

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta strojní

Ústav řízení a ekonomiky podniku

**Zmapování a zefektivnění údržbářských procesů
ve společnosti**

(Mapping and Streamlining of Maintenance
Processes in LINET)

Autor: Bc. Ondřej Sobek

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

Akademický rok: 2016/2017

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. 121/2000sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Ondřej Sobek

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Miroslavu Žilkovi, Ph.D. za cenné rady při zpracování této diplomové práce a také za možnost zprostředkování vypracování této práce. Také bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům ve společnosti Linet, kteří mi umožnili přístup k měření a datům, bez kterých by nebylo možné tuto práci vypracovat.

Název práce: Zmapování a zefektivnění údržbářských procesů ve společnosti

Autor: Ondřej Sobek

Obor: Řízení a ekonomika podniku

Studijní program: Strojní Inženýrství

Druh práce: Diplomová práce

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

Abstrakt: Diplomová práce se týká údržby strojních zařízení. Údržba je důležitou součástí všech podniků, i když často dochází k jejímu podceňování, což má za následek snížení spolehlivosti strojů. Hlavní cíl této práce je zmapování vybraných údržbářských procesů ve společnosti Linet s r.o. a následná analýza těchto procesů, s podáním návrhů na zefektivnění a standardizaci procesů údržby. Dále se tato práce zabývá rešerší vybraných poznatků k tématu údržby a také analýzy současného stavu údržby ve společnosti Linet s r.o. Výsledky této práce slouží jako vodítka pro pochopení nedostatků, které v současné době systém údržby ve společnosti má a také návrhy pro jejich odstranění.

klíčová slova: Údržba, preventivní údržba, optimalizace, standardizace, zefektivnění

Title: Mapping and Streamlining of Maintenance Processes in LINET

Author: Ondřej Sobek

Abstract: This master thesis is about maintenance of machinery. Maintenance is important part of all production plants, but is often underestimated, which leads to decreasing rate of reliability of machinery. Main goal of this thesis is mapping of selected maintenance processes in Linet company and analysis of these processes, followed by proposal of streamlining and new standards in process of maintenance. Other goals of this thesis are research of chosen known findings in the field of maintenance and analysis of current status of maintenance in Linet company. Results of this thesis may be a clue for understanding of insufficiency in process of maintenance in Linet company and proposal for elimination of these problems.

Keywords: Maintenance, preventive maintenance, optimization, standardization, streamlining

ÚVOD	8
1. Informace o společnosti Linet spol. s r.o.	10
1.1. Základní údaje o společnosti.....	10
1.2. Historie a současnost společnosti.....	11
1.3. Organizační schéma společnosti.....	12
1.4. Portfolio produktů	12
1.5. Certifikace.....	14
1.6. Počet zaměstnanců.....	15
1.6.1. Důležité finanční ukazatele	15
2. Teoretická východiska práce	16
2.1. Základní definice.....	16
2.2. Členění údržby	17
2.2.1. Reaktivní údržba	17
2.2.2. Preventivní údržba.....	17
2.2.3. Diagnostická údržba	18
2.2.4. Prediktivní údržba.....	20
2.3. Metodika údržby podle TPM.....	21
2.4. Vyhodnocování údržby	23
2.4.1. Hodnocení dle EN 15 341	23
2.4.2. Overall equipment effectiveness.....	26
2.4.3. Mean Time Between Failure	29
2.5. Počítačová podpora řízení údržby	31
2.6. Lidská chyba v údržbě.....	33
2.7. Vícekriteriální rozhodování.....	34
2.7.1. Stanovení váhy kritérii.....	35
2.7.2. Vyhodnocení vícekriteriálního rozhodování.....	36
Praktická část.....	37
3. Analýza systému řízení a plánování údržby ve společnosti Linet.....	37

3.1.	<i>Obecná charakteristika</i>	37
3.2.	<i>System údržeb ve společnosti Linet</i>	38
3.2.1.	<i>stupňovité a nestupňovité údržby</i>	38
3.3.	<i>Oprava poruchy</i>	41
3.4.	<i>Autonomní údržba obsluhy strojů</i>	42
4.	Identifikace a výběr strojů pro řešení DP	43
4.1.1.	<i>Definice rozhodovacího problému</i>	43
4.1.2.	<i>Výběr hodnotících kritérií</i>	43
4.1.3.	<i>Bodovací metoda</i>	44
4.1.4.	<i>Metoda preferenčního pořadí</i>	45
4.2.	<i>Hodnoty jednotlivých kritérií</i>	45
4.2.1.	<i>Parametry posuzovaných strojů</i>	46
4.3.	<i>Vyhodnocení variant rozhodovacího problému</i>	48
4.3.1.	<i>Bazická metoda</i>	48
4.3.2.	<i>Metoda lineárních dílčích funkcí utility</i>	51
4.4.	<i>Posouzení výsledků vícekriteriálního hodnocení a výběr strojů pro provedení měření preventivních údržeb</i>	54
4.4.1.	<i>Bazická metoda</i>	54
4.4.2.	<i>Metoda Lineárních funkcí dílčích utilit</i>	55
5.	Zmapování vybraných údržbářských procesů	57
5.1.	<i>Laser profilový – Adige LT 722 D</i>	58
5.2.	<i>NordsonColor Max 3- Lakovací kabina</i>	62
5.3.	<i>NordsonMicro 17 Max – ruční lakovací kabina</i>	63
5.4.	<i>Pila – Adige TS 71</i>	64
5.5.	<i>Adige ST 660 – podavač</i>	66
	66	
6.	Návrhy na zlepšení a standardizace údržbářský procesů ve společnosti Linet	68
6.1.	<i>Zefektivnění pro pracovníky údržby a obsluhy strojů</i>	68

6.1.1. Standart pro uklizení pracoviště a dostupnost pro provedení preventivní údržby	68
6.1.2. Racionalizace bodů preventivní údržby.....	70
6.1.3. Převedení některých bodů z preventivních údržeb na údržbu obsluhy stroje	71
6.1.4. Standart pro ukládání nářadí a přístrojů pro měření preventivní údržby.....	71
6.1.5. Karta bezpečnostních prvků a údržba stroje.....	72
6.2. <i>Návrhy zlepšení pro vedení společnosti.....</i>	73
6.2.1. Nedostatečná a nekompletní databáze v programu profylax.....	73
6.2.2. Standardizování doby provádění jednotlivých preventivních údržeb.....	76
6.3. <i>Aktualizovaný formulář pro provádění preventivních údržeb</i>	78
6.4. <i>Metodika hledání nových standardů v oblasti údržby.....</i>	80
ZÁVĚR.....	82
Použitá literatura	83
Seznam obrázků.....	84
<i>Seznam tabulek.....</i>	85

ÚVOD

Údržba je nedílnou součástí každého výrobního podniku, a proto je důležité, aby byla prováděna maximálně efektivně, i když je běžné, že výrobní podniky berou údržbu pouze jako podpůrnou činnost a plně si neuvědomují dopady, které na celý výrobní proces má její zanedbání.

Známým faktem je, že údržba spotřebovává zdroje společnosti, jedná se buď o zdroje lidské a také zdroje finanční. Mezi finanční zdroje, které údržba spotřebovává jsou mzdy zaměstnanců údržby, náklady na náhradní díly a také prostoje, které porucha stroje způsobí. Některé náklady údržby lze lehce identifikovat, jiné mohou být značně problematické a pro jejich kvantifikaci je zapotřebí mít řádně vyplněné důležité údaje týkající se například ceny prostojů, doba prostoje apod.

