířen ukazateli T5 a T6.

$$T5 = \frac{\text{celkový provozní čas}}{\text{celkový provozní čas} + \text{celkové zastavení strojů kvůli poruchám}} \times 100$$

$$T6 = \frac{\text{celkový provozní čas}}{\text{celkový provozní čas} + \text{celkové zastavení strojů kvůli plánované údržbě}} \times 100$$

T5 a T6 na rozdíl od ukazatele T1 rozlišují mezi plánovanou údržbou a poruchou, tedy mezi proaktivními a reaktivními zásahy.

²⁰Všechny následující ukazatele pochází z Evropské normy EN 15341 (2007)

Organizační ukazatele:

$$O5 = \frac{\text{celkový čas naplánované práce}}{\text{celkový čas dostupné pracovní síly}} \times 100$$

Ukazatel O5 vypovídá o tom, jak velkou část pracovní doby využijí pracovníci údržby k naplánovaným činnostem. Vychází z předpokladu, že plánovaná činnost je efektivnější. Ukazatel dále částečně vypovídá i o podílu proaktivní údržby, neboť údržba reaktivní nebývá (a v mnoha případech nemůže) být plánována. Palmer (2006, s. 118) doporučuje cílit na hodnotu ukazatele 80%.

$$O21 = \frac{\text{celkové přesčasy}}{\text{celkový čas dostupné pracovní síly}} \times 100$$

Pokud jsou přesčasy příliš vysoké, údržba nemá dostatečné kapacity na vykonávání svěřených povinností. Příliš nízké (či dokonce nulové) přesčasy naopak indikují nevyužitou kapacitu. Palmer (2006, s. 118) považuje za správný poměr přesčasů vůči celkové kapacitě 3%.

$$O22 = \frac{\text{počet plánovaných pracovních příkazů splněných dle rozvrhu}}{\text{celkový počet plánovaných pracovních příkazů}} \times 100[\%]$$

Ukazatel O22 ukazuje, nakolik údržba dokáže plnit stanovený rozvrh. Důvodů k neplnění rozvrhu může být více, od zanedbávání povinností po skutečně nepředvídatelné a urgentní poruchy na jiném stroji, jež způsobí nedostatek pracovních kapacit pro plnění naplánovaných úkolů.

$$O26 = \frac{\text{počet včas vydaných náhradních dílů}}{\text{celkový počet požadavků na náhradní díly}}$$

Značí, nakolik jsou k dispozici náhradní díly a spotřební materiál v době potřeby.

2.3 Výpočetní technika v údržbě

Tak jako v ostatních oblastech výroby i v řízení údržby se stále častěji užívá moderních technologií. Systémy CMMS, definované v části 2.1, jsou dnes již nezbytným pomocníkem pro efektivní plnění úkolů údržby. Samotné použití výpočetní techniky v údržbě označují More a Starr (2006) výrazem e-Maintenance a citují definici Baldwina (2004):

„Sít' řízení informací o majetku, která integruje a synchronizuje různorodé funkce údržby a správy spolehlivosti, s účelem shromažďování a předávání informací o majetku tam, kde jsou potřebné ve chvíli, kdy jsou potřebné.“²¹

More a Starr (2006) dále dělí e-Maintenance do několika informačních sektorů:

- systémy řízení a plánování výroby,
- systémy řízení technických informací o produktech,
- systémy Enterprise Resource Planning (ERP),
- systémy diagnostického monitorování,
- systémy plánování a rozvrhování údržby (CMMS, EAM²²).

CMMS systémy, jimiž se práce primárně zabývá, jsou tedy jen jednou ze složek. V současné době však již CMMS systémy stále častěji integrují ostatní sektory e-Maintenance. Pojmy CMMS a výpočetní technika v údržbě lze tudíž čím dál častěji považovat za synonyma.

2.3.1 Účel využití výpočetní techniky

Z literatury věnující se dané problematice²³ vyplývá množství úkolů, jež může výpočetní technika v údržbě plnit.

- **Evidence zařízení.** Zahrnuje všechny důležité informace o strojích, včetně pořizovacích nákladů, nákladů prostojů, kontaktních informací na dodavatele servisních služeb a dalších položek.
- **Evidence náhradních dílů.** Všechny potřebné náhradní díly, nacházející se ve skladu údržby, mohou být evidovány a přiřazeny k jednotlivým strojům.
- **Evidence pracovníků.** Znalost pracovních kapacit údržby (včetně rozlišení na jednotlivé profese) umožní vytvořit harmonogram zásahů a využít tak čas pracovníků efektivně.

²¹Překlad autora.

²²Enterprise Asset Management. Podle Žilky (2013, s. 66) tkví rozdíl mezi systémy CMMS a EAM v jejich určení. CMMS jsou zaměřeny na správu strojního vybavení, zatímco EAM se zaměřují na veškerý majetek podniku včetně nemovitostí.

²³(Kennedy, 2012), (Mužíková, 2014), (Sahoo a Liyanage, 2008) a (Žilka, 2013)

- **Evidence dokumentů.** Dokumenty mohou patřit jak k jednotlivým strojům (výkresová dokumentace, návody k použití, faktury za opravy), tak k náhradním dílům či jednotlivým opravám.
- **Evidence pracovních postupů.** Nejen u preventivní údržby je důležité zaznamenat pracovní postup, aby mohl být použit v budoucnu a pracovníci mohli provádět zásahy bez zdlouhavého studia dokumentace.
- **Harmonogram údržbářských zásahů.** Umožňuje automaticky navrhnout termíny preventivních údržeb při znalosti jejich periodicity a délky. Pomáhá zabránit odsouvání preventivních údržeb na úkor reaktivních zásahů.
- **Kontrola diagnostických dat.** Sleduje automaticky získané či manuálně zadané údaje z diagnostiky jednotlivých strojů a upozorňuje na překročení stanovených hranic.
- **Hlášení vzniklých poruch.** Prostředek ke komunikaci mezi operátory strojů a zaměstnanci údržby. Nahlášená porucha v systému zůstává až do vyřešení a nehrozí tak zapomenutí jako například v případě nahlášení pomocí telefonu.
- **Evidence pracovních příkazů.** Všechny proběhlé údržby jsou evidovány včetně poznámek provádějícího údržbáře k jejich průběhu.
- **Evidence vzniklých nákladů.** Veškeré náklady jsou v systému evidovány a na požádání přehledně zobrazeny. To může pomoci například při rozhodování o investici do nového zařízení.
- **Analýza nasbíraných dat.** Dovoluje vytvářet rozsáhlé analýzy hodnotící efektivitu práce údržby, časové a finanční nároky jednotlivých strojů, prostoje způsobené poruchami a mnohé další oblasti.

2.3.2 Přínosy výpočetní techniky

Výpočetní technika obecně a CMMS systémy konkrétně pomáhají údržbě ve dvou ohledech. Zaprvé automatizují a ulehčují současné procesy a zlepšují tak jejich efektivitu. Zadruhé mohou vytvářet přínosy, které by jinak nebyly prakticky dosažitelné (Palmer, 2006, s. 292). Příkladem prvního přínosu je zpřehlednění databáze strojů a náhradních dílů, případně plánování preventivních oprav. Vše je možné provádět i bez pomoci výpočetní techniky, ovšem s mnohem menší efektivitou. Přínosem v druhé skupině může být zapracování diagnostických metod či analýza nasbíraných dat, která by v papírové podobě jednoduše nebylo možné shromažďovat.

Přehledný výčet přínosů užití výpočetní techniky nabízí Bagadia (2009):

„Jestliže systém bude zajišťovat, aby zaměstnanci měli naplánovanou práci, pracovní postupy, požadované díly a nástroje, budou schopni pracovat bez přerušení. Budou také pracovat bezpečněji, protože plány práce budou zahrnovat všechny bezpečnostní procedury. Hmatatelné přednosti CMMS zahrnují snížení přesčasů, omezení prací prováděných na smlouvu s externími kontrahenty, méně nahromaděných požadavků na údržbu, snížené náklady za opravu, lepší morálku, lepší servis, méně „papírování“ a omezení kontrolního dohledu. Uživatelé zjistí, že klesly náklady na skladování a že se zlepšila dokumentace bezpečnostních problémů a problémů souvisejících se shodou s požadavky. Prevence nehod a úrazů jakožto výsledek používání lepších postupů, dokumentovaná pomocí CMMS, může pro firmy znamenat úsporu značných částek.“

Spíše než v teorii je vhodné hledat přínosy CMMS systémů přímo u koncových podniků. Žilka (2013, s. 31) provedl průzkum, v němž shodný počet respondentů označil za největší přínosy CMMS systémů lepší organizaci plánované údržby a lepší přehled o nákladech spojených s údržbou. V průzkumu Plant Maintenance Resource Center (2004), jehož se zúčastnilo 105 průmyslových podniků, označilo 43,8% respondentů za přínos CMMS redukcí nákladů na materiály (oproti 22,9% respondentů, kteří redukcí nákladů nezpozorovali), 44,3% zvýšení spolehlivosti zařízení (oproti 15,2%) a 66,7% zlepšení plánování (oproti 8,6%). Mezi další přínosy patřilo snížení nákladů na zaměstnance, lepší kontrola náhradních dílů a vyšší dostupnost zařízení.

Všechny popsané dílčí přínosy směřují ke dvěma celkovým přínosům: zmenšení počtu a délky prostojů a zvýšení efektivity údržby. CMMS systémy tak napomáhají k vyšší produktivitě celého závodu.

2.3.3 Nebezpečí výpočetní techniky

Přestože přínosy převažují, je třeba na využití výpočetní techniky v údržbě nahlížet i ze strany možných nevýhod. Palmer (2006, s. 298) připomíná základní nebezpečí vyskytující se vždy, když výpočetní technika vstupuje do nové oblasti:

„Největší zřetelnou nevýhodou zavádění výpočetní techniky je automatizace chybných údržbářských procesů nebo filosofie. Digitalizace špatných údržbářských procesů nepomůže údržbě.“²⁴

Jinými slovy je tedy zavádění výpočetní techniky až druhým krokem po stanovení správného systému, ne naopak. Lze však argumentovat, že změna digitálního procesu je jednodušší, než změna obvyklých „papírových“ postupů. Palmer (2006, s. 298) zmiňuje i další nástrahy digitalizace, mezi nimi i:

- spolehlivost a rychlost výpočetní techniky,
- ochranu dat,
- umožnění každému vidět všechny pracovní příkazy a jejich stav,
- vytváření nepotřebných metrik,
- eliminaci veškerých papírů,
- nadužívání šablon,
- uživatelskou přívětivost.

Argument o spolehlivosti a rychlosti je i přes překotný vývoj HW stále aktuální, neboť spolu s výkonem počítačů stoupá i náročnost programů. Nebezpečí vytváření nepotřebných metrik připomíná, že díky shromážděným datům je možné vytvářet množství statistik a dalších výstupů, přičemž nelze odlišit „signál od šumu“. Nevíme, které zaznamenané údaje jsou užitečné, a které reprezentují pouze náhodné jevy. Stejně tak uživatelská přívětivost je aktuální otázkou, jelikož i současně používané programy stále vyžadují dobré znalosti používání výpočetní techniky a pro některé uživatele mohou být velice náročné na pochopení.

²⁴Překlad autora.

3 Představení společnosti JC Interiors Czechia s.r.o.

Diplomová práce byla vypracována ve společnosti JC Interiors Czechia s.r.o. Posledním krokem před popisem implementace je představení společnost samotné a přiblížení jejích základních charakteristik.

3.1 Johnson Controls

Se svou 130 let trvající historií patří skupina Johnson Controls mezi jednu z nejdéle fungujících společností v oblasti průmyslové výroby. Ve svých více než 1 300 působištích po celém světě zaměstnává celkem 170 000 zaměstnanců, díky nimž vytvořila v roce 2014 tržby ve výši 42,7 miliardy USD. Tím se řadí mezi největší společnosti planety. Časopis Fortune ji zařadil na 68. místo žebříčku Fortune 500, který porovnává výši tržeb společností z USA, a na 254. místo celosvětového žebříčku Global Fortune 500.²⁵

Kvůli široké škále vyráběných produktů člení společnost Johnson Controls své provozny do 4 divizí. Divize Building Efficiency se zabývá výrobou a poskytováním služeb převážně v oblasti energetické efektivity budov. Úkolem Global Workplace Solutions je správa budov a dalších komerčních nemovitostí, zatímco pod divizi Power Solutions spadá například výroba autobaterií a baterií pro hybridní či elektrické automobily. Poslední divizí společnosti je Automotive Experience, jejíž náplní je výroba sedaček a interiérového vybavení (jakým jsou například palubní desky, středové a stropní konzoly a dveřní výplně) pro většinu největších světových automobilek.

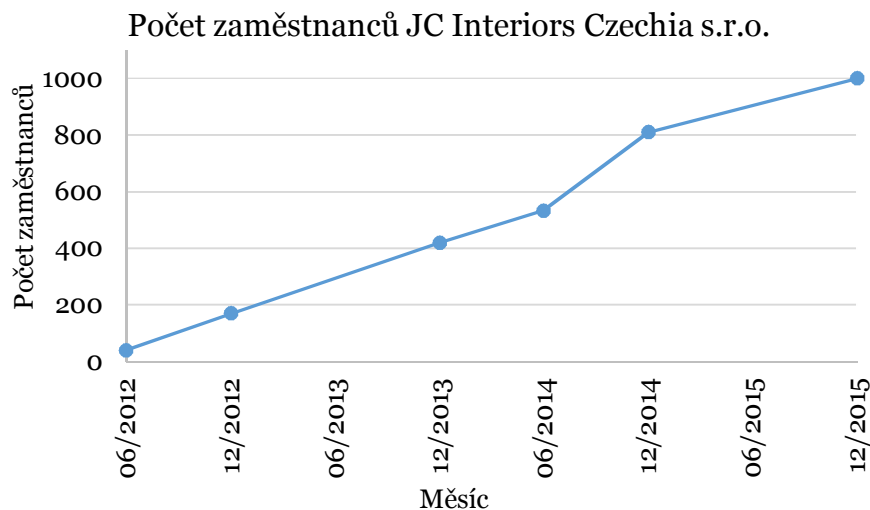
3.2 JC Interiors Czechia s.r.o.

V České republice má společnost Johnson Controls celkem 17 zastoupení, které spadají převážně pod divize Automotive Experience a Bulding Efficiency. Závod JC Interiors Czechia s.r.o., v němž byla diplomová práce vypracována, spadá pod divizi Automotive Experience.

Závod JC Interiors Czechia s.r.o. vznikl v roce 2011 v průmyslové zóně Triangle, v blízkosti obce Bitozeves a města Žatec. Od spuštění provozu v polovině roku 2012 zaznamenává závod každým rokem růst, jak ilustruje vývoj počtu zaměstnanců na obrázku 3. Právě překotný růst je jednou ze zásadních výzev pro

²⁵Údaje v tomto a následujících odstavcích pochází z (Johnson Controls, 2015)

oddělení údržby strojů, která musí neustále získávat nové znalosti o rostoucím počtu strojů a zaškolovat nové údržbáře. Dynamika růstu je tak další motivací k zavedení pokročilých systémů řízení údržby.



Obrázek 3: Vývoj počtu zaměstnanců od otevření závodu po konec roku 2015 (predikce)²⁶

3.2.1 Technologie

Technologie používané ve společnosti zahrnují moderní postupy zejména z oblasti zpracování plastů. Není úkolem této práce rozebírat technologickou podstatu výroby, pouhý výčet některých z používaných technologií však pomůže ilustrovat, s jakou skupinou strojů údržba podniku pracuje. Neúplný přehled technologií nabízí tabulka 1. Bližší popis některých ze strojů nabídne část 5.1.

3.2.2 Hospodaření

Popis hospodaření společnosti bude vycházet ze závěrečných zpráv zveřejněných na portálu Justice²⁷. V době psaní práce byly k dispozici zprávy auditora a účetní závěrky za roky 2011, 2012 a 2013.

Hospodářské výsledky společnosti jsou výrazně ovlivněny jejím nedávným vznikem a rychlým růstem. Ve všech zmíněných letech společnost rozšiřovala výrobu, nakupovala stroje a stavěla výrobní haly, její hospodářské výsledky jsou tudíž poznamenány zásadními investicemi dlouhodobého charakteru.

²⁶Údaje čerpány z (CzechInvest, 2011), (ČTK, 2013) a (Ústecký kraj, 2015)

²⁷<http://www.justice.cz>

Technologie	Výrobci strojů
Injection Molding	Kraus Maffei, Engel, Husky
Ultrasonic Welding	Frimo, Sonotronic
Forming	Persico
In-Mold Graining	Kiefel
Air-Supported-Contact Riveting	Kiefel
Punching	SWA
Press Covering	Theven, 3CON
Roll Coating	ICO System
Laser Cutting	ABB
Edge Wrapping	Kiefel, Frimo
Plasma Activated Bonding	Plasma technology
Anti-Friction Coating	AKE

Tabulka 1: Neúplný přehled technologií a jejich dodavatelů ve společnosti

Rozvaha	Stav k 30. 9. roku [tis. Kč]		
	2011	2012	2013
Aktiva	370 717	805 435	1 413 346
Vlastní kapitál	236 941	369 074	617 275
Cizí zdroje	73 776	436 361	796 071

Tabulka 2: Vybrané rozvahové ukazatele společnosti

Vybrané hospodářské ukazatele

Z rozvahy²⁸ (viz tabulku 2) je zřejmý rychlý růst společnosti. Její aktiva se v období mezi koncem září 2011 a 2013 zvýšila téměř čtyřnásobně, vlastní kapitál téměř trojnásobně. V souladu s tím vzrostla i velikost cizích zdrojů během dvou let na více než desetinásobek.

Podobně i výkaz zisků a ztrát (viz tabulku 3) naznačuje velké investice. Mezi roky 2012 a 2013 vzrostly tržby za prodej vlastních výrobků a služeb na pětinásobek, jelikož se výroba v roce 2012 teprve rozjížděla. S rostoucím počtem zaměstnanců přirozeně rostly také osobní náklady. Vzhledem k tomu, že ve všech sledovaných letech byly tržby nižší než náklady na materiál, energii a služby, vykazuje společnost zápornou přidanou hodnotu a tudíž i zisk před zdaněním.

Společnost získala v roce 2013 od Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky příslib investiční pobídky na rozšíření závodu. Tato pobídka ve formě slevy na dani až do výše 507,69 mil. Kč může být uplatněna po dobu 10 let od

²⁸Data v této kapitole jsou čerpány z JC Interiors Czechia s.r.o. (2011; 2013 a 2014)

zahájení čerpání. Čerpat tuto pobídku plánuje společnost až v roce 2016 (JC Interiors Czechia s.r.o., 2014). Lze tedy předpokládat, že ziskovost společnost plánuje až v tomto roce.