Podnětem pro vypracování této práce byla nabídka ze společnosti Linet s r.o., která se potýkala s určitými problémy v oblasti řízení údržby. Hlavními problémy v rámci řízení údržby, které jsem po konzultaci s vedením společnosti identifikoval, je nutnost zjištění skutečné časové spotřeby jednotlivých preventivních údržeb a také nejistotu, zda se dané údržbářské procesy provádějí řádně a bez chyb.

Společnost využívá program na podporu údržbářských procesů CMMS (Computerized maintenance management system) Profylax, který slouží pro plánování preventivních údržeb a také pro ohlašování poruch a závad strojů a zařízení. Právě identifikace a analýza důležitých dat v systému Profylax, bude klíčovým předpokladem pro vypracování této práce.

Po konzultaci ohledně zadání práce ve společnosti a také s vedoucím mé práce jsme dospěli k názoru, že bude zapotřebí změřit vybrané údržbářské procesy a následně v nich nalézt problematické úseky a také analyzovat další nedostatky údržby, které v průběhu zpracování práce naleznou.

Výsledkem této práce mají být návrhy a nové standardy, které pomohou vedení společnosti Linet s r.o. k zefektivnění údržbářských procesů.

Cíle diplomové práce

Zefektivnění a zmapování údržbářských procesů ve společnosti Linet jsou hlavním cílem této práce. Aby toho bylo možno dosáhnout, je zapotřebí práci rozdělit na dílčí cíle, které jsou následující:

- Zjištění teoretických znalostí potřebných pro aplikaci na praktickou část této práce.
- Popsání a analyzování současného stavu řízení a plánování údržby ve společnosti Linet.
- Identifikace a především výběr strojů, které budou součástí zmapování údržbářských procesů
- Samotné zmapování vybraných strojů a následné popsání problémů, které byly při měření objeveny
- Jednak na základě měření a také z dalších informací popsání návrhů a standardů, které problémy nalezené při měření redukují, případně eliminují.

Nejprve, abych dokázal uskutečnit cíle této práce, musím najít a popsat metody v oblasti řízení údržby. Tyto poznatky shrnu v první kapitole. Následně je zapotřebí ve druhé kapitole seznámit a analyzovat systém řízení a plánování údržby ve společnosti Linet. Třetí kapitola se má zabývat identifikací a výběrem strojů, pro které musím najít vhodný manažerský nástroj výběru. U těchto vybraných strojů je zapotřebí ve čtvrté kapitole provést zmapování údržbářských procesů a popsat problematické úseky. Další kapitola se pak bude zabývat řešením daných problémů a návrhy na jejich eliminaci. V poslední kapitola uzavře tuto práci závěrečnými doporučeními pro management společnosti Linet.

1. Informace o společnosti Linet spol. s r.o.

1.1. Základní údaje o společnosti

- **Obchodní firma**
Linet spol. s r.o
- **Sídlo**
Želevčice 5, 274 01 Slaný
- **Identifikační číslo**
IČO 00507
- **DIČ**
DIČ CZ00507814
- **Registrace**
Obchodní rejstřík vedený městským soudem v Praze, oddíl C
- **Datum zápisu**
3.9.1990
- **Právní forma**
Společnost s ručením omezeným
- **Předmět podnikání**
 - Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona (Výroba zdravotnických prostředků, Pronájem a půjčování věcí movitých, Výzkum a vývoj v oblasti přírodních a technických věd)
 - Péče o dítě do 3 let věku v denním režimu
 - Poskytování nebo zprostředkování spotřebitelského úvěru

1.2. Historie a současnost společnosti



Obrázek 1 Logo společnosti Linet s r.o

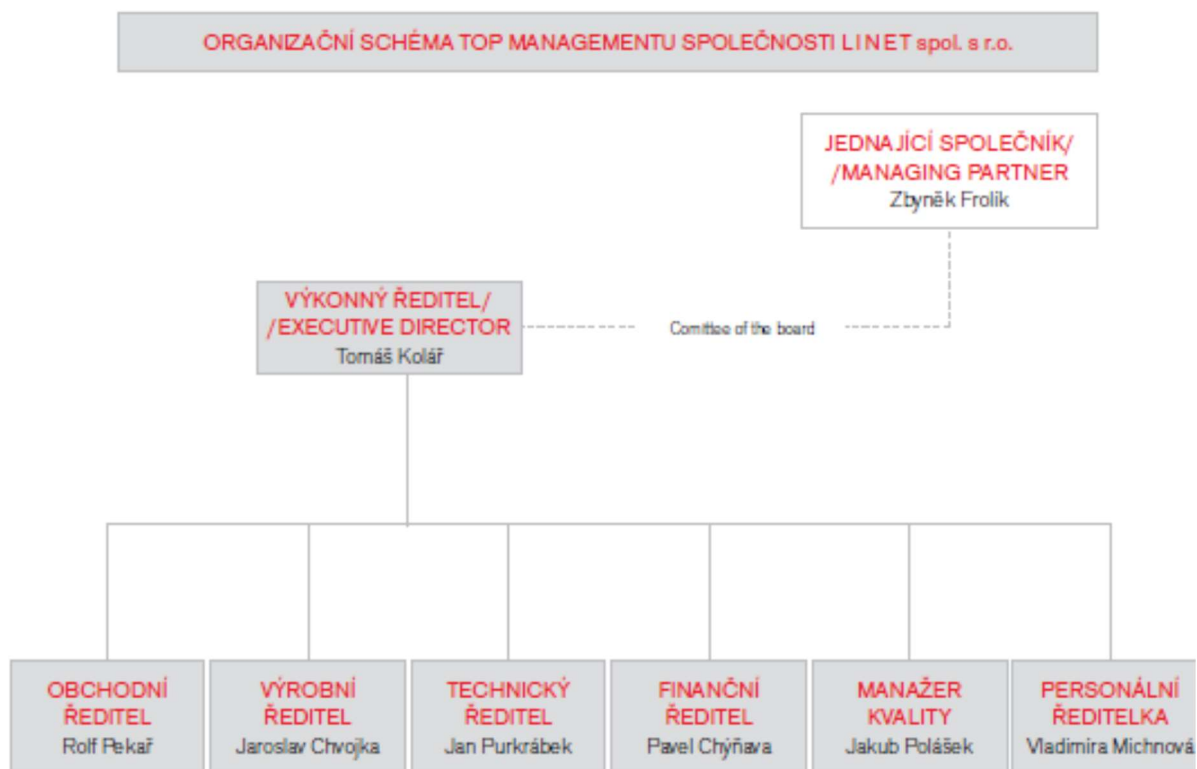
Historie

Společnost Linet byla v ČR založena v roce 1990. Zakladatelé společnosti vycházeli ze zkušeností, které získali v koncernu, jehož praxe sahá k roku 1952 v továrně Wissner v Německu. Přelomový byl rok 1994, kdy společnost zařídila a vybavila své vlastní výzkumné pracoviště. Následující rok po této události byla uvedena na trh nová řada univerzálních lůžek s názvem DECIMA. V následujících letech se společnost rozrůstala a v roce 1998 překročila roční výroba 10 000 lůžek. Následujícího roku byl vyvinut nový produkt, a to sloupová jednotka k lůžku řady ELEGANZA a MULTICARE. Následuje prudký růst zemí, do kterých společnost své produkty prodává a to na 55 států v roce 2003. Také v tomto roce dojde k otevření nového závodu na výrobu lůžek s kapacitou 60 000 lůžek ročně. V roce 2004 dochází k uzavření aliance a získání podílu největšího španělského výrobce zdravotnického vybavení Flex. Pomocí této joint venture Linet-Flex, společnost DesantFlex, je největším dodavatelem nemocničních lůžek ve Španělsku. V tomto roce byla zahájena činnost dceřiné společnosti Linet France. Další dceřinou společností, která po dvou letech založena byla Linet Far East, se sídlem v Pekingu.