Výkaz zisků a ztrát	Stav k 30. 9. roku [tis. Kč]		
	2011	2012	2013
Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb	0	54 230	269 875
Osobní náklady	6 242	50 578	99 017
Přidaná hodnota	- 10 216	- 73 578	- 52 705
Zisk před zdaněním	- 13 259	- 144 776	- 266 367

Tabulka 3: Vybrané ukazatele výkazu zisku a ztrát

3.2.3 Výrobky

Výrobky JC Interiors Czechia s.r.o. lze souhrnně charakterizovat jako interiérové díly automobilů. Jde tak o malé množství velice specifických výrobků, dodávaných přímo na výrobní linky automobilek. V současnosti probíhá výroba dveřních panelů (pro přední i zadní dveře), částí přístrojových desek a příhrádek u spolujezdce.

Jednotlivé výrobky se výrazně liší vlivem různě zvoleného designu a stupně výbavy, ve výsledku tak jen u dveřních panelů mohou vznikat stovky až tisíce kombinací dle přání zákazníka. Ve všech případech je kladen důraz na výstupní kontrolu kvality, jakožto i přesné načasování dodávky pro zákazníka.

3.2.4 Zákazníci

JC Interiors Czechia s.r.o. vyrábí díly do automobilů:

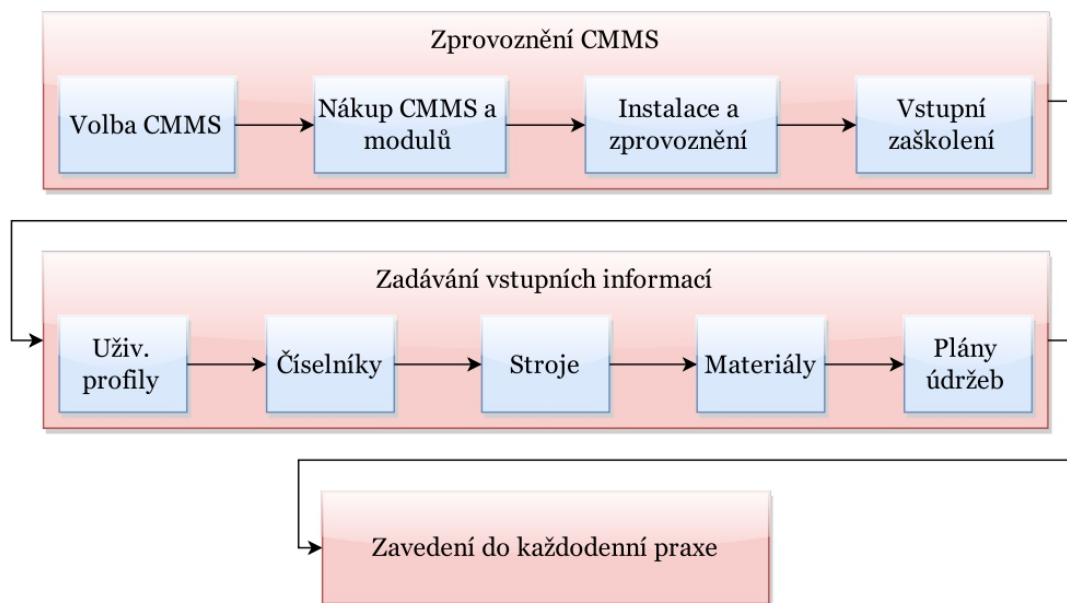
- Škoda Rapid,
- Volvo XC90,
- Volvo C30,
- Mercedes-Benz třídy C.

Výroba dílů pro další automobilky a modely automobilů je momentálně ve finální fázi příprav.

4 Návrh procesu implementace systému řízení údržby strojů

4.1 Proces implementace systému

Navržený postup implementace je zobrazen na obrázku 4.



Obrázek 4: Proces implementace systému

Implementaci rozdělují do tří hlavních procesů, z nichž první se zabývá zprovozněním programu. Jeho úvodní činnosti směřují k pořízení CMMS, v této kapitole se jim věnuje část 4.2. Zprovoznění samotné znamená pouze instalaci programu, jde tedy o jednoduchý uživatelsky přívětivý proces, a i proto zde není dále rozebírán. Časově nejnáročnější částí implementace bylo vytvoření úplné databáze, tedy proces zadávání vstupních informací. Část 4.3 se věnuje právě tvorbě databáze, je logicky rozčleněna podle zvoleného programu a je nejrozsáhlejší částí celého procesu implementace. Využití výhod systému CMMS však bude až ve chvíli, kdy se jeho používání stane standardní součástí podnikových procesů. K tomuto účelu slouží samostatné části 4.4, 4.5 a 4.6.

4.2 Zavádění softwaru pro podporu údržby

Při výběru CMMS bylo rozhodnuto pro program Profylax společnosti IVAR a.s. Volba byla provedena zejména s ohledem na požadavek českého prostředí programu a možnost drobných úprav v jeho fungování ve spolupráci s jeho vývojáři.

4.2.1 Předpokládané přínosy

Systémy CMMS nabízí velké množství přínosů, které snadno vyvažují potřebné investice. V případě společnosti JC Interiors Czechia s.r.o. nahrazuje Profylax původní systém preventivní údržby, v němž byly jednotlivé termíny údržeb stanoveny s měsíčním předstihem a zaneseny do tabulky se jmény strojů na jedné ose a dny v měsíci na ose druhé. V jednotlivých buňkách se tudíž nacházela informace, jaká údržba se v daný den na daném stroji má provést. V této vytištěné tabulce následně v průběhu měsíce pracovníci odškrtovali provedené údržby. Identifikují několik výrazných nedostatků takového systému:

- potřeba stanovit přesný den údržby s velkým předstihem,
- nerespektování skutečné časové kapacity údržby pro dané dny,
- oddělení plánů a rozvrhů údržeb do dvou separátních umístění,
- chybějící zpětná evidence provedených údržeb,
- chybějící prostor pro případné poznámky k provedeným údržbám,
- snadné přehlédnutí neprovedené údržby.

I jen částečná implementace CMMS řeší některé z těchto nedostatků. Mezi další očekávané přínosy zavedení Profylaxu řadím:²⁹

- sjednocení prostoru pro plánování a rozvrhování,
- přehledné zobrazení naplánovaných údržeb, včetně zdůraznění údržeb neprovedených ve stanoveném termínu,
- lepší možnosti plánování a rozvrhování reaktivních oprav,
- možnost vyhodnocení časové i finanční náročnosti jednotlivých strojů z hlediska údržby,
- respektování kapacit údržby při rozvrhování,
- centralizace vědomostí o strojích a údržbářských postupech do přehledné databáze,
- jednotný systém nahlašování a archivace poruch,
- evidence náhradních dílů, včetně kontroly stavů ve skladech.

²⁹Shrnutí přínosů CMMS obecně nabízí část 2.3.2. Podrobnější přehled přínosů systému Profylax je k nalezení na webových stránkách <http://www.profylax.cz/>

4.2.2 Vzniklé náklady

Náklady vzniklé při implementaci systému Profylax rozdělují do pěti kategorií:

- A) Náklady na licence
- B) Náklady na HW
- C) Náklady na zaškolení
- D) Náklady na uživatelské úpravy
- E) Nepřímé náklady spojené se zaváděním systému

Pro názornost budou vypočítány předpokládané náklady implementace a pěti let využívání systému.

A) Náklady na licence

Profylax je nabízen ve třech verzích lišících se maximálním počtem zadaných strojů. Licence jsou dále rozlišovány na lokální (program lze provozovat jen na jednom konkrétním počítači) a síťové, v níž neomezené množství počítačů přistupuje ke společným datům na centrálním serveru. Pro použití ve společnosti, která chce do systému zadat více než 50 strojů a Profylax zpřístupnit více zaměstnancům, je vhodná jediná síťová verze licence Profi s cenou 39 000 Kč bez DPH.³⁰

Samotná licence nezahrnuje některé z funkcí, jež systém Profylax nabízí. Ty je nutné dokoupit v podobě přídatných modulů. Důležité jsou zejména moduly:

- **Sklad - FIFO.** Umožňuje evidovat náhradní díly a sledovat jejich stav. Cena 19 000 Kč bez DPH.
- **Objednávky.** Automatizuje přípravu objednávek náhradních dílů s podlimitním počtem kusů. Cena 12 000 Kč bez DPH.
- **Diagnostika.** Zpřístupňuje rozvrhování údržby na základě zadaných diagnostických dat. Cena 18 000 Kč bez DPH.

Kromě těchto modulů existují i moduly pro propojení se SAP či pro zpřístupnění dalších jazykových mutací.

³⁰Ceny vychází z ceníku společnosti IVAR a.s., platného ke dni 25. 3. 2015 a dostupného na adrese <http://www.profylax.cz/Cenik.html>

Poslední položkou nákladů v oblasti licencí je roční údržbový paušální poplatek, jehož výše je stanovena na 20% ceny licence a je placen od druhého roku užívání systému. Tento poplatek dává uživateli možnost využít telefonických konzultací, výhodnějších cen souvisejících služeb a pravidelných updatů programu.

B) Náklady na HW

Pro přístup k Profylaxu je nezbytné připravit vhodné počítače. Počítačem s přístupem k Profylaxu by měly disponovat nejméně následující osoby:

- správce Profylaxu;
- vedoucí údržby;
- správce skladu údržby;
- zaměstnanci údržby;
- operátoři strojů.

V případě zaměstnanců údržby postačí společný počítač umístěný v kanceláři údržby. Pro operátory strojů je vhodné rozmístit sdílené počítače v dostatečné hustotě na různá místa haly.

Můžeme předpokládat, že potřebným HW je společnost vybavena a bude tak využito počítačů, které dosud sloužily (a i nadále budou sloužit) pro jiné účely.

C) Náklady na zaškolení

Nasazení softwaru nelze provést bez řádného proškolení klíčových uživatelů (správce Profylaxu, vedoucí údržby, správce skladu údržby, vedoucí jednotlivých směn údržby, zástupci operátorů). Společnost IVAR a.s. nabízí školení u zákazníka v ceně 900 Kč/hod bez DPH s připočtením cestovních nákladů. Odhadovaná potřeba školení činí 20 hodin.³¹

³¹Pro výpočet cestovních nákladů jsou předpokládány tři cesty ze sídla společnosti IVAR a.s. do sídla společnosti JC Interiors Czechia s.r.o. o vzdálenosti 45 km a době jízdy 40 minut.

D) Náklady na uživatelské úpravy

Jednou z klíčových výhod softwaru Profylax je možnost uživatelské úpravy pro potřeby konkrétního nasazení. Tato možnost je zpoplatněna v rozmezí od 1 000 do 1 500 Kč/hod v závislosti na celkovém počtu placených hodin. V prvních pěti letech lze předpokládat potřebu 50 hodin programování a to až určitou dobu po zavedení programu a nalezení jeho nedostatků v konkrétní aplikaci.

E) Nepřímé náklady spojené se zaváděním systému

Poslední kategorii nákladů není možné jednoduše vyčíslit. Tyto náklady tvoří čas zaměstnanců strávený při školení a jejich snížená efektivita do doby, než si na používání systému plně zvyknou, a dále čas strávený zadáváním dat do systému. Vzhledem k charakteru těchto nákladů a jejich předpokládané malé výši je lze při orientačním výpočtu ignorovat.

Položka	Jed- notka	Jedn. cena [Kč]	Počet jednotek	Celk. cena [Kč]
Licence Profi	ks	39 000	1	39 000
Modul Sklad - FIFO	ks	19 000	1	19 000
Modul Objednávky	ks	12 000	1	12 000
Modul Diagnostika	ks	18 000	1	18 000
Údržbový poplatek	ks	7 800	4	31 200
<i>Náklady na licence</i>				<i>119 200</i>
Školení	hod	900	20	18 000
Cestovné	hod	200	4	800
Cestovné	km	10	270	2 700
<i>Náklady na zaškolení</i>				<i>21 500</i>
Zakázkové programování	hod	1 200	50	60 000
<i>Náklady na uživatelské úpravy</i>				<i>60 000</i>
Celkové náklady				200 700

Tabulka 4: Předpokládané náklady pěti let provozu systému.

Náklady pěti let provozování systému

Orientační výpočet nákladů předkládá tabulka 4.³² Přímé náklady na zavedení systému Profylax a jeho pětileté používání předpokládám přibližně 200 000 Kč bez DPH. To je zanedbatelná částka při porovnání se sníženým nákladů, k němuž zavedení systému údržby vede a které bylo popsáno v části 2.3.2.

4.3 Zadání vstupních informací

Bez nadsázky lze říci, že většina činností při zavádění systémů CMMS má čistě administrativní charakter. Aby systém správně fungoval, musí obsahovat co největší množství dat. Vzhledem k jejich rozsahu jde o časově náročnou operaci, kterou musí (alespoň její převážnou část) provádět pracovník seznámený se stroji konkrétního závodu.

4.3.1 Vytvoření uživatelských profilů

Protože do databáze Profylaxu budou přistupovat různí uživatelé, je vhodné každému z nich vytvořit vlastní uživatelský profil a zařadit ho do vhodné kategorie uživatelů. Kategorie uživatelů se liší v právech přístupu a zápisu k jednotlivým částem programu. Je například potřebné, aby operátoři strojů mohli zapisovat nová hlášení o poruchách, ovšem není vhodné, aby mohli měnit záznamy v databázi strojů či náhradních dílů. Stejně tak zaměstnanci údržby (s výjimkou vedoucího pracovníka) nepotřebují měnit plány k jednotlivým údržbám a další vstupní data, a proto by jejich práva v Profylaxu měla být omezena jen na nezbytné úkony.

Odlišení každého uživatele umožní přesně identifikovat původce provedených změn a zápisů. V ideálním případě je tudíž praktické vytvořit unikátní profil každému uživateli. Výjimku mohou tvořit operátoři strojů, u nichž by pro bezproblémové fungování mohl stačit jeden profil společný pro všechny operátory konkrétního stroje. Pokud jsou však operátoři často přesouváni mezi stroji, je i v tomto případě praktičtější řešením unikátní uživatelský profil pro každého z nich.

³²Výpočet pro zjednodušení ignoruje měnící se hodnotu peněz v čase.

4.3.2 Plnění číselníků

Dříve než bude systém naplněn jednotlivými stroji, je vhodné naplnit několik číselníků, které představují základní charakteristiky strojů a k nimž budou stroje posléze jednoduše přiřazeny. Profylax nabízí možnost vyplnit množství číselníků, z nichž nejdůležitější představují:

- body odstávky,
- číselník středisek,
- číselník profesí,
- číselník pracovníků,
- číselník materiálu,
- číselník typů oprav,
- číselník typů prostožů,
- číselník rizik.

Body odstávky

Body odstávky reprezentují způsob, jakým Profylax zohledňuje návaznost výrobních toků v závodě. Body odstávky jsou ve své podstatě výrobní linky (nezávisle na fyzickém rozmístění strojů), v nichž závada jednoho stroje způsobí zastavení celé linky za předpokladu, že uvažujeme pouze nulové stavy na meziskladech. Pokud daný stroj nemůže vyrábět, nemohou vyrábět ani stroje, které ho ve výrobním toku předcházejí (neboť je jejich výstup zablokován), ani stroje na něj navazující. Důsledky nemusí být devastující pro kusovou a malosériovou výrobu, v níž při poruše jednoho stroje lze na určitou dobu přejít jen s malými ztrátami k výrobě jiného druhu výrobku (jehož výrobní postup daný stroj nevyžaduje). Pro velkosériovou výrobu může porucha jednoho úzkoprofilového stroje zastavit výrobu ve velké části závodu. Tuto situaci v praxi řeší mezisklady kumulující polotovary mezi každou výrobní operací, takové řešení je však nákladné a je v rozporu s praktikami JIT.

Při správném vyplnění bodů odstávky je tak možné sledovat návaznost výrobních toků a plánovat údržbářské zásahy tak, aby docházelo k nejmenšímu možnému narušení plynulosti výroby. Je vhodné naplánovat všechny preventivní údržby pro jeden bod odstávky na stejný čas (pokud to kapacita údržby dovolí),

či využít zastavení jednoho stroje z důvodu poruchy k preventivní údržbě stroje jiného, pokud tento stroj stojí, a daná preventivní údržba by musela být v blízké době provedena.

Číselník středisek

Jednou z výhod systémů CMMS je možnost přesně evidovat a přiřazovat náklady na údržbu jednotlivých strojů. Může jít o přímé náklady vynaložené na náhradní díly a další materiál, náklady na externě nakupované služby, náklady prostojů či náklady na pracovníky údržby. Tyto náklady se následně z jednotlivých strojů mohou agregovat do větších celků stejným způsobem, jakým náklady agreguje účetnictví společnosti. Číselník středisek by tudíž měl kopírovat toto účetní členění a umožnit, aby byl každý stroj přiřazen ke konkrétnímu středisku.

Číselník profesí

Před přidáním pracovníků údržby je nutné připravit kategorie dle potřebných profesí (zobrazeno na obrázku 5). Jednotlivé plány údržeb pak nebudou obsahovat informaci o konkrétních pracovnících, nýbrž pouze o potřebných profesích. Znalost počtu pracovníků dané profese umožní systému Profylax rozvrhovat údržby s ohledem na kapacitu dané profese.

Číselník pracovníků

Profylax umožňuje sledovat vytíženost střediska údržby až na úroveň jednotlivých pracovníků. Ti jsou zapsáni do Číselníku pracovníků a přiřazení k profesi dle své specializace. Kromě možnosti evidovat, kdo danou údržbu provedl, určuje počet pracovníků přiřazených k dané pozici také její celkovou časovou kapacitu.

Číselník materiálu

Svým charakterem se Číselník materiálu podobá spíše databázi strojů, než ostatním číselníkům. Obsahuje všechny náhradních díly a spotřební materiál, kterým středisko údržby disponuje. Problematika skladových zásob bude blíže probrána v části 4.3.4.