Současnost

V současné době patří společnost Linet mezi TOP 4 největších a nejvýznamnějších výrobců nemocničních lůžek. Firma disponuje vysokou dynamikou růstu, což se projevuje zvýšenou výrobou o 25,4 %, čímž společnost dosáhla v roce 2015/2016 prodeje 49 889 lůžek. Tento rok také došlo k výstavbě nové výrobní haly v areálu Slaný-Sever Park. Tato výrobní hala má rozlohu 4000 m² a je napojena na logistickou halu, která byla dokončena v přecházejícím roce. Nová výrobní hala slouží k výrobě železných dílů lůžek včetně nové lakovací linky.

1.3. Organizační schéma společnosti



Obrázek 2 organizační schéma společnosti Linet s r.o.¹

1.4. Portfolio produktů

Jak již bylo popsáno výše u historie společnosti, hlavními produkty jsou nemocniční lůžka a jejich příslušenství. Zde uvádím podrobnější členění produktu společnosti

- **Univerzální lůžka**



- **Lůžka pro akutní péči**



- **Pečovatelská lůžka**



¹ Převzato z výroční zprávy společnosti Linet 2015/2016

- Dětská lůžka



- Stolky a servery k lůžkům



- Transportní křesla



- Sedací nábytek

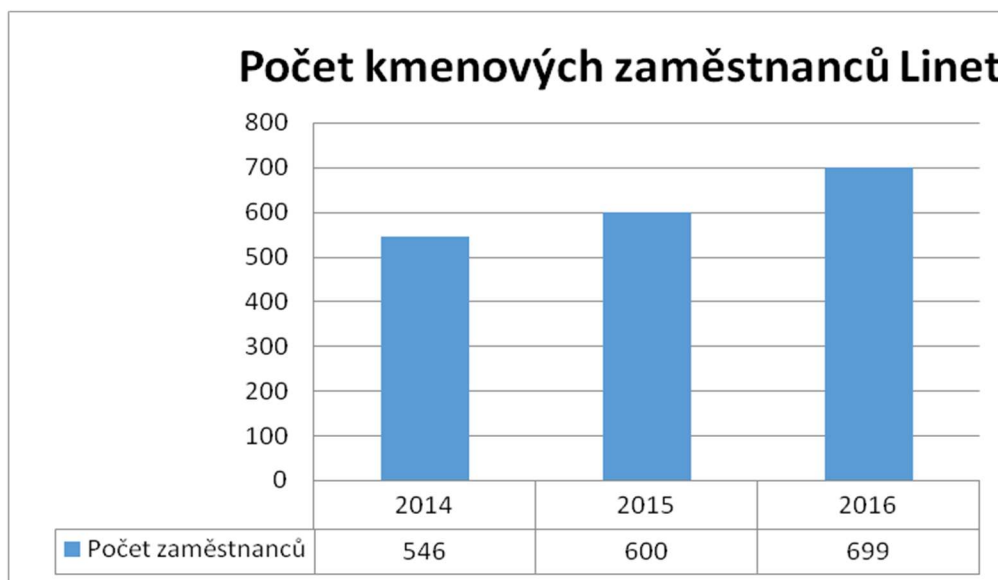


- Aktivní antidekubitní systémy



1.6. Počet zaměstnanců

Na následujícím grafu je znázorněn počet zaměstnanců společnosti Linet v předchozích třech letech. Jedná se o kmenové zaměstnance. Společnost také zaměstnává agenturní zaměstnance, které v této statistice nejsou zahrnuti. Údaje byly čerpány, z výročních zpráv společnosti Linet.



Obrázek 4 Vývoj počtu zaměstnanců ve společnosti Linet

1.6.1. Důležité finanční ukazatele

V následujících tabulkách můžete vidět důležité finanční ukazatele, informace jsem čerpal z pravidelných výročních zpráv společnosti Linet:

	2014[tis Kč]	2015[tis Kč]	2016[tis Kč]
Aktiva	2 859 178	3 599 629	3 891 063
Vlastní kapitál	1 443 679	1 761 937	521 872
Cizí zdroje	1 403 965	1 832 402	3 362 815
Tržby	2 306 322	2 617 551	3 334 348
Osobní náklady	324 683	368 090	412 308
Odpisy	69 501	71 832	83 787
EBIT	462 710	461 590	218 946
Čistý zisk	327 484	432 038	170 704

Tabulka 1 vybrané finanční ukazatele společnosti

Zde jsem vybrány některé finanční poměrové ukazatel ve společnosti.

	2014[%]	2015[%]	2016[%]
Obrátkovost aktiv	81	73	86
Rentabilita aktiv	16	13	6
Rentabilita tržeb	20,1	17,6	6,6
Podíl cizích zdrojů	49,1	50,9	86,4
Krytí dlouhodobých aktiv vlastníkem kapitálem	95	78,2	22,6
Podíl osobních nákladů k tržbám	14,1	14,1	12,4

Tabulka 2 poměrové ukazatel společnosti Linet s r.o.

2. Teoretická východiska práce

2.1. Základní definice

Jak už bylo řečeno v úvodu této diplomové práce, údržba je nedílnou a důležitou součástí ve všech podnicích a je důležité, aby byla prováděna kvalitně a efektivně. Literatura uvádí mnoho definic údržby a já z ní vyberu následující **tři definice**.

Literatura [1] uvádí údržbu jako:

*"Obnovovací proces, jehož smyslem je systematické odstraňování důsledků fyzického, případně i ekonomického opotřebení jednotlivých prvků i celého systému zařízení, k němuž dochází v důsledku jeho využívání ve výrobním procesu při vynakládání optimálních nákladů"*²

Dále literatura [2] odkazuje na normu ČSN EN 13 306:2002, která definuje údržbu následujícím způsobem:

"Údržba je kombinace všech technických, administrativních a manažerských činností během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci."

² Věra Voštová, František Helebrant, Karel Jeřábek. Provoz a údržba strojů II. část Údržba strojů str. 4

Třetí a poslední definici přejímám z literatury [3] a její překlad je následující:

"Všechny činnosti potřebné k zachování předmětu/části/vybavení nebo jejího obnovení do výchozího stavu"³

Ze všech třech definic jde vydedukovat patřičné závěry, a to je především, že údržba je činnost, která odpovídá za zachování zařízení v provozuschopném stavu s ohledem na náklady, které musí být optimalizovány. Je tedy patrné, že s hlediskem na optimalizaci nákladů, je zapotřebí rozhodnout, zda je daná údržba při daných ekonomických nákladech výhodná, případně zda není lepší investovat do pořízení nového zařízení.

2.2. Členění údržby

V současné době můžeme nalézt několik druhů členění údržby. Já se zaměřil na následující čtyři údržby, které podrobně popíši. Je zřejmé, že nelze vyjít pouze s jedním konceptem údržby, je nutné kombinovat více druhů údržeb ideálním způsobem je zapojit všechny.

2.2.1. Reaktivní údržba

Prvním a nejstarším druhem údržby, se kterým se můžeme setkat je údržba reaktivní. Její princip spočívá v provedení údržby, až když nastane porucha nebo havárie. Je patrné, že tento systém by byl sám o sobě neefektivní, jelikož tato koncepce znemožňuje jakékoliv systematické řešení problému. Stejně tak nemůže při tomto konceptu vědět, jak velké kapacity na údržbu musíme alokovat, proto je častým jevem, že společnosti, které nemají systém preventivních oprav zpravidla zaměstnávají nadbytečné množství pracovníků

2.2.2. Preventivní údržba

Dalším způsobem řešení údržby je preventivní údržba. Je patrné, že reaktivní údržbu je možné zavést pouze u levných strojů a také u strojů, které nemají v případě poruchy za následek přerušení výrobního toku. U preventivních údržeb vycházíme z plánu údržeb, které jsou stanoveny v pravidelném intervalu, ve kterém se budou provádět.

Pro stanovení návodů na údržbu se vychází především z údržbářských procesů, které jsou stanoveny přímo výrobcem daného stroje. U těchto návodů se občas stává, že jsou tyto

³ B.S. Dhillon, Ph.d - Engineering Maintenance a Modern Approach str.15 - Překlad autora

postupy zbytečně komplikované, případně je interval provádění údržby zbytečně naddimenzován, aby výrobci strojů nemuseli řešit poruchy v záruční době stroje.

Proto je řešením tohoto problému zavedení systému vícestupňových preventivních údržeb. Princip stupňovité preventivní údržby je následující: „: vyšší stupeň údržby zahrnuje i úkony nižšího stupně“⁴. Je tedy patrné, že je důležité specifikovat jednotlivé části údržby a přiřadit je do jednotlivých stupňů údržeb, aby byly ušetřeny zdroje z důvodů zbytečného opakování jednotlivých druhů údržeb.

2.2.3. Diagnostická údržba

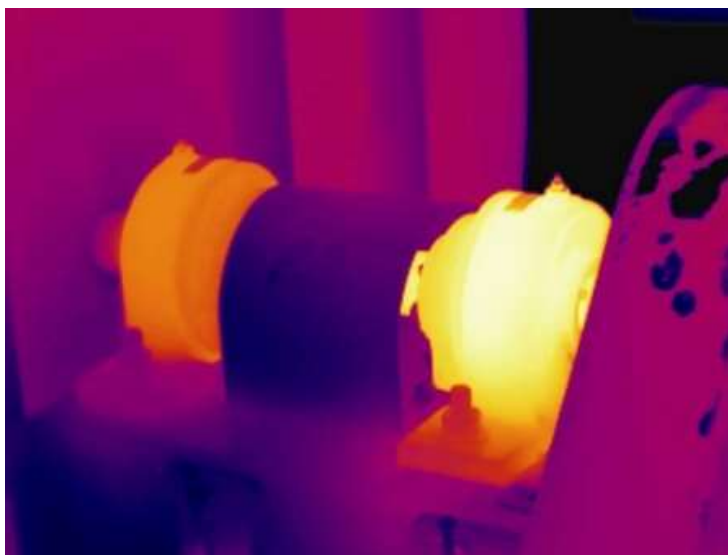
Tento druhu údržby využívá diagnostikování výrobních zařízení pomocí diagnostických přístrojů. Pomocí diagnostiky můžeme zjistit problémová místa na stroji, ještě před jejich poroucháním, přičemž nemusíme vynakládat tolik zdrojů jako v případě preventivní údržby, kdy dané body údržby provádíme, i když nejsou vůbec zapotřebí.

Metody diagnostické údržby

Zdroj [5] uvádí několik metod diagnostické údržby, jedná se o:

- **Defektoskopie** – Zde se snažíme najít trhliny v materiálu. Jedna z metod je kapilární metoda, kdy po nanesení tenké vrstvy kapaliny, můžeme vidět trhliny na povrchu materiálu. Dále se může použít magnetická metoda kdy trhliny v materiálu způsobí změnu rozložení magnetického pole v místě vady.
- **Vibrodiagnostika** – Zvýšené vibrace mohou být projevem mechanické závady. Pokud se vibrace odchylují od stanoveného normálního stavu, lze vyvozovat závěry v problému nevyváženosti, nesouososti, ohnutých hřídelů, opotřebovaných ložisek apod.
- **Termodiagnostika** – Další možností diagnostické údržby je sledování teploty strojních součástí. V případě přetížení dochází k navýšení teploty například z důvodů navýšení elektrického odporu nebo mechanického tření.

⁴ Převzato z návodu – Jak začít pracovat s profylaxem str.5



Obrázek 5 přehřátí uložení ložiska⁵

- **Tribotechnická diagnostika** – Zde se jedná o zkoumání olejové náplně stroje. Olej se za provozu ve stroji dostává do kontaktu s částicemi materiálu uvolňovanými v průběhu opotřebení, a také s ostatními nečistotami zvenčí. Analýzou odebraného vzorku můžeme rozhodnout, zda je olej ještě v použitelném stavu, či je zapotřebí jeho výměna.

Výše popsané shrnutí je pouze orientační, metod diagnostické údržby je více druhů např., analýza kvality elektrické sítě, měření provozních parametrů. Je zřejmé, že diagnostická údržba sebou nese řadu kladů i záporů.

Mezi **výhody** patří:

- Zjištění reálného stavu posuzovaného stroje
- Možnost předejití velké havárie
- Úspora náhradních dílů a materiálu

Nevýhody jsou následující:

- Nákladnost pořízení diagnostických přístrojů
- Nutnost proškolení údržby
- Zajištění databáze informací, podle kterých je posuzován stav strojů

⁵ Obrázek převzat z <http://www.mmspektrum.com/clanek/prediktivni-udrzba-cesta-ke-snizeni-nakladu.html>

2.2.4. Prediktivní údržba

Jak už je patrné z názvu jedná se o údržbu, která je založena na predikci, tedy na předpovědi. Nejdůležitějším prvkem prediktivní údržby jsou data. Je důležité měřit a analyzovat následující údaje:

- Provozní data
- Data ze senzorů
- Produkční data
- Data o prostředí
- Data o údržbě

Po analyzování těchto dat zjistíme, zda je potřebná údržba provést nebo ne. Oproti preventivní údržbě tudíž údržba proběhne až po zjištění problému, čímž mohou být ušetřeny náklady. Prediktivní údržba je spjata s údržbou **diagnostickou**, kde právě získáváme část dat potřebných pro predikci.

Literatura [6] uvádí, že podle statistiky, která byla prováděna napříč USA, Kanadou, VB a Austrálií zavedení prediktivní údržby mělo za následek následující skutečnosti:

- Pokles nákladů údržby o 25-30 %
- Pokles počtu poruch o 70-75 %
- Snížení prostojů o 35-45 %
- Energetická úspora až 15%
- Prodloužení životnosti strojů
- Návratnost Investic do tří měsíců

Je patrné, že zjištění všech důležitých dat může být časově i ekonomicky náročné, proto je dle zdroje [6] aplikace této metody pouze tato metoda údržby bývá aplikována pouze u nejkritičtějších a nejdůležitějších strojů ve společnosti.