Kód	Název	Hod.sazba	Popis
EL	Elektrikář		
FR	Formař		
M	Mistr		
ME	Mechanik		
SE	seřizovač		
TE	Technik		

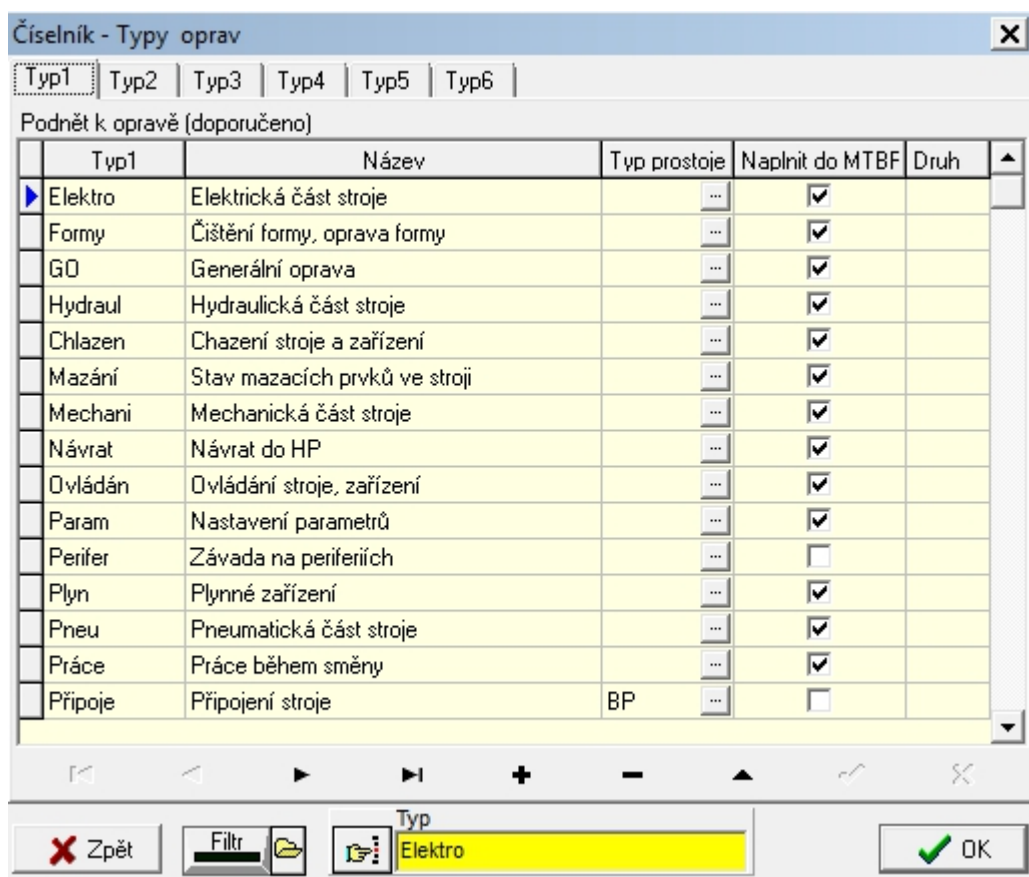
Obrázek 5: Číselník profesí

Číselník typů oprav

Provedené a plánované údržby lze členit dle typů opravy a pomoci tak při specifikaci potřebné profese a časové náročnosti. Profylax nabízí členění typů oprav dle 6 různých hledisek - je tak možné využít hledisko Typ 1 pro rozlišení, na které části stroje údržba probíhá, či hledisko Typ 2 pro určení, zda má daná údržba charakter opravy, či výměny. Není vždy nutné vyplnit všech 6 číselníků, minimálně základní členění však pomůže při potřebě rychlé filtrace provedených či plánovaných údržeb. Náhled typů oprav zařazených v hledisku Typ 1 je na obrázku 6.

Číselník typů prostoje

Zatímco část zásahů údržby vyžaduje vypnutí stroje (či je jeho nefunkčností přímo vyvolána), některé, zejména preventivní úkony, může údržba provádět i za chodu. Typickým příkladem je vizuální kontrola či kontrola periferií. Aby mohla být správně vypočítána dostupnost stroje, musí být Profylax schopen rozlišit mezi údržbářskými zásahy bez prostoje a s prostojem.



Obrázek 6: Číselník typů oprav

Číselník rizik

Posledním z nejdůležitějších číselníků je Číselník rizik. Rizikem se v případě Pro-fylaxu nemyslí pravděpodobnost, že se daný stroj porouchá, nýbrž závažnost následků, pokud se daný stroj porouchá. Rizikový stroj je:

- klíčový pro celý výrobní proces bez jakékoli možnosti náhrady,
- pomalu a draze opravitelný.

Rizikový tedy není starší soustruh ve špatném stavu, pokud ovšem není klíčový pro celou výrobu. Naopak pokud je jediná možnost opravy stroje ve spolupráci s jeho výrobcem, jenž není schopen zajistit okamžitou opravu, je tento stroj rizikový.

V základu je vhodné rozlišovat tři stupně rizika a v případě potřeby doplnit další stupně (vytvořit jemnější dělení) později.

Typ	Název	Je porucha?	Priorita
▶ Prost	Prostoj	<input type="checkbox"/>	
GO	Generální oprava	<input type="checkbox"/>	
BP	Bez prostoje	<input checked="" type="checkbox"/>	
VSP	Výroba se sníženou produktivitou	<input type="checkbox"/>	

⏪ ⏴ ⏵ ⏩ + - ▲ ✓ ✕
✕ Zpět ✓ OK

Obrázek 7: Číselník typů prostojů

Kód	Popis
1	Malé riziko pro firmu při poruše stroje
2	Střední riziko pro firmu při poruše stroje
3	Velké riziko pro firmu při poruše stroje- důležitý stroj!

⏪ ⏴ ⏵ ⏩ + - ▲ ✓ ✕
✕ Zpět ✓ OK

Obrázek 8: Číselník rizik

4.3.3 Vytváření databáze strojů

Za nejdůležitější část zavádění systému Profylax považuji vytvoření kompletní databáze strojů. Každému stroji je potřeba vytvořit kartu³³, v níž je nezbytné vyplnit zejména:

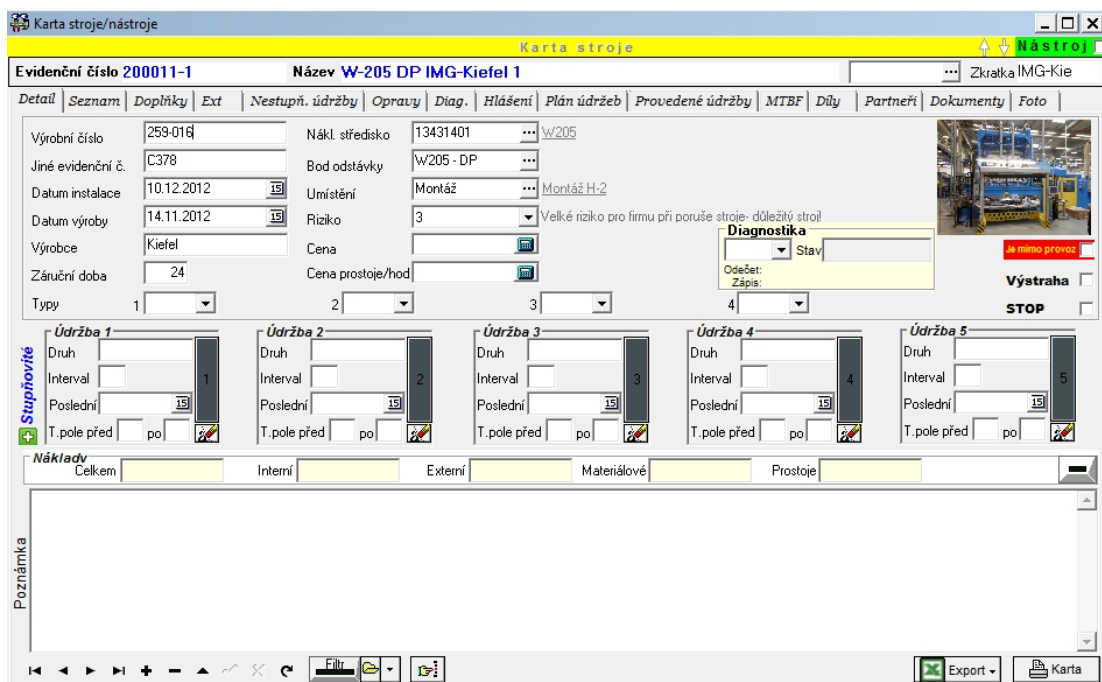
- evidenční číslo³⁴,
- název,
- výrobní číslo,
- datum výroby,
- výrobce,
- nákladové středisko,
- bod odstávky,
- umístění,
- riziko.

Dodatečné informace vhodné k vyplnění představuje datum instalace, záruční doba, cena a seznam partnerů, tedy společností, jejichž služeb je ve spojitosti s daným strojem využíváno. Aby mohly být správně počítány náklady prostoje, je nutné zadat také hodinovou cenu prostoje.

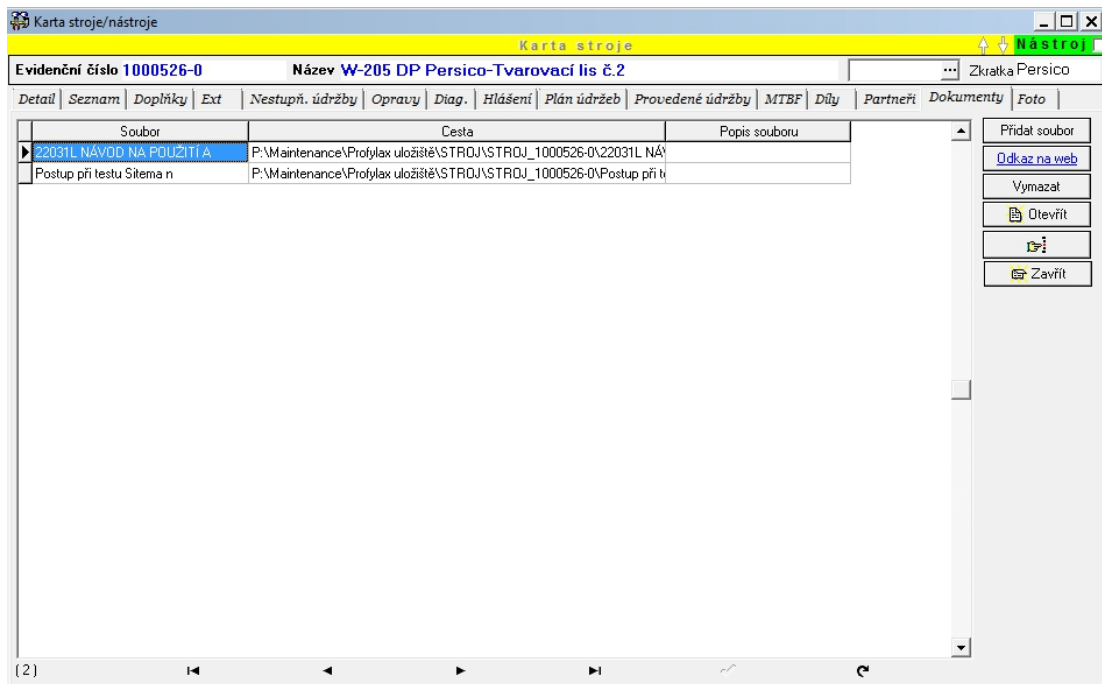
Ke každému stroji je obvykle skladováno množství dokumentů. Může jít o doklady o provedených kontrolách, dokumentaci výrobce, návody na provádění údržeb a další. Pro rychlý přístup je vhodné tyto dokumenty převést do elektronické podoby a připojit ke kartě stroje v záložce Dokumenty (viz obrázek 10). Zejména při naléhavé potřebě dohledání informace je její rychle dostupné umístění velkou výhodou.

³³Volba pojmu karta není náhodná. Řešení systému Profylax odpovídá klasické kartotéce, kde je každý stroj a materiál reprezentován kartou s přehledem důležitých informací. Tyto karty lze také tisknout a souhrn nejdůležitějších informací tak skladovat i v papírové podobě či přímo připevnit na stroj.

³⁴Evidenční číslo není kvůli zpětné konzistenci zaznamenaných hodnot na rozdíl od ostatních údajů možné později měnit



Obrázek 9: Karta stroje/nástroje



Obrázek 10: Karta stroje/nástroje - záložka Dokumenty

4.3.4 Vytváření databáze materiálu

System Profylax je po zakoupení skladového modulu možné využít i pro správu náhradních dílů a spotřebního materiálu. Výhodou je provázání materiálu se záznamy o údržbách a tudíž i znalost potřebného množství veškerého materiálu k provedení těchto údržeb. Po provedení údržby se materiál odečte ze skladových zásob, a v případě, že je nový stav nižší než minimální požadovaný stav ve skladu, je uživatel upozorněn. Tento systém tak umožní eliminovat prostoje z důvodu absence potřebného materiálu v případě opakovaných, a tedy předvídatelných poruch.

Číselník materiálu

Kód: **1PER00080**

Název: Kuličková ložiska s hlubokou drážkou jedna řada - 6002 - 2RSH

Jiný kód: []

Kde: []

Jednotka: ks

Počáteční stav: Množství: 0, Kč: 0,00 Kč

Příjem: Množství: 3, Kč: 455,14 Kč

Výdej: Množství: 1, Kč: 151,71 Kč

Aktuální stav: Množství: **2**, Skl.cena: **151,71 Kč**, Min.limít: 1, Max.limít: []

Druh mat.: ME

Obj.doba: []

Skupina: TME

Skli.účet: []

Výrobce: SKF

Specifikace: Persico

Plán.cena: []

Kategorie1: [2] [3]

Šířka: 9 mm

Průměr díry: 15 mm

Stav na místních skladech										
Sklad	Název	Umístění	Množství	Cena	Příjem	PříjemKč	Výdej	VýdejKč	PřevodP	Pře
HU	Hlavní sklad údržby		2	151,71 Kč	3	455,14 Kč	1	151,71 Kč		0

Pohyby na místním skladu												
Č.dokladu	Zn	DruhPohybu	Příjem	Výdej	Převod	StavPřed	StavPo	Fak.Cena	SumaFak.Cena	CenaMJ	SumaCenaMJ	Stav
3863	P	PN	2	0	0	1	3	104,00 Kč	208,00 Kč	104,00 Kč		
3864	V	VU	0	1	0	3	2	0,00 Kč	0,00 Kč	151,71 Kč	151,71 Kč	

Buttons: Zpět, Filtr, Kód: 1PER00080, Export, SAP, ABRA, Tisky, OK

Obrázek 11: Číselník materiálu - záložka Karta

Materiály jsou vkládány obdobně jako stroje. Každý materiál má vlastní kartu (karta materiálu je zobrazena na obrázku 11), která agreguje důležité informace a identifikační znaky. Karta dále zobrazuje množství materiálu v nastavených jednotkách, umístění materiálu³⁵ a historii změn stavu materiálu ve skladu.

Zatímco databáze strojů může ve větším závodě čítat desítky či stovky položek, množství materiálu lze očekávat mnohonásobně vyšší, a to přesto, že velká část není unikátní pro jediný stroj. Je proto vhodné importovat databázi dílů z předchozího umístění, pokud byla vedena v elektronické podobě.

³⁵Je možné rozlišit více skladů a v každém specifikovat konkrétní pozice.

Číselník materiálů

Karta Seznam Dodavatelé Dokumenty Stroje Foto Karta 2 Doplnky Objednávky Uzáv.soubory

Kód	Název	Množství	Cena	Jednotka	Druh mat.	Min.limit	Druh
1PER00004	Servomotor - KAF47DRL80M4BE2/TF/AS7W/V	1	51 899,40 Kč	ks	Elek		1 Elekt
1PER00005	Servomotor - KAF37DRL80S4BE05/TF/AS7W	1	45 309,00 Kč	ks	Elek		1 Elekt
1PER00006	Maznice Perma - Nova 130 107286	24	792,00 Kč	ks	Olej		1 Oleje
1PER00007	Vodící řetěz na kabely - KC0650.205 - RS - 175 - 4810 - FA/MA - TSO	1	12 357,00 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00008	Vodící řetěz na kabely - KC0650.080 - RS - 145 - 2015 - FA/MI - TSO	1	4 942,80 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00009	Induktivní bezpečnostní senzor - GM701S	1	9 473,70 Kč	ks	SEN		1 Senz
1PER00010	Laserový senzor - MLH18 635 - 05 - 11 - 24V	3	9 473,70 Kč	ks	SEN		1 Senz
1PER00011	Elektromagnetický ventil - VSVA - B - B52 - H - A2 - 1C1	4	3 707,10 Kč	ks	EL		1 Elekt
1PER00012	Konektor - KMEB - 1 - 24 - 5 - LED	4	823,80 Kč	ks	Elek		1 Elekt
1PER00013	Magnetický senzor - SMT - 8M - PS - 24V - K - 0,3 - M8D	5	1 318,08 Kč	ks	SEN		1 Senz
1PER00014	Jehelníky - A0161	8	15 652,20 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00015	Ozubené kolo - M3 průměr p89_13 2010013	1	14 993,16 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00016	Spirálovité ozubené kolo - m4 2010009	0	0,00 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00017	Jehly - A0161	60	164,76 Kč	ks	ME		2 Mech
1PER00018	Topné těleso délky 997,5mm - 2000W 230V 30/KA13 - 06409/1	15	6 178,50 Kč	ks	TOP		1 Topn
1PER00019	Sonda PT100 - 3Fil Dia 8 L. 520 + Pružina LG 300mm + Odpružený baj	4	2 059,50 Kč	ks	SEN		1 Senz
1PER00020	Mikrospínač - 3SE5 112 - OCD02	1	2 471,40 Kč	ks	SEN		1 Senz
1PER00021	Stěrač - CF 200 - BN	4	741,42 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00022	Těsnění na vodící tyč - ATS - K 39,5 x 4,0 TPG S0200 A	4	1 812,36 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00023	Vodící řetěz na kabely - MC 0950.131.RST.200.1900 FAI MAI	1	10 297,50 Kč	ks	ME		1 Mech
1PER00024	Indukční senzor - BES M12MI - PSC40B - S04G	4	576,66 Kč	ks	SEN		1 Senz
1PER00025	Hnací ozubené kolo - Z32 Dwg. 22031L - 02 - 04 - 02 - 07	4	2 059,50 Kč	ks	ME		1 Mech

(?)

X Zpět Filtr Kód 1PER00016 Export SAP ABRA Tisky OK

Obrázek 12: Číselník materiálů

Karta stroje/nástroje

Karta stroje

Evidenční číslo 1000526-0 Název W-205 DP Persico-Tvarovací lis č.2 Zkratka Persico

Detail Seznam Doplnky Ext Nestupň. údržby Opravy Diag. Hlášení Plán údržeb Provedené údržby MTBF Díly Partneři Dokumenty Foto

Náhradní díly Moduly Spotřebované díly

Kód materiálu	Modul	Název	Potřeba	Mno
1PER00027		Gearmotor SEW - FA37/ GDRL71M4/TF/A		
1PER00028		Ložiskový domek - UCT 206		
1PER00029		Dopravní řetěz 1/2" - 08 - B1		
1PER00030		Upínací pouzdra - KTR 250 30 x 41		
1PER00031		Pouzdro pro teplotní sondu - G1/2" L =		
1PER00032		Optický hladinměr - CLA13M12NT		
1PER00033		Uzávěr plnicího hrdla oleje + měděná pod		
1PER00034		Elektromagnetický ukazatel úrovně - CL		
1PER00035		Elektromagnetický ukazatel úrovně - CL		
1PER00036		Vzduchový filtr nádrže - BF BN 5 G3 W		
1PER00037		Tlakový a vakuový srnač - ZSE40F - 01		
1PER00038		Ukazatel znečištění vzduchového filtru		
1PER00039		Oběhové čerpadlo se šroub. čerpadlem -		
1PER00040		Zpětný ventil - FPR 1"1/4 - 10.0		
1PER00041		Výměník tepla deskový - PDW B10T x 40H		
1PER00042		Kulový ventil model Vega DN 1" - MOD:		
1PER00043		Konektor - 2P+T MSUD ventil s kabelem		
1PER00044		Olejevá filtrace - RF BN/HC 240 D E 10		
1PER00045		Spheroidal cast ion articulated terminal		
1PER00046		Rozdělovač - 210 x 100 x 100		
1PER00047		Perma Nova - ovládací jednotka 110.000		

Poznámka

Přidat materiál přiřazený ve druhých údržeb

Poznámka z čís. materiálu

i=19,27 - Ma= 200 Nm -Fb 2,9 - Motor 3000 rpm
absolute encoder C.nom 3,6 Nm C. max.14 Nm +Probe
TF. Construction shape M1, Electric box Pos.T -270°.

(200) Kopie dílů do jiného stroje Tisk skup. Tisk

Obrázek 13: Karta stroje/nástroje - záložka Díly

Zadané materiály je nezbytné přiřadit k jednotlivým strojům buď přímo, nebo skrze plány údržeb. U každého stroje je pak možné zobrazit přiřazené náhradní díly (viz obrázek 13).

4.3.5 Definování plánů údržeb

Zásadní částí implementace systému Profylax bylo vytvoření databáze plánů údržeb. Jak bylo vysvětleno v části 2.2.4, jedním ze způsobů plnění preventivní údržby je stanovení stupňovitých údržeb tak, aby vždy vyšší stupeň (méně častá údržba) zahrnoval nižší stupně (častější údržba) a tím došlo k minimalizaci prostojů i časové náročnosti pro pracovníky údržby. Profylax nabízí možnost nastavení stupňovitých údržeb přímo z karty stroje (viz obrázek 9). V případě implementace ve společnosti JC Interiors Czechia s.r.o. bylo rozhodnuto nevyužívat stupňovitých údržeb a místo nich se držet následujícího postupu.

1. Údržby jsou vytvořeny jako nestupňovité.
2. Intervaly týdenních údržeb jsou stanoveny na 7 dní,³⁶ měsíčních na 30 dní, čtvrtletních na 90 dní, půlročních 180 dní a ročních 360 dní.
3. Konkrétní údržbářské práce vykonávané na více strojích (například test oleje) jsou stanoveny jako samostatné údržby.
4. První provedení údržeb je stanoveno na stejný den.
5. Vlivem neodpovídající délky period³⁷ se termíny začnou vzájemně vzdalovat a nižší stupně již nebudou naplánovány na stejný den, jako stupně vyšší.
6. Před provedením každé preventivní údržby je zkontrolováno, zda na daném stroji nemá být ve stejném týdnu provedena i údržba jiného stupně. V případě, že taková situace nastane, jsou provedeny oba stupně zároveň.

Ačkoli je takový postup funkční, zabraňuje využívání některých výhod preventivní údržby i systému Profylax. Otázce se dále věnuje část 6.

³⁶Odpovědnost za údržby s intervalem kratším než 7 dní je dle zásad TPM přesunuta na operátory případně seřizovače. Tyto údržby tak nejsou v systému Profylax vůbec evidovány.

³⁷Způsob funguje u měsíčních, čtvrtletních, půlročních a ročních, jelikož jsou intervaly vyšších stupňů celočíselně dělitelné intervaly nižších stupňů. Problém nastává u týdenní údržby, která je při čtvrtém opakování provedena 28 dní po prvním provedení, tedy 2 dny před údržbou měsíční. Tento rozdíl se navíc každé 4 týdny o dva dny prodlužuje.

Zámek	Druh údržby	Interval	Tol.přec	Tol.po	Datum posl.	Der	Posl.stavDa	Řízení údr	PeriodaDa	ToleranceDa	Přibl.rychlost	Peřidrvj	Pr.denní nápoč
<input type="checkbox"/>	Měs.Perj	...	30	5	5 23.02.2015	po		KAL					
<input type="checkbox"/>	Minerální	...	730	5	5 15.07.2013	po		KAL					
<input type="checkbox"/>	Převodovka	...	180	5	5 12.01.2015	po		KAL					
<input type="checkbox"/>	Revize El.	...	365	5	5 15.03.2014	so		KAL					
<input type="checkbox"/>	Roční kon	...	365	5	0 15.07.2014	út		KAL					
<input type="checkbox"/>	Sitema	...	180	5	5 22.01.2015	čt		KAL					
<input type="checkbox"/>	Test.oleje	...	183	5	5 14.10.2014	út		KAL					
<input type="checkbox"/>	Týd.Per	...	7	2	2 09.03.2015	po		KAL					

Popis údržby - zkrácený

1. Vycištění stroje
2. Kontrola elektro rozvodů+vysátí rozvaděče
3. Lineární robot-vycištění všech os-promazání-kontrola uchopovače-dotažení spojů-kontrola jahelníků
4. Kontrola mazacího systému-Perma-případná výměna mazacích patron
5. Kontrola všech mechanických spojů na stroji

Kopie údržeb do jiného stroje

Obrázek 14: Karta stroje/nástroje - záložka Nest. údržby

Při stanovování plánu údržby bylo třeba vycházet z postupů doporučených výrobcem stroje a ze zkušeností pracovníků údržby. Plán není rigidně stanovený postup, který, když je jednou určen, již nikdy nesmí být změněn. Naopak je třeba přijímat podněty od pracovníků údržby a měnit ho dle jejich zkušeností a dle rostoucího stáří a opotřebení stroje.

Kompletní plán údržby musí zahrnovat:

- potřebné nářadí,
- postup provedení údržby,³⁸
- fotodokumentaci případných problematických bodů, například těžko viditelných spojů, jež je nutné uvolnit,
- kvalifikaci a počet pracovníků, kteří mohou údržbu provádět,³⁹
- časovou náročnost údržby, určenou počtem hodin jednotlivých profesí,
- spotřebovaný materiál,

³⁸Detailnost postupu by měla respektovat znalosti pracovníků údržby. V ideálním případě by měl být postup natolik podrobný, aby umožnil práci i nově přijatému pracovníkovi a zároveň natolik obecný, aby zkušenému údržbáři nesusazoval ruce. Tento ideál je vcelku pochopitelně v praxi nedosažitelný.

³⁹Právě zde je využito údajů z Číselníku profesí.

- délku a typ prostoje.⁴⁰

K údržbě je dále možné přiřadit dokumenty, například dokumentaci výrobce k danému druhu stroje, technickou dokumentaci či návody k obsluze použitého nářadí.

Po naplnění všech důležitých údajů bylo třeba údržbu přiřadit ke stroji a určit interval jejího provádění. V systému Profylax lze periodicitu určit pomocí časových intervalů (dle principů preventivní údržby) či pomocí diagnostických údajů.

V případě časových intervalů je třeba stanovit nejen samotný interval, ale i jeho toleranční pole, tedy kolik dní před termínem a kolik dní po termínu je možné danou údržbu provést. Podobně i při určování termínu údržby pomocí diagnostických dat je třeba znát periodu v daných jednotkách⁴¹ a toleranční pole. Hodnota může být propojena se skutečným stavem na stroji skrze diagnostický modul, či může být určena předem stanoveným denním náběhem, pokud se jeho velikost v průběhu času nemění.

Plánování není vyhrazené jen pro preventivní (proaktivní) údržbu. Je vhodné vytvořit plány i pro reaktivní údržbu, pokud se daná porucha pravidelně opakuje, či pokud je její oprava technicky i časově náročná. Zkušený plánovač tak může připravit během krátké doby postup a uvolnit ruce technikům, kteří tak nebudou při práci nuceni listovat technickou dokumentací stroje či každý krok konzultovat se zkušenějšími kolegy. Jednou definovaná údržba navíc v systému zůstane uložená pro příští použití. Profylax se tak stane opravdovou databází znalostí, které by jinak byly v podniku roztříštěné (v závislosti na tom, kdo danou opravu prováděl), a časem by byly bez zaznamenání zapomenuty.

4.4 Používání systému Profylax

4.4.1 Časový plán údržeb

Po zadání strojů, materiálu a plánů údržeb zbývá vytvoření časového plánu, řečí diplomové práce tedy vytvoření rozvrhu prací. Časový plán je tvořen automaticky stisknutím tlačítka *Plánovat* na záložce Plán údržeb konkrétního stroje, případně

⁴⁰Délka prostoje se nemusí vždy shodovat s časovou náročností z pohledu pracovníků údržby, neboť v tomto čase mohou být navíc započítány přípravné práce a doba cesty ke konkrétnímu stroji, kdy stroj může stále pracovat.

⁴¹Obecně může jít nejčastěji o motohodiny, zdvihy, kilometry či metry kubické.

volbou *Sestavit plán údržeb/odstávek* v menu programu pro vytvoření časového plánu údržeb všech strojů. Výsledný časový plán lze zobrazit jako seznam či formou kalendáře a v případě potřeby i tisknout.

Vhodným postupem je na začátku každého dne prohlédnout plánované údržby a vytisknout pracovní příkazy. Pracovníkům údržby jsou následně přiděleny pracovní příkazy, jejichž vyplnění svědčí o provedení dané údržby.

Evid.č.	Název	Druh údržby	Bod odstávky	Drí_do	Plán_datum	Interva	Změn.datum	Den	JeFix	Obsah
200036-0	W-205 DP Antisqueak MC	Týd.Antisq	Hala-2	4	22.03.2015	7		ne	<input type="checkbox"/>	
200012-0	W-205 DP Edge wrapping-1 Kiefe	Měs.EW	Hala-2	4	22.03.2015	30		ne	<input type="checkbox"/>	
1000526-0	W-205 DP Persico-Tvarovací lis	Měs.Per	Hala 2	7	25.03.2015	30		st	<input type="checkbox"/>	
200015-0	W-205 DP ASC-Welding Přední	Měs.ASC	Hala-2	7	25.03.2015	30		st	<input type="checkbox"/>	
200017-0	W-205 DP SWA-Punching-předn	Měs.SWA	Hala-2	7	25.03.2015	30		st	<input type="checkbox"/>	
200032-0	W-205 DP Engel 1050/450t BIM	Měsíční IM	Hala 2	7	25.03.2015	30		st	<input type="checkbox"/>	
200036-0	W-205 DP Antisqueak MC	Týd.Antisq	Hala-2	11	29.03.2015	7		ne	<input type="checkbox"/>	
200036-0	W-205 DP Antisqueak MC	Robot ABB	Hala-2	21	08.04.2015	30		st	<input type="checkbox"/>	
200011-1	W-205 DP IMG-Kiefel 1	Vak.pumpa	Hala-2	24	11.04.2015	90		so	<input type="checkbox"/>	
200036-0	W-205 DP Antisqueak MC	Měs.Antisq	Hala-2	24	11.04.2015	30		so	<input type="checkbox"/>	
200011-1	W-205 DP IMG-Kiefel 1	Revize EL	Hala-2	25	12.04.2015	365		ne	<input type="checkbox"/>	
1000526-0	W-205 DP Persico-Tvarovací lis	Test.oleje	Hala 2	28	15.04.2015	183		st	<input type="checkbox"/>	
200036-0	W-205 DP Antisqueak MC	Revize EL	Hala-2	33	20.04.2015	365		po	<input type="checkbox"/>	
200015-0	W-205 DP ASC-Welding Přední -Kiefel	Revize EL	Hala-2	33	20.04.2015	365		po	<input type="checkbox"/>	
200017-0	W-205 DP SWA-Punching-přední	Test.oleje	Hala-2	35	22.04.2015	183		st	<input type="checkbox"/>	
200032-0	W-205 DP Engel 1050/450t BIM č.4	Revize EL	Hala 2	39	26.04.2015	365		ne	<input type="checkbox"/>	
1000525-0	W-205 DP Engel 1050/450t BIM č.3	Revize EL	E-450 BIM	40	27.04.2015	365		po	<input type="checkbox"/>	
1000525-0	W-205 DP Engel 1050/450t BIM č.3	Test.oleje	E-450 BIM	53	10.05.2015	183		ne	<input type="checkbox"/>	
200032-0	W-205 DP Engel 1050/450t BIM č.4	Test.oleje	Hala 2	86	12.06.2015	183		pá	<input type="checkbox"/>	
1000526-0	W-205 DP Persico-Tvarovací lis č.2	Převodovka	Hala 2	115	11.07.2015	180		so	<input type="checkbox"/>	
1000526-0	W-205 DP Persico-Tvarovací lis č.2	Roční kon	Hala 2	119	15.07.2015	365		st	<input type="checkbox"/>	
1000526-0	W-205 DP Persico-Tvarovací lis č.2	Minerální.	Hala 2	119	15.07.2015	730		st	<input type="checkbox"/>	
1000526-0	W-205 DP Persico-Tvarovací lis č.2	Sitama	Hala 2	125	21.07.2015	180		út	<input type="checkbox"/>	
200032-0	W-205 DP Engel 1050/450t BIM č.4	Ever-Q	Hala 2	175	09.09.2015	365		st	<input type="checkbox"/>	

Obrázek 15: Plán údržeb/odstávek

4.4.2 Hlášení poruch

Profylax neslouží jen jako databáze znalostí a jako nástroj k plánování preventivních údržeb, nýbrž i jako způsob komunikace mezi operátory a údržbou. V případě vzniklé poruchy zapíše operátor hlášení do Profylaxu, kde ho pracovníci údržby převezmou a navrhnou nápravná opatření. Ne všechny poruchy vedou k zastavení stroje či zhoršení kvality produkce, a proto v některých případech může údržba rozhodnout o odložení daného hlášení a upřednostnění jiné důležitější práce.

Na obrázku 16 vidíme přehled hlášení z pohledu pracovníků údržby. Zelená barva v tomto případě značí vyřízené hlášení, ovšem ne ve smyslu provedení oprav, nýbrž pouze ve smyslu „převzetí“ hlášení pracovníkem údržby. Červená barva tak značí ta hlášení, která nikdo z pracovníků údržby dosud nepřevzal.

Poř.	Kdy zapsáno	Kdo zapsal	Kdo zapsal(celé jméno)	Evid.č.	ZkratkaHlášení	Typ hlášení	Vl
5100	14.03.2015 11:50:38	ok	Lázař Borsk	1000187	SEKLÉ ZAŘÍZENÍ	Oprava	
5101	14.03.2015 13:26:00	ok	Milena Trávníčková	200025-0	Zaseklý děrovač	Oprava	
5102	15.03.2015 23:28:14	ok	Lázař Borsk	1000526-0	Porucha zámku dveří Konečná	Oprava	
5103	16.03.2015 1:34:22	ok	Lázař Borsk	200021-0	Špatné dávkování lepidla V 19.	Nastav	
5104	16.03.2015 2:07:17	ok	Čedka Maláček	200041	NEFUNKČNÍ PUNCHING ŠEVČIKOVÁ	Oprava	
5105	16.03.2015 2:09:55	ok	Čedka Maláček	200041	NEFUNKČNÍ EOL FL ŠEVČIKOVÁ	Oprava	
5106	16.03.2015 3:45:06	ok	Lázař Borsk	200026-0	NESVAŘUJE	Oprava	
5107	16.03.2015 3:48:36	ok	Lázař Borsk	200030-0	POVOLENÝ DRŽÁK NA ČIDLLO	Oprava	
5108	16.03.2015 4:26:24	ok	Lázař Borsk	1000525-0	Dhnutý kyjící plech u děla Kone	Oprava	
5109	16.03.2015 5:25:34	ok	Čedka Maláček	200041	FRT WELDING vypadlá sonatroda	Oprava	
5110	16.03.2015 5:26:13	ok	Lázař Borsk	1000202	NENACÍTÁ	Oprava	
5111	16.03.2015 7:22:57	ok	Milena Trávníčková	1000202	čidlo č. 14 - KO	Porucha	
5112	16.03.2015 7:23:57	ok	Milena Trávníčková	1BMW1006	výměna na RHD	Změna	
5113	16.03.2015 7:25:09	ok	Milena Trávníčková	1V0LV00004	výměna na B - sloupky	Změna	
5114	16.03.2015 10:14:06	ok	Milena Trávníčková	1000427	posunutý tisk na DP8	Porucha	
5115	16.03.2015 10:14:58	ok	Čedka Maláček	1000210	Potřeba doplnit olej	Porucha	
5116	16.03.2015 12:34:0	ok	Milena Trávníčková	200036-0	Nízký tlak.	Oprava	
5117	16.03.2015 12:40:5	ok	Čedka Maláček	300007	porucha zadní dveře nejdou za	Porucha	
5118	16.03.2015 13:22:1	ok	Milena Trávníčková	200049	Stroj nejede a nehlásí žádnou	Oprava	

Obrázek 16: Hlášení

Každé hlášení zahrnuje čas zadání, informaci o stroji, kterého se týká (prostřednictvím jeho evidenčního čísla), jméno operátora, který hlášení zapsal a detailní popis poruchy. Právě popis poruchy je klíčový, neboť umožní pracovníkům údržby stanovit postup práce. Ne vždy však obsahuje všechny potřebné informace, neboť operátoři nemusí být nutně seznámeni s fungováním svého stroje. Je tak v některých případech nezbytné počítat s cestou pracovníka údržby na místo stroje, aby situaci zhodnotil. Problematiku příliš obecných hlášení může řešit metodika TPM, která operátory vede k poznání strojů.

4.4.3 Provedení údržby

Provedení údržby (proaktivní i reaktivní) je nezbytné zadat do systému Profylax v co nejkratší možné době. Pokud jde o údržbu preventivní, je vždy k dispozici pracovní příkaz shrnující potřebné informace. Vytisknutý příkaz používá pracovník údržby jako návod, případně jako kontrolní seznam bodů, které je nutné provést.

Pracovní příkaz slouží také jako zpětná vazba pracovníka údržby. Je do něj možné (a vhodné) doplnit poznámky k průběhu údržby (například návrh lepšího postupu či popis vzniklých komplikací), který může při vyhodnocení vést k úpravě pracovního postupu. Je také nezbytné vyplnit informace o čase provedení údržby

Pracovní příkaz

1000133/Měsíční IM/4

Vyhotoveno : 10.03.2015

Strana: 1 z 1

zakázka č.

Evidenční č. :	1000133
Název :	Engel 750 ES 4550/750
Datum :	10.03.2015 út
Druh údržby :	Měsíční IM
Typ údržby :	
Středisko :	Maintenance-Injection
Zod.osoba :	

Od: 22¹⁵ Do: 00⁴⁵

Není fixován datum údržby!
Není fixován obsah údržby!