2.3. Metodika údržby podle TPM

V předešlé kapitole jsem popsal teoretické poznatky ohledně členění údržby. V praxi se používají komplexní systémy jako je **total productive maintenance**. Princip TPM spočívá v zapojení všech pracovníků v dílně k snížení ztrát způsobených v důsledku nehod, zmetků nebo zbytečných prostojů. Motem TPM je dle lit [3]:

„Chraň si svůj stroj a starej se o něj vlastníma rukama“⁶

Z motta je tedy patrné, že by se výrobní zaměstnanci měli starat o údržbu svého stroje a nenechávat údržbu pouze na pracovnících údržby.

Dle literatury [1] jsou pilíře následující:



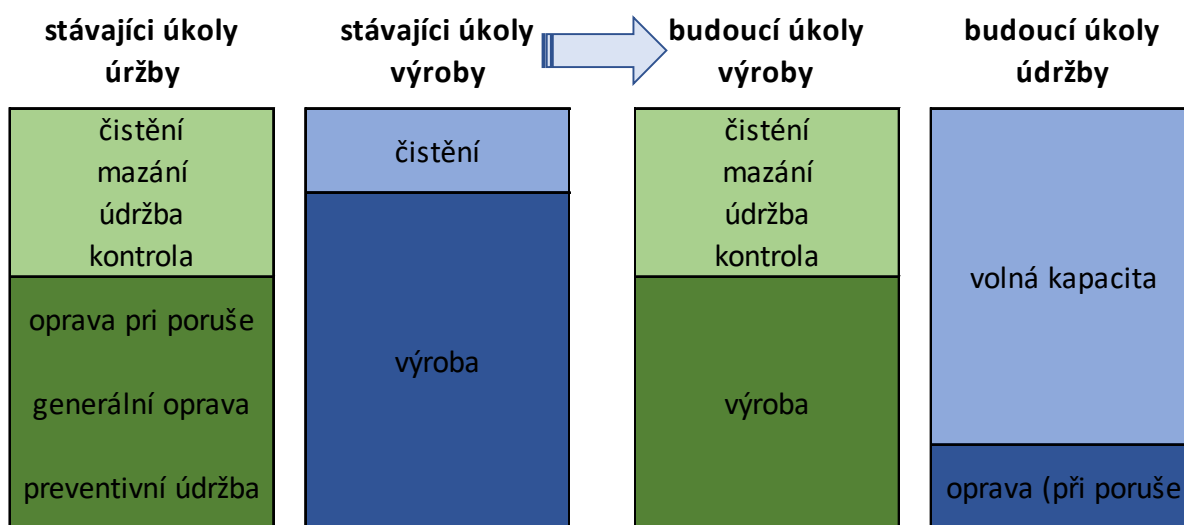
Obrázek 6 Základní pilíře TPM

Systém autonomní údržby

Principem tohoto pilíře je, že se přenesou odpovědnost za určité údržbářské práce na strojích z pracovníků údržby na pracovníky výroby. Tím se zajistí větší volná časová kapacita pracovníků údržby, kteří mohou tento čas využít na provádění preventivních údržeb, školení a opravám poruch. Koncept a přínosy implementace autonomní údržby je patrně vidět na následujícím obrázku

⁶ Jan Košťuriak, Zbyněk Frolík – Štíhlý a inovativní podnik str. 93

Implementace Autonomní údržby



Obrázek 7 Implementace autonomní údržby⁷

Systém plánovaných preventivních údržeb

Tento bod spočívá ve vytvoření kvalitního plánu systému preventivní údržby, který nahrazuje klasické reaktivní systémy řešení údržby. Aby byla navýšena kapacita na provádění těchto preventivních údržeb, je důležité, aby byla dobře zvládnuta autonomní údržba pracovníků výroby. Je také důležité v případě větších společností (které mají více strojů) implementovat systém pro řízení údržby **CMMS**.

Výchova a trénink

Zde se jedná o vytvoření systémů školení, kde se zaměstnancům poskytnou informace ohledně principů. Literatura [3] uvádí, že se jedná se o školení v oblastech jako je:

- Diagnostika
- Údržbářské dovednosti
- Řešení problémů a modelování workshopů
- Zlepšování procesů
- Techniky prediktivní údržby
- Sběr dat
- Zdravotní a bezpečnostní aspekty zařízení

⁷ Koncept převzat z diplomové práce Žilka (2006)

Malé pracovní týmy

Principem je důležitost vytváření malých pracovních týmů, aby byli členové těchto týmů motivováni k vytvoření vlastnického vztahu ke svým strojům. To znamená, že si všichni členové těchto týmů budou mít zodpovědnost za stav strojů a na zajištění perfektního stavu těchto strojů. Počítá se s tím, že členové budou podávat návrhy a doporučení ke zlepšení fungování svých svěřených strojů. Důležitým aspektem tohoto pilíře je také to, aby vrcholový management společnosti naslouchal a bral v potaz návrhy těchto malých pracovních týmů a v případě podnětných návrhů se zasadil o jejich realizaci

Zvyšování OEE

Zde se jedná především o identifikaci hlavních ztrát kapacity zařízení a následnou maximalizaci produktivního využití zařízení a eliminace všech druhů možných ztrát. Jedná se především o ztráty způsobené dostupností, využitím zařízení a kvalitou. Podrobnější popis a členění OEE je uveden v této práci jako kapitola 2.4.2.

2.4. Vyhodnocování údržby

Pro vyhodnocování údržby je celá řada ukazatelů a norem, které nyní podrobně popíši. K vyhodnocování můžou sloužit různé typy ukazatelů, které mohou pokrývat oblasti řízení údržby jako jsou ekonomické aspekty, organizační aspekty a technické aspekty

2.4.1. Hodnocení dle EN 15 341

Evropská norma 15 341 přiřazuje indikátory hodnocení údržby do třech kategorií, aby pokryly všechny aspekty údržby, jedná se o následující indikátory:

- a) Ekonomické indikátory
- b) Technické indikátory
- c) Organizační indikátory

Každý z těchto indikátorů je dále členěn na tři stupně. Každý nižší stupeň je podrobnějším členěním vyššího stupně. Všechny indikátory se vypočítají jako podíl dvou veličin. Dle normy [7] na výsledek jednotlivých indikátorů působí vnější a vnitřní faktory, které jsou následující

- **Vnější faktory** – jedná se o faktory jako jsou umístění, právní regulace, sektor podnikání, společenské faktory, cena práce

- **Vnitřní faktory** – Řadí se sem faktory jako jsou tržní situace, podniková kultura, Velikost podniku, stáří podniku, produktový mix

		Indikátorový stupeň		
		1. stupeň	2.stupeň	3.stupeň
Skupina indikátorů	Ekonomické indikátory	E1 - E6	E7-E14	E15-E24
	Technické indikátory	T1-T4	T5-T6	T7-T21
	Organizační indikátory	O1-O8	O9-O10	O11-O26

Tabulka 3 členění indikátorů dle EN 15341⁸

Nyní již popíšu vybrané indikátory z každé ze tří skupin členění.

Ekonomické indikátory

$$E1 = \frac{\text{Celková cena údržby}}{\text{Cena nahrazení zařízení}} \cdot 100 = [\%]$$

Indikátor E1 porovnává **celkovou cenu údržby**, mezi co se řadí například mzda zaměstnanců, náhradní díly, náradí a vybavení, školení spojené s údržbou, cena softwaru potřebného pro údržbu atd. **Cena nahrazení zařízení jsou** potřebné finance potřebné pro nahrazení stávajícího zařízení. Tato cena se bere jako odhad současných nákladů, potřebných pro nahrazení současného zařízení.

$$E8 = \frac{\text{Interní osobní náklady údržby}}{\text{Celková cena údržby}} \cdot 100 = [\%]$$

Indikátor E8 porovnává poměr mezi interními osobními náklady, mezi které se řadí mzda interních zaměstnanců údržby, kteří údržbu provádí a také nepřímého personálu ve společnosti, kteří jsou zařazeni pod údržbu

⁸ Překlad tabulky z norma EN 15 341 - str 5.