- popis údržby :
1. Bezpečnostní okruh-funkční kontrola všech STOP tlačítek a nášlapů ✓
 2. Čištění-kompletní očištění stroje ✓
 3. Elektro-kontrola všech sestro součástí stroje-vysátí rozvaděčů ✓
 4. Hyd.okruh-kontrola hyd.okruhu-stav hyd.hadic spojů atd.-kontrola stavu oleje ✓
 5. Filtry-kontrola stavu filtrů oleje a vzduchu OL FILTR - 16.9.2015 - VYHOVĚL ✓
 6. Robot-vyčištění pojezdů všech os-kontrola kabeláže,mechanických spojů,vzduchových rozvodů,kontrola vakuové pumpy ✓

Profese			
Kód	Název	Pracovníků	ČlovHod
EL	Elektrikář	1	4,00
Kód	Název	Pracovníků	ČlovHod
ME	Mechanik	1	4,00

ostatní doplňující záznamy :

Jiné profese	Pracovníci	ČlovHod	Materiál	Spotřeba

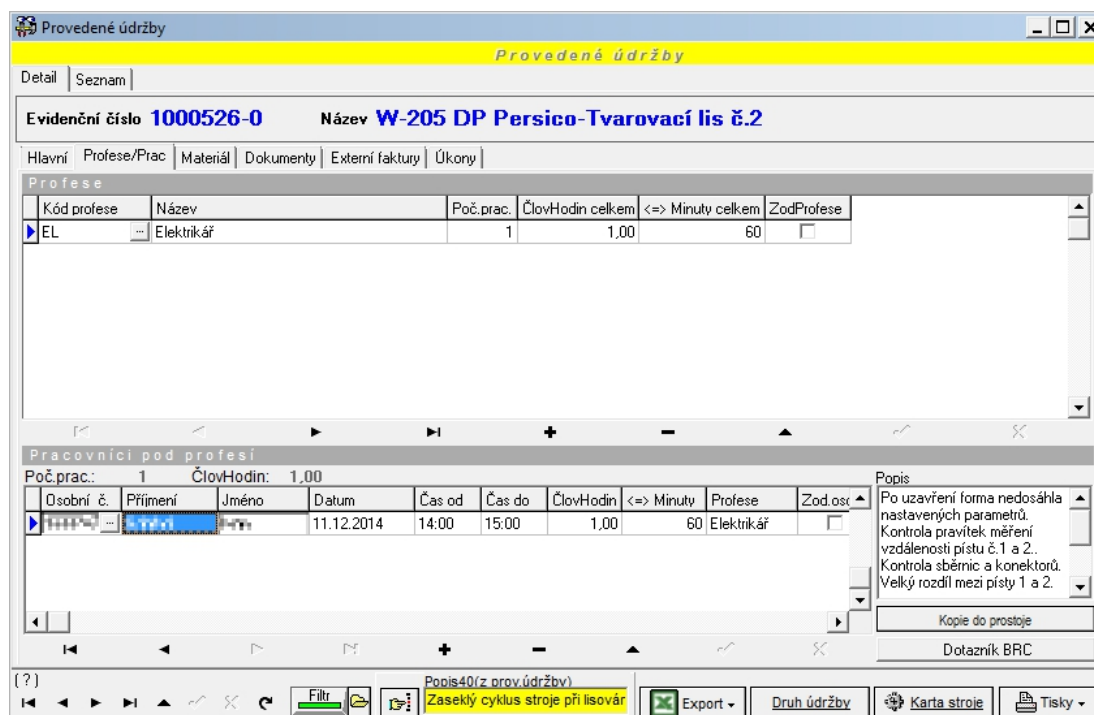
Jiné záznamy :

 pracovní příkaz vydal
 pracovní příkaz vyplnil
 provedení údržby potvrdil
 provedenou údržbu zadal do PC

Obrázek 17: Vyplněný pracovní příkaz preventivní údržby

(mimo jiné pomůže k určení, zda je potřebný čas stanovený v pracovním příkazu správně nastaven) a spotřebovaném materiálu. Ukázkou vyplněného pracovního příkazu nabízí obrázek 17. Vyplněné pracovní příkazy musí být pravidelně přebírány pracovníkem odpovědným za systém Profylax. Ten potřebné informace přepíše do systému, čímž danou údržbu označí za provedenou.

Může však nastat situace, kdy pracovní příkaz nebude k dispozici. Obecně jde o všechny situace, kdy údržba není plánovaná. O to důležitější je zaznamenání příčiny problému a způsobu jeho vyřešení k odpovídajícímu hlášení v systému Profylax. Méně pak záleží, zda jsou dané informace zadány přímo do Profylaxu pracovníkem údržby, který danou opravu provedl, či zda jsou zaznamenány po-



Obrázek 18: Provedené údržby - záložka Detail

dobně jako pracovní příkazy v papírové formě a následně zaneseny do systému odpovědným pracovníkem. Vyplněné údaje o proběhlé údržbě v systému Profylax jsou k vidění na obrázku 18.

4.5 Metodika práce se systémem

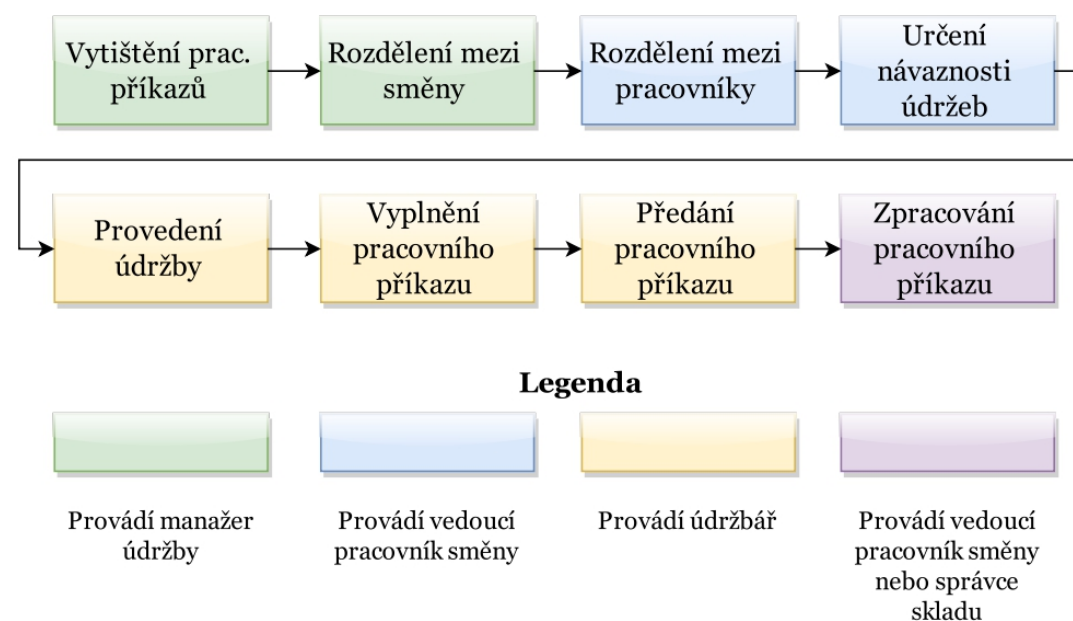
Výše popsané funkce systému Profylax jsou částmi širší metodiky, která určuje vhodné postupy pro plné využití schopností systému. Do metodiky jsem záměrně nezahrnul nakládání se skladovým materiálem, kterému je věnována samotná část 4.6.

4.5.1 Preventivní údržba

Proces zpracování preventivních údržeb, znázorněný na obrázku 19, je velice jednoduchý. Na začátku každého dne připraví manažer údržby pracovní příkazy preventivních údržeb pro daný den (včetně reaktivních údržeb zařazených mezi preventivní, jak bude dále vysvětleno) a rozdělí jednotlivé údržby mezi směny. V rámci směn jejich vedoucí pracovníci pak rozdělí údržby mezi údržbáře a určí

pořadí jejich vykonávání tak, aby bylo nejlépe využito kapacit údržby. Všechny předchozí kroky navíc zahrnují komunikaci s výrobním úsekem ohledně zpřístupnění strojů.

Pracovník údržby, který obdrží pracovní příkaz, provede danou údržbu a vyplní do pracovního příkazu nezbytné údaje (dobu opravy, použitý materiál). Pracovní příkaz je dále zpracován (dle postupu vedoucím pracovníkem směny či správcem skladu, ale může být i jinou pověřenou osobou), jinými slovy je jeho provedení zapsáno do systému Profylax a je případně přihlédnuto k poznámkám, které do příkazu zaznamenal údržbář.

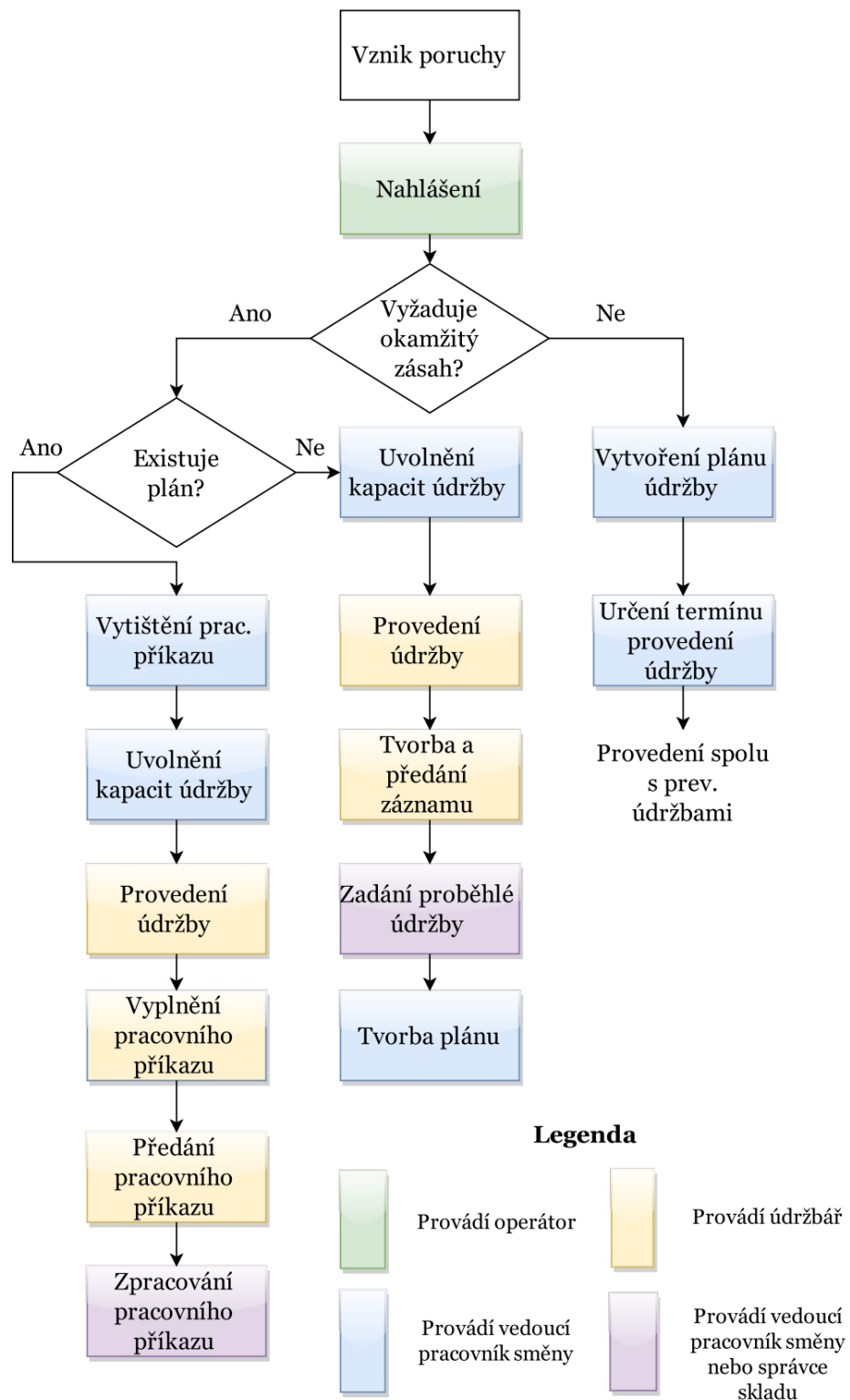


Obrázek 19: Proces zpracování preventivních údržeb

4.5.2 Oprava

Výrazně komplikovanější situace nastává v případě opravy vzniklé poruchy. Schéma postupu nabízí obrázek 20. Poruchu nahlášenou operátorem je třeba nejprve vyhodnotit. Pokud jejím vlivem dochází ke snížení kvality výroby, jejímu výraznému zpomalení či dokonce k úplné odstávce stroje, je nezbytný okamžitý zásah údržby. V opačném případě je porucha zaevidována, je vytvořen plán její opravy, určen nejpozdější termín provedení opravy a oprava je zařazena mezi preventivní údržby.

V případě, že je nezbytný okamžitý zásah, je nejprve třeba zjistit, zda existuje plán obsahující postup opravy. Pokud se daná porucha vyskytla již v minulosti, je dohledán záznam o její opravě v archivu systému Profylax, případně přímo plán její opravy, pokud byl při minulém výskytu poruchy definován. Po vytištění



Obrázek 20: Proces zpracování nahlášených poruch

plánu (pracovního příkazu) je nezbytné uvolnit kapacity údržby, tedy přesunout případné naplánované preventivní údržby. Středisko údržby by však vždy mělo operovat s určitou volnou kapacitou tak, aby bylo schopné provádět opravy bez odkládání preventivních údržeb. Oprava je provedena s pomocí vytištěného plánu a zaznamenána obdobně, jako v případě údržeb preventivních.

Jiná situace nastává, pokud se v minulosti obdobná porucha nevyskytla a neexistuje tak doporučený postup pro její opravu. V takovém případě je údržba provedena pracovníkem, jehož kvalifikace a zkušenosti odpovídají předpokládané náročnosti údržby. Z takto proběhlé údržby je zcela nezbytné vytvořit detailní záznam, popisující příčinu problému, jeho řešení, časovou náročnost i použité materiály. Pokud lze předpokládat nový výskyt stejné nebo obdobné poruchy, je vhodné z tohoto záznamu vytvořit nový plán pro budoucí použití.

4.6 Nakládání se skladovým materiálem

Jak bylo popsáno v části 4.3.4, ideální je do systému Profylax převést i evidenci náhradních dílů a spotřebního materiálu.⁴² Na rozdíl od strojů, které ve společnosti obecně přibývají či ubývají jen výjimečně, jsou změny v oblasti materiálu každodenní záležitostí. Je proto vhodné vypracovat rámec, jímž by se jeho pohyb měl řídit. Lze předložit několik argumentů pro pečlivé nakládání s materiálem:

1. Materiál je obvykle malý (při porovnání se stroji).
2. Materiál může být těžko identifikovatelný.
3. Jednotlivé materiály mohou být levné, kvůli velkému množství je ale jejich celková hodnota vysoká.
4. Všechny materiály není často možné umístit do jednoho centrálního skladu.
5. Snadná dostupnost materiálu zefektivňuje průběh oprav a tím snižuje prostoje.

První bod naznačuje tendenci materiálů mizet. Může jít o malé součástky (spojovací materiál, malá ložiska), zejména takové, které jsou baleny po více kusech. Pracovník údržby provádějící opravu odebere z balení potřebný počet kusů a ostatní kusy zapomene v místě opravy či odloží kdekoli jinde na pracovišti. Pokud navíc použitý materiál neodečte ze skladových zásob, může během jedné operace zmizet veškerá zásoba daného materiálu bez objednání dalšího, neboť není známo, že je materiálu nedostatečné množství.

⁴²Pro zpřehlednění je ve zbytku kapitoly využíván souhrnný pojem „materiál“.

S tím souvisí i špatná identifikovatelnost materiálu. Zejména malé dílky nemusí nést dostatečné značení, aby je bylo možné přesně identifikovat. Takový materiál je pak prakticky nepoužitelný. Dalším problémem mohou být nefunkční součástky vymontované ze strojů, neboť ty se často vizuálně neliší od součástek plně funkčních.

Snižování vázanosti kapitálu ve formě skladových zásob je dnes již standardem, v oblasti údržby jde však o vysoce rizikovou činnost. Právě z důvodu malých meziskladů ve výrobě je nezbytné dosáhnout co nejvyšší dostupnosti strojů a přítomnost náhradního dílu často rozhoduje o tom, zda bude oprava provedena ihned jen s malými ztrátami na výrobní kapacitě, či zda bude výroba zastavena do doby dodání náhradního dílu. Proto není možné zásadně snižovat velikost zásob materiálu údržby a i při nízké ceně jednotlivých materiálu bude jejich součet představovat vysokou položku z pohledu vázaného kapitálu.

Ve větších výrobních halách je vhodné rozmísťovat materiál tak, aby byl snadno dostupný při opravě stroje, pro který je určen. To platí zejména pro velké kusy specifické pro konkrétní stroje, jež je vhodné umístit právě do blízkosti daného stroje, případně je není možné umístit do skladu údržby jednoduše z důvodu jejich velikosti. Materiál je ve výsledku rozmístěn po více menších skladech a není tak fyzicky možné, aby jeden zaměstnanec dovedl tato místa efektivně obsloužit.

Pátý argument je možná nejsilnější. Ukazatel MTTR, teoreticky představený v části 2.2.7 a prakticky využitý v části 5.3.2, vypovídá o rychlosti práce údržby. Vedle samotné opravy zahrnuje tato reakční doba také čas příprav, do kterého spadá i příprava potřebného materiálu. Ta se však může pohybovat zejména na dvou extrémních koncích stupnice. V případě správného průběhu je materiál nalezen a dopraven na místo opravy bez prodlení, a proto se tento čas na celkové reakční době nijak výrazně neprojevuje. V opačném případě, když materiál chybí (a zejména pokud se údržba domnívá, že nechybí, či pokud nepředpokládala, že bude potřeba), dokáže příprava potřebného materiálu svou délkou zastínit všechny ostatní složky reakční doby. Ve výsledku tak při nedostupnosti daného materiálu může místo rutinní opravy s prostojem v řádu desítek minut či jednotek hodin dojít k prostoji o délce desítek hodin či jednotek dnů.

4.6.1 Návrh metodiky pro nakládání se skladovým materiálem

Z výše zmíněných argumentů vyplývá, že právě skladovému materiálu je třeba věnovat zvláštní pozornost. Následující odstavce popisují metodiku, která pomocí jednoduchých zásad může vést k zefektivnění práce s materiálem a přeneseně tak zvýšit efektivitu výroby.

Metodika zahrnuje dva procesy, z nichž první se věnuje zvyšování stavů ve skladech a druhý jeho snižování.

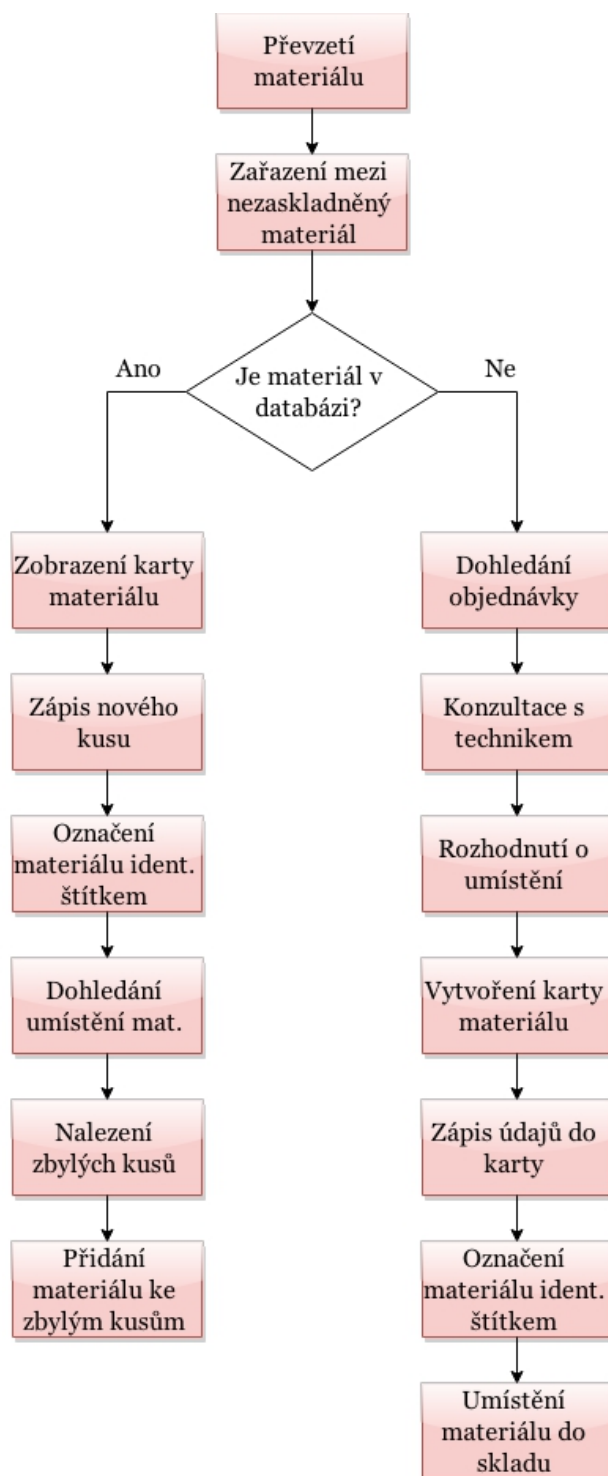
Příjem nového materiálu

Zvyšování stavů ve skladech, tedy příjem nového materiálu, je schematicky znázorněno na obrázku 21. Všechny popisované činnosti provádí správce skladu údržby.

Nový materiál je ihned po převzetí od dodavatele nezbytné umístit do speciálního prostoru pro nezaskladněný materiál. Účelem je, aby nedocházelo k promíchání materiálu, který je již v databázi zaznamenaný, s materiálem zcela novým. Zde může materiál vyčkat do doby, než dojde k jeho zaskladnění.

Prvním krokem při zaskladnění je zjištění, zda již je, či v minulosti byl, daný druh materiálu ve skladu údržby přítomen. To je možné provést dvojím způsobem vyhledání materiálu v databázi - dle názvu, či dle výrobního čísla. První metoda je na první pohled jednodušší, ovšem může docházet k záměnám. Názvy materiálu nemusí být jednoznačné a vyhledávání v nich je obtížné. Druhá metoda vyžaduje zaznamenání výrobního čísla každého materiálu. Systém Profylax pro tento údaj nabízí kolonku Jiný kód (viz obrázek 11), do které je nezbytné výrobní číslo opsat přesně v takovém tvaru, v jakém je uvedeno na materiálu (tedy například včetně pomlček). Výhodou takto zadaného výrobního čísla je jeho jednoznačnost. Materiál lze kdykoli vyhledat pomocí výrobního čísla a kolonky Jiný kód. Výsledkem vyhledávání pak bude jediná položka od daného výrobce v případě, že materiál v systému je, či žádná, pokud materiál v systému není. Tento výsledek je za předpokladu, že výrobce používá pro každý výrobek unikátní neměnné výrobní číslo, jednoznačný.

V případě, že je materiál nalezen, je v druhém kroku zobrazena jeho karta v systému Profylax. Do ní musí být zapsáno nově přijaté množství v dané jednotce (obvykle kus) a materiál následně označen identifikačním štítkem s kódem materiálu odpovídajícím kódu v systému Profylax, aby bylo možné materiál později rychle dohledat. Štítky mohou mít rozličnou formu, z nichž nejjednodušší je ruční nápis s kódem přilepený na povrch obalu či samotného materiálu. Pro zrychlení je však vhodné zvolit tisk štítků přímo ze systému Profylax a to včetně čárového kódu. Přečtením tohoto kódu pomocí čtečky je materiál dohledán okamžitě a není tak nutné zadávat jeho kód ručně. Po označení již zbývá jen dohledání umístění materiálu (je zapsáno na jeho kartě), fyzické dohledání tohoto umístění a přidání materiálu ke zbylým kusům (pokud zde nějaké jsou).



Obrázek 21: Schéma procesu příjmu nového materiálu

Může se však stát, že materiál v systému Profylax dohledán nebude. Pokud bylo hledání provedeno pomocí výrobního čísla, lze předpokládat, že je daný materiál ve skladu údržby poprvé. V takovém případě je potřeba vytvořit novou kartu. Aby bylo možné stanovit, ke kterému stroji materiál primárně patří,⁴³ je v prvním kroku nezbytné dohledat jeho objednávku. Vzhledem k tomu, že není dosud určeno jeho umístění, je vhodné jeho zařazení konzultovat s pracovníkem údržby (například s tím, který je zodpovědný za daný stroj). Po určení a vyplnění všech nezbytných údajů již zbývá jen jeho označení identifikačním štítkem a umístění na stanovené místo, podobně jako u materiálu, který již v systému Profylax byl.

Odebírání skladového materiálu

Proces přidávání nového materiálu do skladu je tedy poměrně jednoduchý a s jeho implementací není třeba očekávat jakékoli potíže. Zpětný proces, tedy odebírání materiálu ze skladu při jeho potřebě pracovníky údržby (schéma zobrazuje obrázek 22), je komplikovanější a pro jeho úspěšnou aplikaci je nezbytná součinnost celého střediska údržby. Je ho totiž možné obejít a využít materiál při údržbě stroje bez jeho odepsání v databázi. Mezikroky tudíž mohou působit zbytečným dojmem, neboť se neprojeví okamžitě při provádění dané údržby. Je proto nutné zdůraznit, že podobně jako u celého principu preventivní údržby jsou některé kroky prováděny z důvodu budoucích zisků a mohou se tak krátkodobě jevit jako zbytečné.

Výchozí situací je potřeba materiálu daná poruchou či naplánovanou preventivní údržbou. Nejprve je nutné zjistit, zda je daný materiál v databázi. Z principu preventivní údržby lze předpokládat, že všechen materiál, jehož potřebu lze určit již při plánování, bude v systému zapsán a ve skladu bude v dostatečném množství. Jiný stav může nastat v případě oprav poruch.

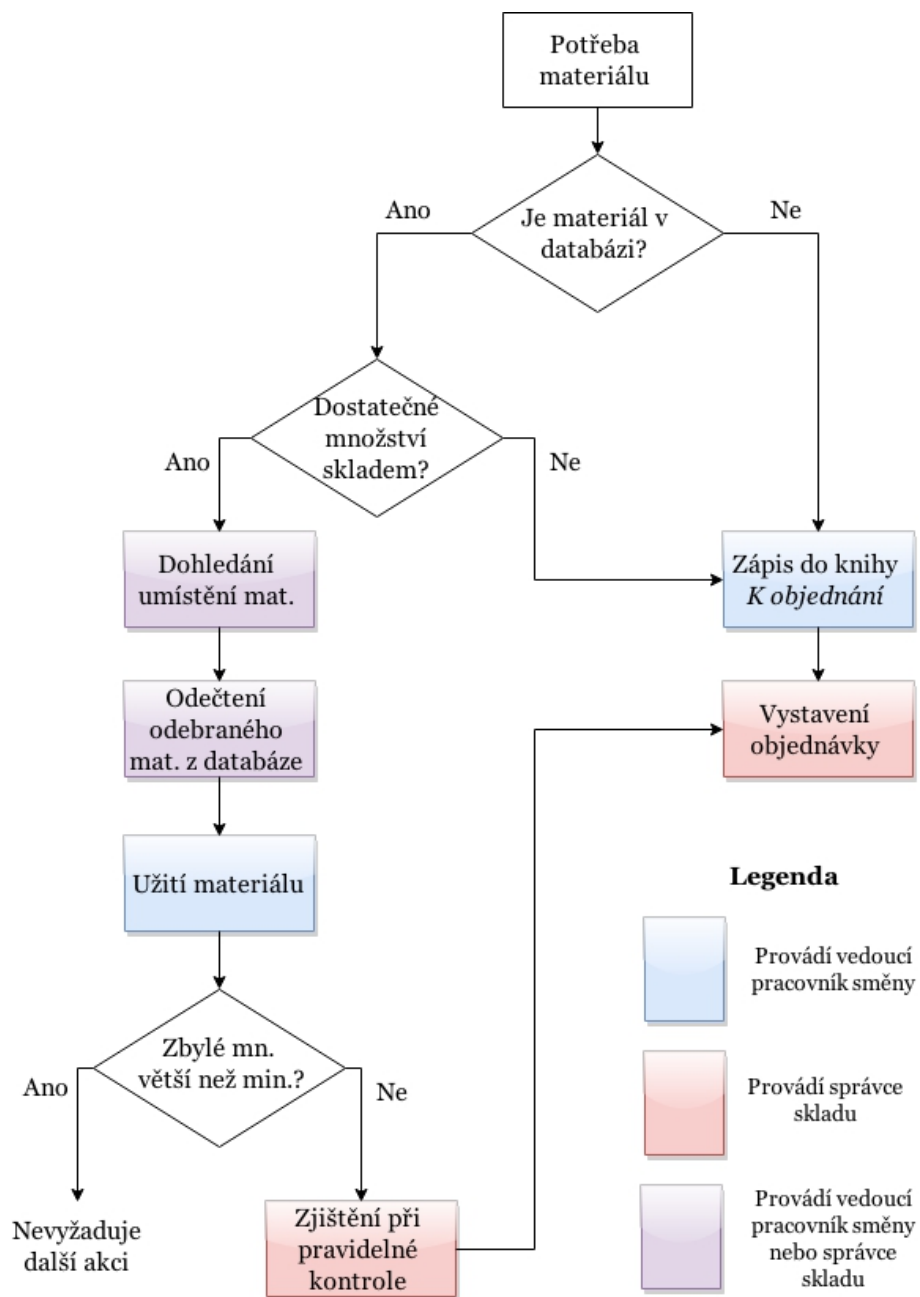
Pracovník údržby se v prvním kroku pokusí dohledat materiál v systému Profylax. V případě, že jej nenalezne, je třeba zapsat požadavek na jeho objednání do knihy *K objednání*. Z této knihy již správce skladu může po případné konzultaci s pracovníkem, který daný požadavek zapsal, vytvořit objednávku. Pokud mate-

⁴³Od primárního stroje se odvíjí samotný kód v systému Profylax, který je nutné stanovit předem a jenž se, podobně jako u strojů, nedá již měnit.

riál v systému Profylax je v nedostatečném množství, je postup stejný.⁴⁴ Účelem zavádění skladové databáze je, aby k takové situaci docházelo jen v případě velice výjimečných a nepředvídatelných poruch.

Pokud je materiál v databázi nalezen v dostatečném množství, musí pracovník nejdříve odečíst požadované množství ze systému Profylax a s pomocí informace na kartě materiál nalézt a užít při opravě. Jedním z údajů na kartě materiálu je i jeho minimální stav. Pokud nový stav klesne pod stav minimální, je materiál v seznamu zvýrazněn a správce skladu ho může snadno identifikovat. Včasné objednání takového materiálu zabrání jeho nedostatku v době, kdy bude opět potřeba.

⁴⁴Dle situace může být někdy vhodné použít alespoň to množství materiálu, které je skladem, a zbytek doobjednat. Jindy je dané množství tak nízké, že je lepší alternativou opravu odložit, dokud nebude potřebné množství dodáno. První popsaná situace není v diagramu zachycena, jde však o kombinaci zbylých postupů.



Obrázek 22: Schéma procesu při odebírání materiálu ze skladu

5 Zhodnocení přínosů implementace systému řízení údržby strojů

5.1 Vybrané stroje

Do zvoleného systému údržby byly zaneseny všechny stroje. Kvůli jejich velkému množství budu přínosy analyzovat pouze na vybraném okruhu. Tento okruh tvoří 8 strojů, které představují většinu procesů při výrobě a montáži dveřních panelů pro přední dveře automobilu Mercedes-Benz C class. K výběru byly přidány také montážní stolky, na kterých probíhá závěrečné sestavení vyrobených dílů. Pro přehlednost je v práci dále o strojích referováno označením technologické operace, kterou provádějí, spíše než jejich skutečným názvem.



Forming

Kód stroje: 1000526-0

Výrobce: Persico

Název: W-205 DP Persico-Tvarovací lis č. 2

Datum instalace: 20. 11. 2012

Funkce: tvarovací lis

Riziko: 3



Injection Molding 1

Kód stroje: 1000525-0

Výrobce: Engel

Název: W-205 DP Engel 1050/450t BIM č. 3

Datum instalace: 20. 11. 2012

Funkce: vstříkolis

Riziko: 3



Injection Molding 2

Kód stroje: 200032-0

Výrobce: Engel

Název: W-205 DP Engel 1050/450t BIM č. 4

Datum instalace: 17. 10. 2013

Funkce: vstříkolis

Riziko: 3



In-Mould Graining

Kód stroje: 200011-1

Výrobce: Kiefel

Název: W-205 DP IMG-Kiefel

Datum instalace: 10. 12. 2012

Funkce: ražení vzorů

Riziko: 3



Edge Wrapping

Kód stroje: 200012-0

Výrobce: Kiefel

Název: W-205 DP Edge wrapping-1 Kiefel

Datum instalace: 10. 12. 2012

Funkce: balení hran

Riziko: 3



Antisqeak

Kód stroje: 200036-0

Výrobce: AKE Technologies

Název: W-205 DP Antisqeak MC

Datum instalace: 9. 10. 2013

Funkce: nanášení povrchu, který zabraňuje vr-
zání

Riziko: 3



Punching

Kód stroje: 200017-0

Výrobce: SWA

Název: W-205 DP SWA-Punching-přední

Datum instalace: 3. 12. 2012

Funkce: děrování na trojrozměrných površích

Riziko: 3



ASC Riveting

Kód stroje: 200015-0

Výrobce: Kiefel

Název: W-205 DP ASC-Welding Přední-Kiefel

Datum instalace: 10. 12. 2012

Funkce: moderní způsob nýtování pro termo-
plasty

Riziko: 3

Final assembly

Kód stroje: 200041

Název: W205-Final ass.Front

Funkce: montážní stolky

Riziko: 3

5.2 Věrohodnost údajů

Aby bylo možné sledovat vývoj vybraných ukazatelů v čase, bylo nezbytné získat údaje za delší období. Přírozenou volbou byly poslední dva měsíce roku 2014 a první dva měsíce roku 2015. Samotné údaje pro toto období a pro vybrané stroje odpovídají realitě, ovšem nelze (zejména u údajů z listopadu a prosince 2014) vyloučit možnost, že proběhly i údržby, jež nebyly zapsány. V prvních dvou měsících roku 2015 již lze očekávat naprostou věrohodnost údajů.

V následném vyhodnocení je pracováno pouze s daty zaznamenanými údržbou podniku do systému Profylax a není tak možné počítat některé z ukazatelů představených v části 2.2.7, neboť ty vyžadují i údaje dostupné pouze výrobnímu oddělení. Nejčastěji používanými údaji, z nichž lze zjistit mnohé důležité informace, je množství proběhlých údržeb, jejich druh a délka.

Na získaná data mohou být aplikovány statistické metody s účelem nalezení závislostí, ovšem vzhledem k malé velikosti vzorku (celkově jde o 359 zaznamenaných údržeb, tedy v průměru méně než 10 údržeb na stroj za měsíc) by závěry nebyly reprezentativní vůči realitě.

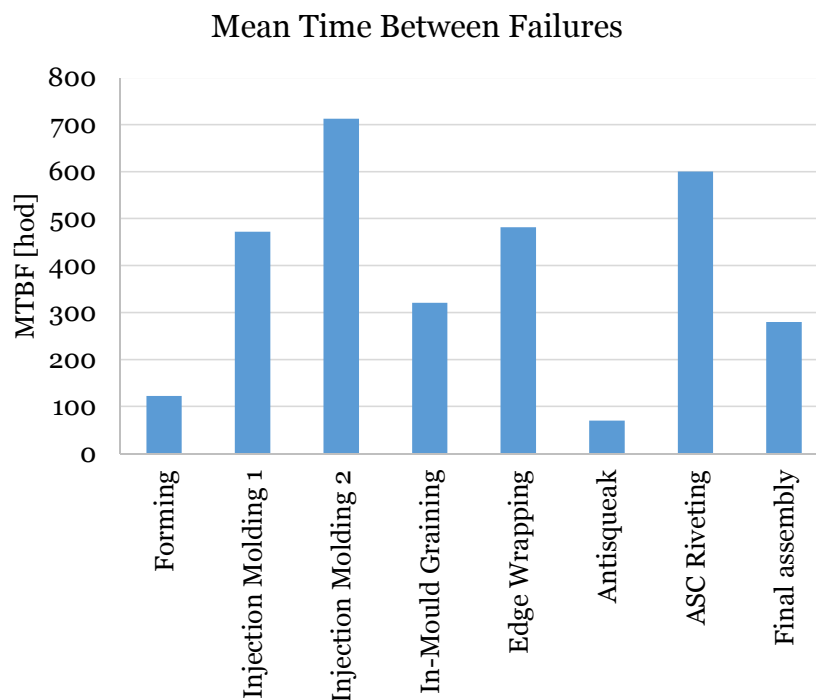
5.3 Vyhodnocení získaných údajů

Vzhledem ke krátkému časovému období a malému množství dat je třeba při vyvozování závěrů postupovat obezřetně. Jak bude následně rozebráno v části 6.6, je vhodné na následující stránky nahlížet jako na ilustraci postupů, které své plné uplatnění najdou až v době dostatku a plné důvěryhodnosti dat.

5.3.1 Střední doba mezi poruchami

Střední doba mezi poruchami (MTBF) představuje základní ukazatel spolehlivosti zařízení. Při aplikaci preventivní údržby by měl ukazatel dlouhodobě růst, střední doba mezi poruchami se tedy musí prodlužovat. Získání údaje MTBF ze

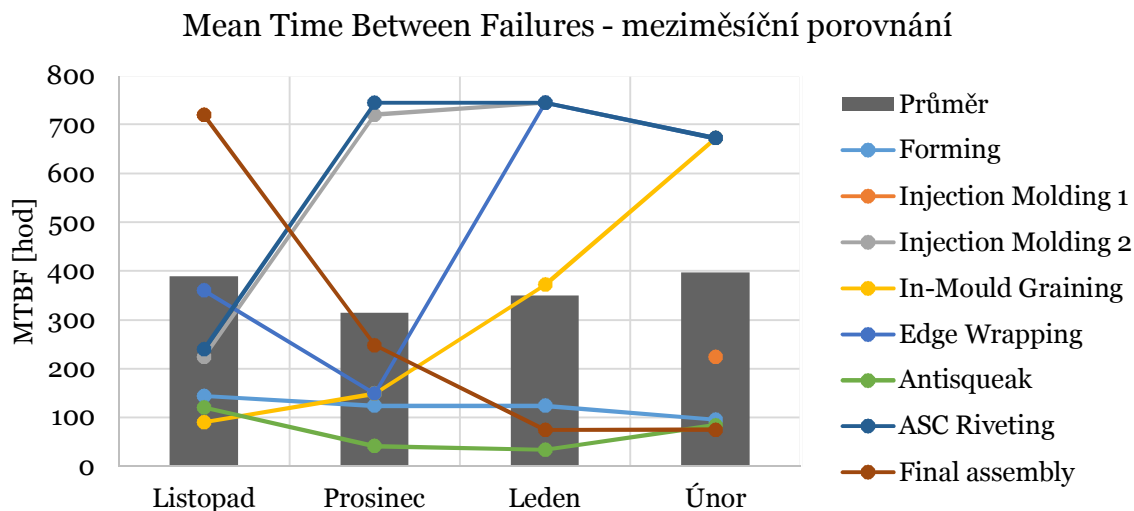
systému Profylax je možné buď přímo výpočtem v programu samotném (je třeba zadat provozní dobu stroje a systém pro zvolené období vypočítá MTBF použitím poruch zaznamenaných v databázi), či nepřímo exportem databáze poruch a vlastním výpočtem podle vzorce představeného v části 2.2.7. Pro ověření byly provedeny obě metody se shodnými výsledky.