Technické ukazatele

$$T1 = \frac{\text{Celkový výrobní čas}}{\text{Celkový výrobní čas} + \text{Odstávka způsobená údržbou}} \cdot 100 = [\%]$$

Tento ukazatel porovnává **celkový výrobní čas** na daném zařízení s odstávkou způsobenou **všemi druhy údržeb**. Tento ukazatel tedy porovnává dostupnost stroje s ohledem na celkovou údržbu, tj. včetně pravidelných údržeb, odstávek, poruch.

$$T5 = \frac{\text{Celkový výrobní čas}}{\text{Celkový výrobní čas} + \text{Odstávka způsobená poruchou}} \cdot 100 = [\%]$$

Indikátor T5 nám říká dostupnost stroje pouze s ohledem na poruchy, které byly zaznamenány v daném časovém období

$$T6 = \frac{\text{Celkový výrobní čas}}{\text{Celkový výrobní čas} + \text{Odstávka způsobená pravidelnou plánovanou údržbou}} \cdot 100 = [\%]$$

Indikátor T6 nám udává dostupnost stroje s ohledem na plánované údržby, které byly prováděny v daném časovém období.

Organizační ukazatele

$$O1 = \frac{\text{Celkový počet interních zaměstnanců údržby}}{\text{Celkový počet interních zaměstnanců}} \cdot 100 = [\%]$$

Tento ukazatel dává přehled, ohledně počtu zaměstnanců údržby k celkovému počtu zaměstnanců

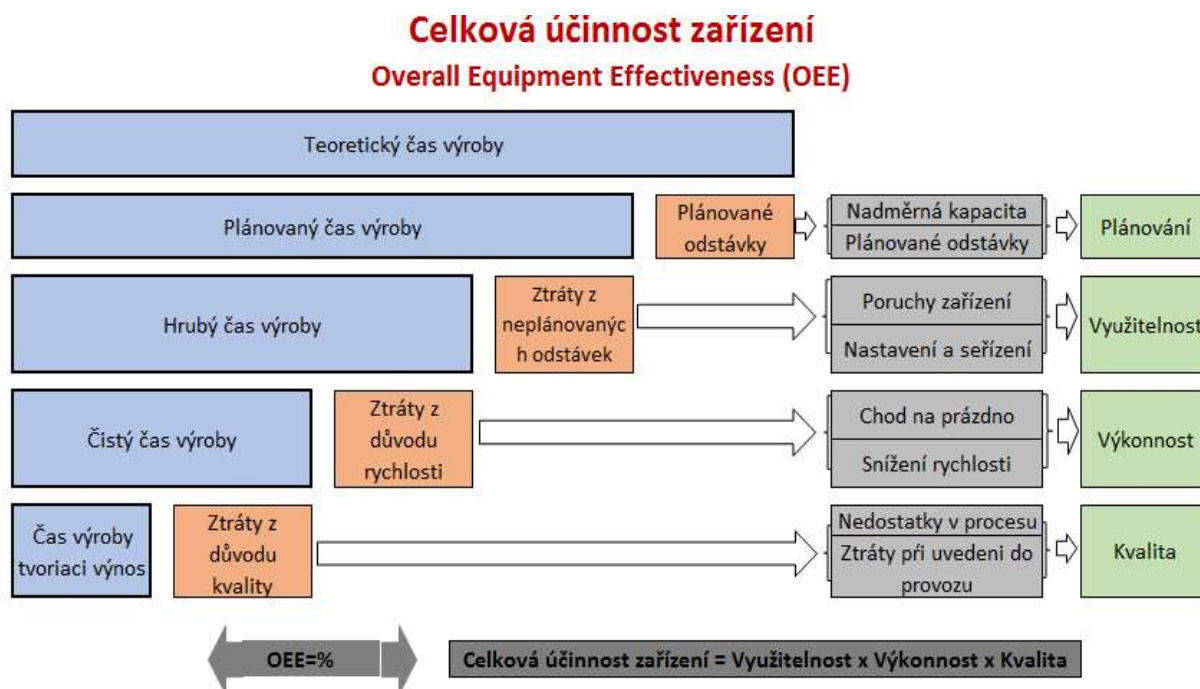
$$O5 = \frac{\text{Čas strávený plánovanými pravidelnými údržbami}}{\text{Celková časová kapacita údržby}} \cdot 100 = [\%]$$

Indikátor O5 nám říká, jakou část kapacity údržby zabírají pravidelné plánované údržby.

Je patrné, že indikátorů dle Normy EN 15 341 je velké množství, a to celkem **71 indikátorů**, mnou uvedené příklady dávají pouze základní přehled. Společnost může využívat velkého množství indikátorů podle svých potřeb.

2.4.2. Overall equipment effectiveness

Dalším ukazatelem, kterým může být údržba hodnocena je ukazatel **OEE** a je klíčovým ukazatelem výroby. V češtině bývá označován jako ČÚZ (Celková účinnost zařízení). Na následujícím obrázku je znázorněn členění ukazatele OEE



Obrázek 8 členění prvků OEE⁹

- **míra využití** (dostupnosti) - Jedná se o ztráty způsobené odstávkami, poruchami, nastavením a seřízením. Tento ukazatel je z hlediska údržby nejdůležitější, jelikož právě počítá s odstávkami jako jsou pravidelné údržby a poruchy.

$$\text{Míra využití} = \frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}} \cdot 100 = [\%]$$

- **míra výkonu** – V tomto ukazateli jsou započítány ztráty vlivem nevyužitých prostožů a menších přerušení a ztráty vlivem nízké rychlosti.

$$\text{Míra výkonu} = \frac{\text{Počet vyrobených kusů} \times \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prostoje}} \cdot 100 = [\%]$$

⁹ Koncept převzat od František Helebrand - Technická diagnostika a spolehlivost IV. Provoz a údržba strojů - strana 57

- **míra kvality** – zde jsou zohledňovány ztráty vlivem zmetků a předělávek a také ztráty při rozběhu výroby

$$\text{Míra kvality} = \frac{\text{Počet vyrobených kusů} - (\text{zmetka} + \text{vícepráce})}{\text{Počet vyrobených kusů}} \cdot 100 = [\%]$$

Celkovou hodnotu OEE dostaneme jako součin všech tří dílčích ukazatelů:

$$\text{OEE} = (\text{míra využití} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality}) \cdot 100 = [\%]$$

Vzorec pro OEE je také možno upravit dle lit [1] na následující tvar

$$\text{OEE} = \frac{\text{počet kvalitních výrobků} \times \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} \cdot 100 = [\%]$$

Je patrné, že OEE 100 % je ideální stav, který je v praxi prakticky nedosažitelný, avšak literatura [8] uvádí, že typické podniky dosahují OEE v rozmezí 40–60 % a podniky světové třídy dosahují hodnoty okolo **85 %**.

Dále také literatura [1] a [2] uvádí, že zlepšení OEE o **1 %** má za následek snížení nákladů na údržbu v rozmezí **5 - 20 %**, avšak [2] se přiklání k nižší hodnotě.

Hlavní druhy ztrát

Jak je patrné z předešlého odstavce dosažení maximálního OEE snižují ztráty ve třech kategoriích. Cílem každé společnosti by mělo být:

„Zpracovatelský průmysl musí maximalizovat efektivnost svého strojního vybavení, tím, že zajistí nejlepší možnou funkčnost a výkon. Celková efektivnost je zvýšena usilovnou eliminací všeho, co má sklon ji snižovat. Jinými slovy, maximalizace efektivnosti společnosti musí být zajištěna tím, že výrobní kondice společnosti bude na vrcholu a udržována v tomto stavu tím, že eliminuje nebo alespoň minimalizuje jakékoliv faktory jako je selhání, defekty nebo problémy, které mohou snižovat její výkon“¹⁰

Nyní uvedu 8 hlavních druhů ztrát, které uvádí literatura [13]:

¹⁰ SUZUKI, Tokutarō. *TPM in process industries* strana 22. – Překlad autora

Ztráty kvůli odstávce – Každá společnost má ztrátový čas, který vzniká díky pravidelné plánované odstávce, ve které probíhají údržba a servis zařízení. K minimalizaci ztrát kvůli odstávce vyžaduje přístup, ve kterém se snažíme tyto ztráty eliminovat tím, že zvýšíme efektivitu údržbářských prací těchto odstávek

Ztráty způsobené úpravou produkce – Tyto ztráty nastávají, když je zapotřebí upravit výrobní produkci společnosti, tím dojde k tomu, že určité strojní vybavení po dobu, než naběhne (nové kontrakty apod.) nová produkce nevyrábí. Tuto ztrátu může společnost minimalizovat tím, že si udrží silnou pozici na poli kvality, ceny, rychlosti doručení a pravidelně stimuluje poptávku tím, že vytváří nové produkty

Ztráty způsobené vybavením – Zde se jedná o ztráty způsobené tím, že vybavení ztratí svou specifickou funkci.

Procesní ztráty – Tyto ztráty jsou specifikovány jako časová ztráta způsobená odstávkou, kvůli externím faktorům jako jsou změna chemických a rozměrových vlastností materiálu a tím dojde k chybě. Také může jít o ztráty způsobené například ucpáním, úniky kapalin apod. které mohou mít za následek selhání zařízení. Tyto problémy můžou mít původ, jak ve vlastnostech zpracovaného materiálu, nebo ve skutečnostech jako je koroze, eroze apod.

Normální produkční ztráty – Tyto ztráty nastávají v důsledku snížení míry produkce v době, kdy výrobní zařízení nabíhá na pracovní parametry, nebo naopak, když se zařízení chystá k vypnutí.

Abnormální produkční ztráty – V případě, že zařízení nejede na svůj optimální výkon nastávají ztráty, které jsou právě způsobené rozdílem mezi produkcí, kterou by zařízení vyprodukovalo za normálních podmínek a produkcí kterou zařízení vykoná za neadekvátních podmínek

Ztráty způsobené zmetky – Tyto ztráty může způsobit mnoho faktorů. Některé mohou nastat, když jsou produkční podmínky špatně nastaveny, například kvůli chybě nástrojů nebo lidskou chybou operátora výroby. Jiné ztráty mohou být způsobeny externími faktory jako je problém s polotovary apod.

Recyklační ztráty – Tato ztráta je způsobena tím, že musíme opravit zmetky které nastaly ve výrobě. Tím, že znovu opravujeme zmetkový kus, narůstají znatelné ztráty způsobené ztrátou času, materiálu a energie.

2.4.3. Mean Time Between Failure

Střední doba mezi poruchami je ukazatel, který se používá již 60 let. Za dobu od jeho zavedení vzniklo více jak 20 metod a postupů, pomocí kterých můžeme předpovědět dobu životnosti.

Nejprve je zapotřebí vysvětlit si některé pojmy potřebné pro pochopení MTBF.

literatura [9] definuje **spolehlivost** jako: "*Schopnost systému nebo jeho součástí vykonávat požadované funkce za daných podmínek pro určené časové období*"¹¹

Dále je zapotřebí porozumět definici **dostupnosti**, která je následující: Jedná se o úroveň, do které je zařízení nebo jeho součásti funkční a k dispozici v případě, že je vyžádáno jej použít.

Na první pohled jsou spolehlivost i dostupnost stejnými termíny, avšak rozdíl je značný. Literatura [9] říká: „*Vysoká dostupnost je většinou doprovázena vysokou spolehlivostí, ale oba termíny nelze zaměňovat*"¹² V případě **spolehlivosti** je správným vysvětlením pravděpodobnost, že dané zařízení bude po určený časový úsek pracovat bezporuchově. **Dostupnost** je vymezena spolehlivostí, avšak musíme brát v potaz také **obnovení** v případě poruch.

Nyní již popíšu postup, jakým dojde k výsledkům jednotlivých veličin:

Vzorec pro určení spolehlivosti je dle literatury [4] následující:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

kde:

R(t) ... spolehlivost v čase t

f(t) ... funkce hustoty poruchy v čase t

¹¹ Wendy Torell, Víctor Avelar - Střední doba mezi poruchami: vysvětlení a standardy - str.5

¹² Wendy Torell, Víctor Avelar – Střední doba mezi poruchami: vysvětlení a standardy - str.5

Následně je zapotřebí za funkci hustoty poruchy dosadit některé pravděpodobností rozdělení literatura [4] uvádí výpočet pro exponenciální rozdělení. Tudíž $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$
Po dosazení do $R(t)$ dostaneme:

$$R(t) = \int_t^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} dt$$

po z integrování dostaneme výsledek:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dalším důležitým údajem pro výpočet MTBF je míra rizika, případně **doba mezi poruchami** λ

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Po dosazení dostaneme:

$$\lambda(t) = \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \lambda$$

Nyní již můžeme vypočítat MTBF, který je definován:

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

Po dosazení funkce spolehlivosti $R(t)$ dostaneme následující funkci:

$$MTBF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt$$

Po z integrování je výsledek:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Abychom mohli vypočítat **dostupnost**, je zapotřebí nejprve také vypočítat střední dobu opravy MTTR (Mean time to repair). Ten definuje literatura [9] následujícím způsobem:

$$MTTR = \frac{\text{Celková doba oprav}}{\text{počet poruch za dané období}}$$

Následně je už možné vypočítat dostupnost zařízení, které je dle literatury [9] následující:

$$\text{Dostupnost} = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

2.5. Počítačová podpora řízení údržby

Vhodná počítačová podpora řízení údržby je základem pro zdárné evidování poruchu, plánování údržeb. Je zřejmé, že společnosti s větším počtem strojů a zařízení by bez počítačové podpory nedokázaly efektivně řídit a monitorovat procesy údržby.