Obrázek 23: MTBF pro vybrané stroje

Graf na obrázku 23 představuje střední dobu mezi poruchami v celém sledovaném období pro všechny vybrané stroje. V zobrazení chybí pouze stroj Punching, neboť ve sledovaném období neměl poruchu a není tak možné údaj vypočítat. Zbylých osm strojů představuje širokou škálu středních dob, z nichž nejkratší sahají k hranici 100 hodin a nejdelší se pohybují nad úrovní 600 hodin. Při nepřetržitém provozu tudíž na strojích Forming a Antisqueak dojde k poruše přibližně jednou za 4 dny, zatímco u strojů ASC Riveting a Injection Molding 2 nastane porucha po více než 25 dnech. Je však nezbytné připomenout statistický charakter těchto hodnot, tedy že z nich není možné predikovat dobu příští poruchy v závislosti na poslední proběhlé poruše.

Graf na obrázku 24 zobrazuje vývoj MTBF mezi jednotlivými měsíci pro každý stroj, i průměrnou hodnotu za všechny vybrané stroje. Z grafu není znatelný žádný trend a i vzhledem k velkým rozdílům mezi jednotlivými měsíci lze tvrdit, že získaná data nejsou pro spolehlivý výpočet MTBF dostatečná.



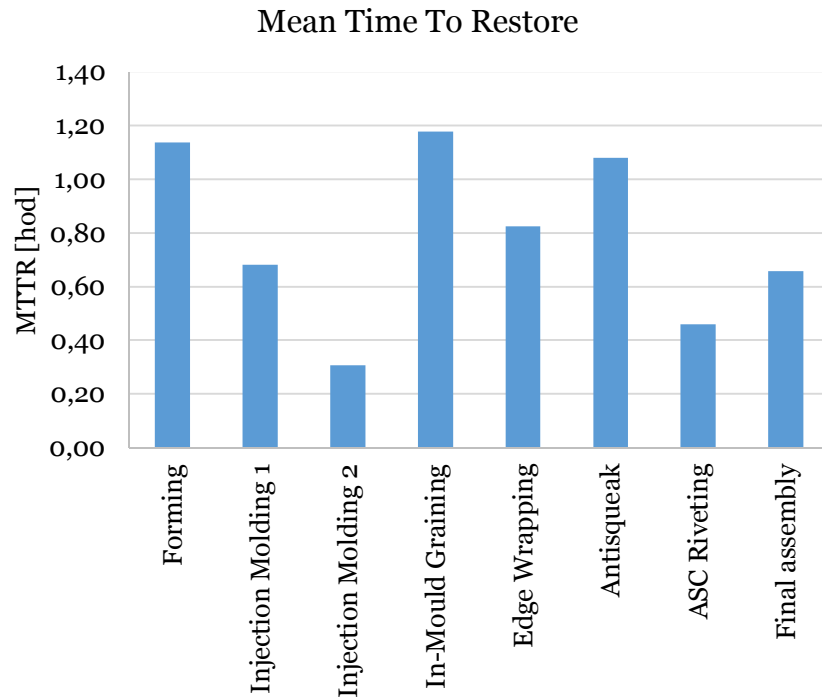
Obrázek 24: MTBF pro vybrané stroje - meziměsíční porovnání

5.3.2 Střední doba do obnovení

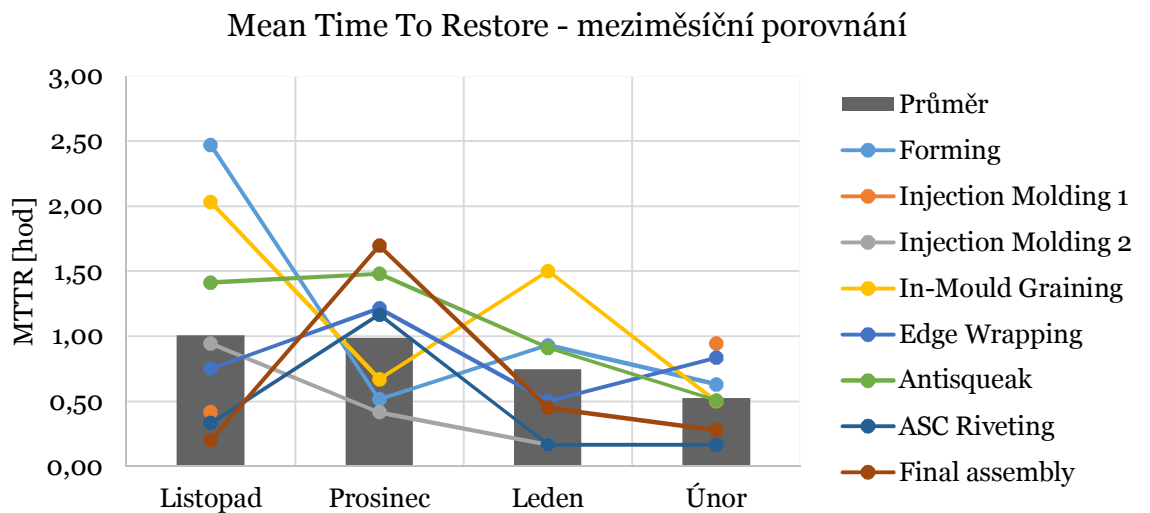
Zjištění střední doby do obnovení, vysvětlené v části 2.2.7, probíhá v systému Profylax stejným způsobem jako výpočet střední doby mezi poruchami. Graf na obrázku 25 zobrazuje střední dobu do obnovení pro vybrané stroje opět s vyloučením stroje Punching z výše zmíněného důvodu.

Při porovnání jednotlivých strojů je znát rychlá reakce údržby, neboť většina strojů je obvykle provozuschopná méně než hodinu po poruše. Výjimku tvoří tři stroje, z nichž dva (Forming a Antisqueak) patřily také mezi stroje s nejnižší střední dobou mezi poruchami. Z toho vyplývá potřeba vylepšit a rozšířit postupy preventivní údržby pro tyto dva stroje.

Zatímco u ukazatele MTBF bylo meziměsíční porovnání nejednoznačné, v případě ukazatele MTTR vidíme na obrázku 26 jasný a pozitivní trend. Většina strojů zaznamenala zkrácení střední doby do obnovení, v některých případech i výrazné, což reflektovala i průměrná hodnota. Nízká (a klesající) hodnota MTTR prokazuje rychlou odezvu údržby v případě poruchy, díky níž jsou prostoje (v daném druhu podniku velice nákladné) drženy na minimu.



Obrázek 25: MTTR pro vybrané stroje



Obrázek 26: MTTR pro vybrané stroje - meziměsíční porovnání

5.3.3 Pohotovost zařízení

Ukazatel pohotovosti zařízení A je přímo svázaný s MTBF a MTTR a zejména s jejich poměrem. Jelikož je MTTR ve všech případech mnohonásobně menší než odpovídající MTBF, lze očekávat A blížící se nejvyšší dosažitelné hodnotě. To se také děje a výsledky je proto, s přihlédnutím k minimálním rozdílům v hodnotách u jednotlivých strojů, vhodné zobrazit spíše v tabulce než v grafu.

Stroj	MTBF [hod]	MTTR [hod]	A [-]
Forming	122	1,14	0,9908
Injection Molding 1	472	0,68	0,9986
Injection Molding 2	712	0,31	0,9996
In-Mould Graining	321	1,18	0,9963
Edge Wrapping	481	0,82	0,9983
Antisqueak	70	1,08	0,9848
ASC Riveting	600	0,46	0,9992
Final assembly	279	0,66	0,9977

Tabulka 5: Pohotovost zařízení a další ukazatele

Tabulka 5 zobrazuje nejen pohotovost zařízení, ale také ukazatele MTBF a MTTR pro všechny stroje za celé sledované období. Vidíme, že A se ve všech případech prakticky blíží jedné, tedy nejlepší hodnotě. Tento výsledek může vypovídat o výborných výsledcích údržby stejně jako o nevhodnosti ukazatele v dané konkrétní aplikaci.

5.3.4 Podíl preventivní údržby

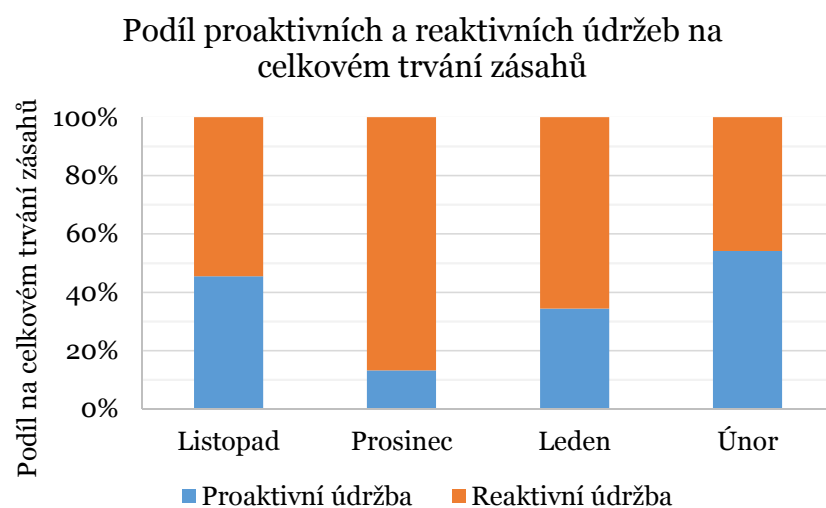
Další důležitou informací, jež lze ze získaných dat zjistit, je nakolik se středisko údržby věnuje proaktivním a nakolik reaktivním zásahům. Tabulka 6 udává počet proaktivních a reaktivních údržeb spolu s údaji o kumulativní délce zásahů a délce prostoje.

Na první pohled zřetelný je výrazně menší počet preventivních zásahů v prosinci než v ostatních měsících. Jednoduchým vysvětlením je menší časová kapacita údržby z důvodu dovolených v době vánočních svátků. Přítomní údržbáři se tedy museli věnovat akutním problémům v podobě poruch a na preventivní údržbu nebyl prostor. Naopak nízký počet reaktivních zásahů v listopadu lze částečně vysvětlit nekompletností databáze, kdy reaktivní zásahy nebyly dosud vždy zaznamenávány.

	Proaktivní			Reaktivní		
	Počet [-]	Prostoj [hod]	Zásah [hod]	Počet [-]	Prostoj [hod]	Zásah [hod]
Listopad	53	8,0	34,6	29	39,3	41,5
Prosinec	21	1,3	8,3	54	36,3	54,6
Leden	49	8,5	28,0	62	41,5	53,5
Únor	44	20,5	33,0	47	19,8	27,9
Celkem	167	38,2	104,0	192	137	177,5

Tabulka 6: Počty, délky zásahů a prostojů reaktivních a proaktivních oprav

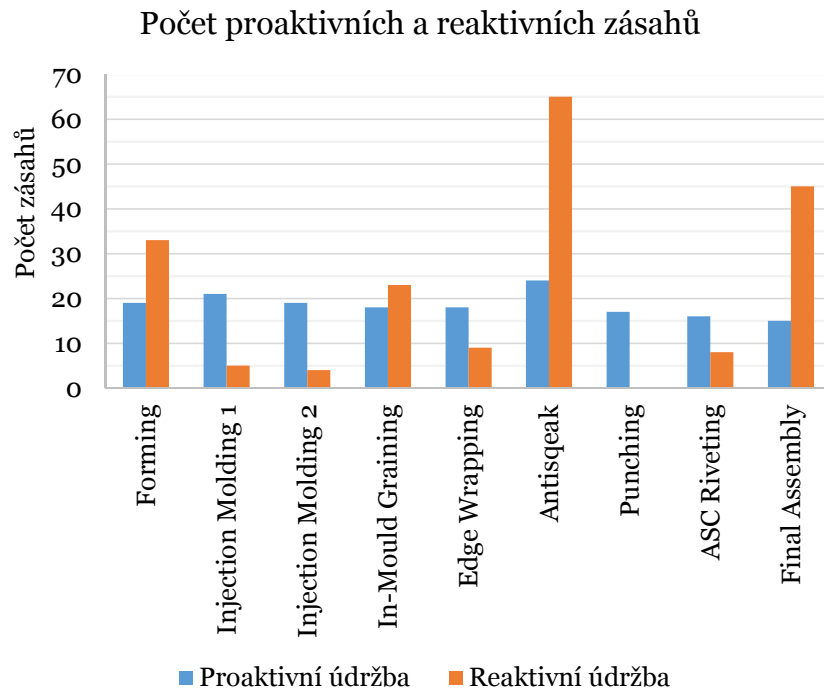
První užitečnou informací je, nakolik se středisko údržby věnuje proaktivním zásahům (preventivní údržbě) a reaktivním zásahům (opravám poruch). Graf na obrázku 27 zobrazuje poměr proaktivních a reaktivních údržeb na celkovém trvání zásahů ve sledovaném období. Jedině v únoru překročil podíl proaktivní údržby hodnotu 50%, jinými slovy pouze v únoru strávila údržba na daných strojích více času při preventivních zásazích než při opravách. Jak bylo vysvětleno v teoretické části práce, navýšení počtu preventivních údržeb (a tedy navýšení času stráveného při preventivních opravách) povede v dlouhodobém horizontu ke snížení počtu potřebných oprav. Při dlouhodobém pozorování by tedy měl podíl proaktivních zásahů růst až do chvíle, kdy se ustálí na určité hodnotě. Díky neustále nabíraným zkušenostem a zlepšovaným procesům by však celková doba strávená údržbáři na daném stroji měla stále klesat.



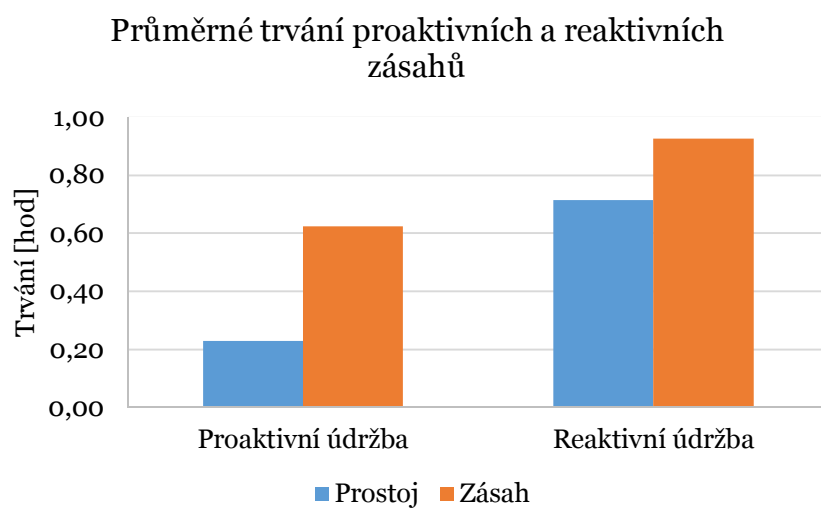
Obrázek 27: Podíl proaktivních a reaktivních údržeb na celkovém trvání zásahů

Graf na obrázku 28 zobrazuje počet zásahů za sledované období pro vybrané stroje s rozlišením mezi proaktivními a reaktivními zásahy. Zatímco počty reaktivních zásahů se mezi jednotlivými stroji výrazně liší (stroj Punching nevyžadoval v celém období ani jeden zásah, zatímco nejproblematictější stroj Antisqpeak vyžadoval zásahů 70), počty proaktivních zásahů jsou u všech strojů velice podobné. Obdobně vypadá i porovnání trvání údržeb. Celkové trvání reaktivních údržeb se mezi jednotlivými stroji výrazně liší, zatímco trvání proaktivních údržeb je velice podobné. Výjimku tvoří stroje Antisqpeak a Forming, jejichž preventivní zásahy jsou v průměru výrazně delší než preventivní zásahy u ostatních strojů, a proto je i celkové trvání preventivní údržby větší než u ostatních strojů.

Přitom jak ukazují samotná data, trvání proaktivní údržby je v průměru výrazně kratší než trvání průměrné reaktivní údržby. Ještě větší rozdíl je vidět v případě prostoje; prostoje průměrné reaktivní údržby je třikrát delší, než prostoje proaktivní údržby. I ze samotného poměru prostoje a délky práce údržby je zřetelné, že zatímco při proaktivní údržbě probíhá většina času práce údržby bez prostoje (většinu času zaberou přípravné práce a práce, při nichž není nezbytné zastavovat výrobu), při údržbě reaktivní stojí stroj po výrazně delší dobu, během níž zaměstnanci údržby pracují. Všechny zmíněné údaje, které jsou dalším argumentem pro rozšíření preventivních zásahů, přehledně zobrazuje graf na obrázku 29.



Obrázek 28: Počet proaktivních a reaktivních zásahů



Obrázek 29: Průměrné trvání proaktivních a reaktivních zásahů

6 Návrhy a doporučení

Předposlední část práce si klade za úkol navrhnout cíle, jejichž naplnění povede ke všeobecnému zlepšení a zjednodušení práce střediska údržby. Identifikoval jsem 8 návrhů, z nichž každému bude v této části věnován prostor. Jedná se o:

- úpravy na základě analýzy získaných dat,
- zajištění zápisu údržeb do systému Profylax,
- změnu způsobu práce s náhradními díly,
- doplnění a optimalizace databáze,
- pravidelné vyhodnocování na základě zpětné vazby,
- pravidelné vyhodnocování na základě analýzy dat,
- přechod na systém stupňovitých údržeb,
- vyplnění nákladů na prostoje a hodinových sazeb pracovníků.

6.1 Úpravy na základě analýzy získaných dat

Analýza provedená v části 5. byla omezena jak úzkým výběrem strojů, tak poměrně krátkým časovým úsekem, během kterého byla použita data zaznamenávána. I tak lze navrhnout změny pro několik strojů.

Stroje Forming (W-205 DP Persico-Tvarovací lis č.2) a Antisqeak (W-205 DP Antisqeak MC) vykazovaly při analýze nízkou střední dobu mezi poruchami a vysokou střední dobu do obnovení. Tyto stroje se tudíž porouchají výrazně častěji než stroje ostatní a jejich zprovoznění trvá déle. Při pohledu do záznamů preventivní údržby však vidíme, že počet provedených preventivních zásahů se nijak neliší od zbylých strojů. Pro zvýšení střední doby mezi poruchami je tedy vhodné snížit periodicitu či zvýšit rozsah preventivních údržeb.

Stroj In-Mould Graining (W-205 DP IMG-Kiefel) měl ze všech strojů nejvyšší střední dobu do obnovení. Lze předpokládat, že tato skutečnost je způsobena složitostí daného stroje či závažností vznikajících poruch. Proto je vhodné pro tento stroj vyčlenit větší část kapacity údržby, případně upravit postupy preventivních údržeb. Pokud se opakovaně objevují stejné poruchy, je možné snížit střední dobu do obnovení přípravou postupů i pro jejich opravy. Podobně jako u strojů předchozích by mělo dojít ke zlepšení všeobecné pohotovosti stroje.

Montážní stolky Final assembly (W205-Final ass.Front) vykazují mírně podprůměrnou hodnotu střední doby mezi poruchami. Vzhledem k tomu, že položka Final assembly představuje více na sobě nezávislých pracovišť, není v tomto případě daný ukazatel odpovídající, neboť agreguje poruchy všech pracovišť zařazených do závěrečné montáže daného výrobku. Je proto otázkou, zda i v systému Profylax nerozčlenit Final assembly podle jednotlivých pracovišť, či zda pokračovat dále v agregaci pod jednu položku. Dosavadní systém je i vzhledem k jednoduchosti technického řešení samotných montážních stolků dostatečný. Je však nezbytné tuto skutečnost zohlednit při vyhodnocování analýz.

6.2 Zajištění zápisu údržeb do systému Profylax

Systém Profylax je podobně jako každý jiný databázový systém použitý pro podporu řízení zcela závislý na důkladném vyplňování všech relevantních dat. Profylax nyní spolehlivě funguje pro nahlašování vzniklých poruch, ovšem získaná data naznačují, že ne všechny provedené zásahy na všech strojích jsou do databáze zapsány. Je tedy nezbytné vytvořit takové prostředí, v němž bude zápis do systému Profylax standardní součástí údržbářských procesů.

Jednou z cest k zajištění kompletnosti databáze může být přenesení zodpovědnosti za systém Profylax na konkrétní osobu. Podobně jako u preventivních údržeb by i u veškerých údržeb reaktivních měly být k dispozici tištěné pracovní příkazy, jejichž vyplnění a uložení na patřičné místo by eliminovalo potřebu zaměstnanců údržby zasahovat do samotného systému Profylax. Zodpovědná osoba by následně provedení vyplněných pracovních příkazů zapsala do systému. Pracovník s vysokou znalostí práce v systému Profylax by při vyplňování byl efektivnější než samotní údržbáři, kteří by mohli naopak větší část pracovní doby věnovat činnostem spojeným se svou vlastní odborností, tedy údržbou strojů.

6.3 Změna způsobu práce s náhradními díly

Současný způsob práce s náhradními díly a spotřebním materiálem není vzhledem k důležitosti údržby ve společnosti a hodnotě náhradních dílů vhodný a je ho třeba nahradit systematickým přístupem. Vhodné metody pro nakládání s těmito materiály byly navrženy v části 4.6.1. Aplikace navrženého (či podobného) postupu by vedla ke zjednodušení a zpřehlednění práce údržby. Stanovený systém je třeba striktně dodržovat, neboť jediná nezadaná informace (například o odebrání materiálu ze skladu) způsobí nesoulad databáze se skutečným stavem. Pečlivé

odebírání použitého materiálu z databáze naopak při správném stanovení minimálních počtů zajistí, že (s výjimkou zcela nepředvídatelných poruch) bude vždy k dispozici materiál potřebný pro opravu.

6.4 Doplnění a optimalizace databáze

Databáze je v době psaní diplomové práce prakticky kompletní. Jejím hlavním problémem je nejednotnost, a tudíž i nepřehlednost. Prvním krokem ke zpřehlednění je jednotné pojmenování strojů. V současnosti začínají názvy strojů označením projektu, na němž se stroje podílejí, ovšem označení samotného stroje je v názvu již nesystematické. Proto je vhodné jednotně pojmenovat stroje například podle klíče „Projekt Výrobce Technologie“, čímž se zjednoduší orientace v databázi.

Vedle samotné databáze strojů je možné přehodnotit i využívání číselníku rizik. Většina strojů v databázi je hodnocena stupněm 3, tedy nejvyšším rizikem. Ačkoli jsou stroje opravdu důležité, neboť za ně společnost nemá náhradu, je takovýto systém využívání rizik prakticky zbytečný. Nelze ho využít k vytváření priorit jednotlivých údržbářských zásahů. Proto je vhodné vytvořit jemnější členění pro stroje s vysokým rizikem a pokusit se co nejvěrněji stroje rozlišit.

6.5 Pravidelné vyhodnocování na základě zpětné vazby

Při vytváření postupů preventivních údržeb bylo využito doporučení výrobce a zkušeností údržby. Doba provádění i potřebný počet pracovníků byl určen odhadem. Postupy by však neměly být neměnné, naopak by měly být stále vylepšovány využitím zpětné vazby od údržbářů. Změna doporučených postupů je vhodná jak ve chvíli, kdy nově získané znalosti umožní navrhnout lepší postup, tak s ohledem na stárnutí stroje a jeho vyšší náchylnost k poruchám. Spolu se změnou postupu by mělo dojít ke změření potřebného času. Jen při správně stanovených časech dokáže systém Profylax naplánovat správný objem práce, aby plně využil kapacitu střediska údržby.

6.6 Pravidelné vyhodnocování na základě analýzy dat

I z relativně malého množství dat, dostupného pro analytickou část práce, bylo možné vyvodit závěry ohledně několika strojů. Je vhodné tuto část práce pojmenovat jako doporučení, jak postupovat při vyhodnocování všech strojů v době, kdy bude

k dispozici více dat. Pouhý výpočet MTBF a MTTR stačí k určení, kterým strojům je vhodné věnovat zvláštní pozornost. Při dlouhodobém sledování by měl být zřetelný postupný růst MTBF a pokles MTTR až na určitou ustálenou hodnotu, pod níž se s danými vynaloženými náklady nebude možné dostat. Ukazatele MTBF a MTTR také mohou dopomoci při identifikaci stárnoucích strojů, jejichž udržování v provozu již není výhodné.

6.7 Přejchod na systém stupňovitých údržeb

Jak ilustrovala část 4.3.5, současný systém nestupňovitých údržeb je v mnoha ohledech nevhodný a pro jeho užívání lze jen těžko nalézt dobré důvody. Aby mohlo být plně využito schopností systému Profylax, je třeba převést tyto údržby na údržby stupňovité a opětovně vytvořit rozvrh prací.

6.8 Vyplnění nákladů na prostoje a hodinových sazeb pracovníků

Pokud má být systém Profylax využit pro správu nákladů na prováděné údržby, je třeba určit a vyplnit i náklady na prostoje jednotlivých strojů a hodinové sazby pracovníků. V tuto chvíli je možné zjistit, jaké náklady byly na stroj vynaloženy pouze v oblasti náhradních dílů a spotřebního materiálu, což však zdaleka nejsou všechny náklady, jenž je možné přiřadit k jednotlivým strojům. Podobně je třeba zaznamenávat i náklady na externí služby, jakými jsou například každoroční preventivní servisní zásahy prováděné výrobcem některých strojů.

7 Závěr

Tato práce pojednává o implementaci systému řízení údržby strojů, za její širší poslání však považuji aplikaci poznatků o řízení údržby strojů obecně se zdůrazněním role údržby ve výrobě. Motivace, tedy vysvětlení proč by měly závody investovat do kvalitní údržby, jsem popsal v kapitole 2. Tamtéž jsem vysvětlil i základní pojmy, přístupy a metody. I s odstupem několika kapitol je nutné zdůraznit, že žádný z popsaných přístupů není nejlepší, stejně jako aplikace žádné z popsaných metod není zárukou vysoké spolehlivosti strojů. Implementační část sice pojednává jen o korektivním a preventivním přístupu údržby, jejich plné ovládnutí je však předpokladem pro aplikaci zbylých dvou přístupů. Úplné aplikace teoretických poznatků dosáhneme až využitím všech čtyř přístupů, tedy korektivního přístupu pro opravy poruch, preventivního pro předcházení poruchám, diagnostického pro nalezení vhodného momentu pro opravu a prediktivního pro předvídání tohoto momentu s dostatečným předstihem.

Korektivní i preventivní přístup je možné aplikovat i bez použití výpočetní techniky. Někteří autoři dokonce zdůrazňují potřebu ovládnout oba přístupy nejprve papírově a až poté provést digitalizaci údržby. Vzhledem k velkým přínosům, které jsem popsal v částech 2.3 a 4.2.1, považuji tento postoj za překonaný. Také z tohoto důvodu považuji návrhy a postupy této práce vhodné jak pro společnosti, které již nějaký (byť jen papírový) systém měly, tak pro společnosti, jejichž údržba byla dosud zcela nystematická. Liší se jen zdroje dat, která v prvním případě pochází z dosavadních databází a kartoték, v případě druhém musí být nejprve sesbírána.

Implementace, kterou popisují ve 4. kapitole, byla provedena ve společnosti JC Interiors Czecha s.r.o, představené v kapitole 3. Zatímco samotné zprovoznění programu a naplnění jeho databází daty bylo jednorázovou záležitostí, následně navržená metodika pro práci údržby je důležitým základem pro plné využití schopností programu a bude ji vhodné podle získaných poznatků dále rozvíjet. Zvláštní část jsem po nabytí zkušeností se současným stavem ve společnosti věnoval nakládání s náhradními díly a spotřebním materiálem. Aplikace navržených procesů je dalším nezbytným krokem k plnému využití schopností systému Profylax.

Vzhledem ke krátkému časovému úseku, během něhož byla sbírána data, nebylo možné dělat rozsáhlé závěry týkající se práce celého oddělení údržby. V 5. kapitole jsem využil zaznamenaných dat k analýze omezené pouze na vybrané stroje. Tato analýza má dva klíčové účely - vytvořit podklady pro návrh změn týkajících se daných strojů a ukázat způsob, jakým bude možné analýzy provádět

pro všechny stroje v době, kdy budou záznamy údržeb dostatečně obsáhlé. Tyto a další návrhy, vycházející z analýzy i z dalších zkušeností nabytých při tvorbě práce, jsem shrnul v kapitole předposlední.

Z analýzy ukazatelů MTBF a MTTR vyplývá velká rozdílnost ve spolehlivosti jednotlivých strojů. Společnost by tak měla tuto skutečnost reflektovat častějšími preventivními údržbami u těch strojů, které jsou dle analýzy méně spolehlivé. Společnost by se měla obecně zaměřit na lepší integraci systému Profylax do podnikových procesů. Měla by více využívat jeho schopností tam, kde jsou prokazatelně užitečné (jako v případě stupňovité údržby) a měla by zajistit přesnost a kompletnost všech dat do programu vkládaných.

Zvolený systém Profylax je při řízení údržby dobrým společníkem, jeho schopnosti zahrnují všechny zmíněné potřeby korektivní i preventivní údržby. Je však nutné zmínit i jeho hlavní nevýhodu, s níž se setká každý z uživatelů - nepřilíživé uživatelské prostředí. Právě zde vězí (vedle problémů zmíněných na více místech práce) nástraha při používání systému řízení údržby strojů ve společnosti JC Interiors Czecha s.r.o. Uživatelé Profylaxu jsou pracovníci údržby, kteří nemusí mít k záležitostem digitálním příliš vřelý vztah. Na jejich pečlivosti a bezchybnosti při vyplňování údajů do databáze však většina výhod „digitalizované údržby“ stojí. Je jim proto potřeba práci s programem co nejvíce zpříjemnit, neboť co není v Profylaxu, jako by se nestalo. Některé z kroků navržených v 6. kapitole k tomuto zpříjemnění mohou dopomoci. Teprve až bude databáze kompletní, až budou zaznamenávány všechny související zkušenosti a až bude Profylax centrem shromažďujícím všechny informace týkající se údržby, bude jeho implementace kompletní.

Seznam použité literatury

- BAGADIA, K. *Změňte údržbu pomocí CMMS na ziskové centrum* [online]. 2009. [cit. 19. 4. 2015]. Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/zmente-udrzbu-pomoci-cmms-na-ziskove-centrum/>.
- CZECHINVEST. *Společnost Johnson Controls zahájí v roce 2012 výrobu v průmyslové zóně Triangle* [online]. 2011. [cit. 27. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.czechinvest.org/spolecnost-johnson-controls-zahaji-v-roce-2012-vyrobu-v-prumyslove-zone-triangle>.
- ČTK. *Rozhodnuto: Johnson Controls získá dotaci na výrobu autodílů u Žatce* [online]. 2013. [cit. 27. 2. 2015]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/rozhodnuto-johnson-controls-ziska-dotaci-na-vyrobu-autodilu-u-zatce-1031389>.
- EN 15341. *Maintenance – Maintenance Key Performance Indicators*. Brusel: Comité Européen de Normalisation, 2007.
- INSTRUMENTATION TESTING ASSOCIATION. *Instrumentation, Control & Automation Staffing: Maintenance Benchmarking Study*. Detroit: Instrumentation Testing Association, 1999. ISBN 978-1583460023.
- JC INTERIORS CZECHIA S.R.O. *Zpráva nezávislého auditora a účetní závěrka* [online]. 2011. [cit. 23. 3. 2015]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=705fc67cbc0f490db51b72254b8d85c2>.
- JC INTERIORS CZECHIA S.R.O. *Zpráva nezávislého auditora a účetní závěrka* [online]. 2013. [cit. 23. 3. 2015]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=8b9974f8304c48aa837fbd88b452b03f>.
- JC INTERIORS CZECHIA S.R.O. *Zpráva nezávislého auditora a účetní závěrka* [online]. 2014. [cit. 23. 3. 2015]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=746fa30c33094877806b14bb4dbe4cab>.
- JOHNSON CONTROLS. *Johnson Controls Inc.* [online]. 2015. [cit. 27. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.johnsoncontrols.com/>.
- KAVAN, M. *Management Study Guide*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03444-5.
- KENNEDY, M. Computer-Assisted Maintenance. In: *American School & University*, vol. 84, no. 8, 2012, pp. 24–26. ISSN 0003-0945.

- KISTER, T. C. a B. HAWKINS. *Maintenance planning and scheduling: streamline your organization for a lean environment*. Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 978-075-0678-322.
- LEE, J., J. NI, D. DJURDJANOVIC, H. QIU a H. LIAO. Intelligent prognostics tools and e-maintenance. In: *Computers in Industry*, vol. 57, no. 6, 2006, pp. 476 – 489. ISSN 0166-3615. Dostupné též z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361506000522>.
- MCKONE, K. E., R. G. SCHROEDER a K. O. CUA. Total productive maintenance: a contextual view. In: *Journal of Operations Management*, vol. 17, no. 2, 1999, pp. 123 – 144. ISSN 0272-6963. Dostupné též z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696398000394>.
- MORE, W. J. a A. G. STARR. An intelligent maintenance system for continuous cost-based prioritisation of maintenance activities. In: *Computers in Industry*, vol. 57, no. 6, 2006, pp. 595 – 606. ISSN 0166-3615. Dostupné též z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361506000558>.
- MUŽÍKOVÁ, K. Rozhodování v údržbě s podporou informačního systému správy majetku a řízení údržby. In: *Údržba*, vol. 14, no. 3, 2014, pp. 10 – 12. ISSN 1336-2763.
- PALMER, D. *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2006. ISBN 00-715-0155-X.
- PLANT MAINTENANCE RESOURCE CENTER. *CMMS Implementation Survey Results* [online]. 2004. [cit. 4. 3. 2015]. Dostupné z: http://www.plant-maintenance.com/articles/CMMS_survey_2004.shtml.
- POŠTA, J. *Diagnostické metody – základ preventivní údržby podle technického stavu* [online]. 2012. [cit. 8. 3. 2015]. Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/diagnosticke-metody-zaklad-preventivni-udrzby-podle-technickeho-stavu/>.
- PŘIBYL, S. *Prediktivní údržba - cesta ke snížení nákladů* [online]. 2012. [cit. 8. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/prediktivni-udrzba-cesta-ke-snizeni-nakladu.html/>.
- ROETHER, M. *Abeceda prediktivní údržby* [online]. 2008. [cit. 8. 3. 2015]. Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/abeceda-prediktivni-udrzby/>.
- SAHOO, T. a J. LIYANAGE. Computerized Maintenance Management Systems For Effective Plant Performance. In: *Chemical Engineering*, vol. 115, no. 1, 2008, pp. 38 – 41. ISSN 0009-2460.

- SPEAKS, S. *Reliability and MTBF Overview* [online]. 2005. [cit. 13. 4. 2015]. Dostupné z: http://www.vicorpower.com/documents/quality/Rel_MTBF.pdf/.
- THE LOCAL GOVERNMENT & MUNICIPAL KNOWLEDGE BASE. *Maintenance - LGAM Knowledge Base* [online]. 2015. [cit. 4. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.lgam.info/maintenance>.
- ÚSTECKÝ KRAJ. *JC Interiors Czechia s.r.o.* [online]. 2015. [cit. 27. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.triangle-city.cz/cs/jc-interiors-czechia-s-r-o>.
- WIREMAN, T. *Zeštíhlení údržby umožňuje úspory a eliminuje neziskové činnosti* [online]. 2009. [cit. 7. 3. 2015]. Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artikyly/artykul/article/zestihleni-udrzby-umoznuje-uspory-a-eliminuje-neziskove-cinnosti/>.
- ŽILKA, M. *Strategie systému údržby ve strojírenském podniku*. Praha: ČVUT, 2013. Disertační práce. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav řízení a ekonomiky podniku.

Seznam obrázků

1	Vstupy a výstupy údržby v kontextu výroby a celého podniku . . .	13
2	Důsledek snížení přímých nákladů na údržbu (hypotetický případ)	14
3	Vývoj počtu zaměstnanců od otevření závodu po konec roku 2015 (predikce)	31
4	Proces implementace systému	34
5	Číselník profesí	42
6	Číselník typů oprav	43
7	Číselník typů prostožů	44
8	Číselník rizik	44
9	Karta stroje/nástroje	46
10	Karta stroje/nástroje - záložka Dokumenty	46
11	Číselník materiálu - záložka Karta	47
12	Číselník materiálu	48
13	Karta stroje/nástroje - záložka Díly	48
14	Karta stroje/nástroje - záložka Nest. údržby	50
15	Plán údržeb/odstávek	52
16	Hlášení	53
17	Vyplněný pracovní příkaz preventivní údržby	54
18	Provedené údržby - záložka Detail	55
19	Proces zpracování preventivních údržeb	56
20	Proces zpracování nahlášených poruch	57
21	Schéma procesu příjmu nového materiálu	61
22	Schéma procesu při odebírání materiálu ze skladu	64

23	MTBF pro vybrané stroje	68
24	MTBF pro vybrané stroje - meziměsíční porovnání	69
25	MTTR pro vybrané stroje	70
26	MTTR pro vybrané stroje - meziměsíční porovnání	70
27	Podíl proaktivních a reaktivních údržeb na celkovém trvání zásahů	72
28	Počet proaktivních a reaktivních zásahů	74
29	Průměrné trvání proaktivních a reaktivních zásahů	74

Seznam tabulek

1	Neúplný přehled technologií a jejich dodavatelů ve společnosti . . .	32
2	Vybrané rozvahové ukazatele společnosti	32
3	Vybrané ukazatele výkazu zisku a ztrát	33
4	Předpokládané náklady pěti let provozu systému.	38
5	Pohotovost zařízení a další ukazatele	71
6	Počty, délky zásahů a prostojů reaktivních a proaktivních oprav .	72