Tyto problémy řeší právě **CMMS** (Computerized maintenance management system) Rozhodnutí pořídit CMMS do společnosti je důležitým literatury [10] toto k tomuto rozhodnutí uvádí následující citaci:

„Když je CMMS použit efektivně, může společnost dosáhnout zlepšení profitability pomocí efektivního využívání zdrojů, snížení ceny operací a snížením neplánovaných odstávek“¹³

Nyní popíši základní komponenty, které implementace CMMS přináší:

- **Evidence strojů** – Pomocí CMMS můžeme evidovat stroje ve společnosti a jejich základní informace, jako je například stáří stroje, cena prostoje, fotografie stroje
- **Evidence pracovníků údržby** – Můžeme evidovat pracovníky údržby a následně kontrolovat a efektivně plánovat čas pracovníků údržby.
- **Evidence pracovních postupů** – Pracovní postupy jednotlivých údržeb jsou také evidovány v systému a následně před provedením údržeb k dispozici

¹³ The 19 reasons to invest in a CMMS strana 2 – překlad autora

- **Kontrolování nákladů spojených s údržbou** – Můžeme sledovat náklady, které jsou spojeny s údržbou, tj. náklady za mzdy interní a externí, náklady za použitý materiál a v neposlední řadě náklady na údržbu
- **Nahlašování poruch a závad** – Možnost operátorům strojů nahlásit závadu do systému a následně je pak závada evidována v systému až do jejího zdárného opravení, tím pádem odpadá možnost, že se na danou závadu zapomene.
- **Evidence důležitých dokumentů** – Uchovávání důležitých dokumentů, jako jsou různé návody, postupů, výkresové dokumentace, faktur vzniklých v minulosti apod.
- **Seznam náhradních dílů** – Pomocí systému CMMS můžeme evidovat náhradní díly, a přiřadit je k jednotlivým strojům
- **Harmonogramy preventivních údržeb** – Možnost systematicky plánovat údržby jednotlivých strojů s ohledem na časovou dostupnost.
- **Analýza dat** – Možnost ze systému získat údaje o počtech poruch, nákladech spojených s nimi a další důležité analytické indikátory, které mohou být důležitým zdrojem informací o problémech spojených s jednotlivým stroji. Tyto informace mohou být cennými údaji na základě kterých může vedení společnosti učinit nezbytné kroky k jejich eliminaci.

Je patrné, že tyto komponenty přináší mnoho pozitiv jejich vyčíslení je dle literatury [10] následující:

- 15–20 % zvýšení produktivity údržby
- 15–25 % redukce poruch
- 20–40 % redukce přesčasů údržby
- 15-35 % snížení nákladů za výměnu dílů
- Až 35 % redukce náhradních dílů ve skladech
- Sleva 1,5 – 3 % na zásobách

Mezi nevýhody implementace CMMS může patřit:

- Možnost ztráty ochrany citlivých dat
- Možnost selhání výpočetní techniky
- V případě selhání systému, chybějící záloha ve formě papírových dokumentů

2.6. Lidská chyba v údržbě

V rámci praktické části této práce jsem při mapování vybraných údržbářských procesů našel chyby, které byly způsobeny lidským faktorem, právě proto jsem se rozhodl zpracovat tuto kapitolu, která pojednává o lidských chybách v údržbě a následcích, které pro provádění údržby mají.

Literatura [4] popisuje lidskou chybu jako:

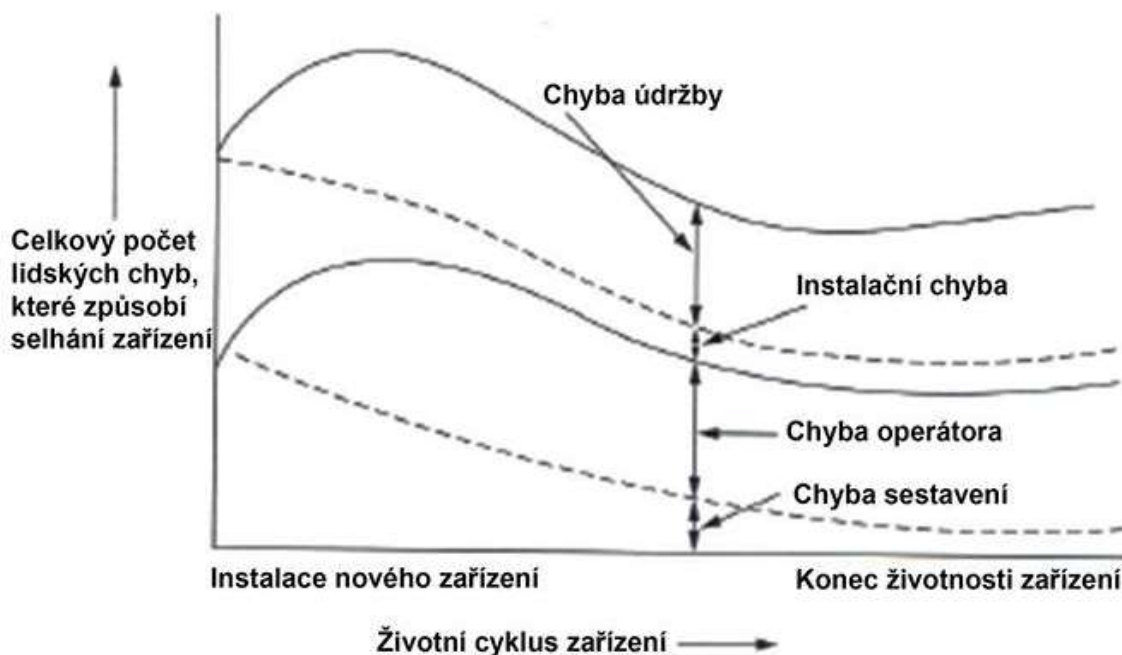
"Lidská chyby může být definována jako neschopnost učinit specifický úkol (nebo učinit zakázaný úkol), který může vést k narušení plánovaných operací nebo k poškození majetku a zařízení"¹⁴

Lidskou chybu může způsobit mnoho faktorů literatura [4] zmiňuje především následující faktory:

- **Špatně napsaný formulář údržby** – S tímto bodem jsem se setkal v praktické části této práce
- **Špatné pracovní prostředí** – Opět i tento bod byl příčinou časové ztráty, kterou jsem naměřil v praktické části této práce
- **Nevhodné pracovní pomůcky** – Zde se jedná například o špatné pracovní nástroje, díky kterým není možné provést údržbářské práce správně a v plném rozsahu.
- **Zastaralé manuály pro údržbu** – Neaktualizované a zastaralé formuláře údržby, které opomíjejí některé prvky, nebo části údržby.
- **Nedostatečný trénink a zkušenosti** – Společnost nevykládá dostatečné zdroje na zaškolení pracovníků údržby, nebo operátorů, kteří provádí údržbářské práce na svěřených strojích.

Na následujícím grafu je vidět, rozložení lidských chyb s hlediskem na životní cyklus zařízení, je patrné, že chyby údržby narůstá se stářím opravovaného zařízení.

¹⁴ B.S. Dhillon, Ph.d - Engineering Maintenance a Modern Approach str.124 - Překlad autora



Obrázek 9 Poměr lidských chyb v závislosti na životním cyklu zařízení¹⁵

Je důležité, aby se minimalizovaly ztráty způsobené lidskými chybami v údržbě, pro jejich minimalizaci navrhuje literatura [4] následující opatření:

- Ujistit se maximální možnou měrou, že pracovní standardy jsou dodržovány napříč všichni údržbářské operace
- Pravidelně kontrolovat pracovní dokumenty údržby a také pracovní procedury pracovníků údržby a ujistit se, že jsou realistické, konzistentní a přístupné.
- Opakovaně dohlížet na pracovní postupy pracovníků kvůli ujištění, že se neodchylují od stanovených standardů.
- Vyhodnotit schopnost kontrolních dokumentů pomoci pracovníkům údržby, k provedení rutinních operací

2.7. Vícekriteriální rozhodování

Manažerský nástroj vícekriteriálního rozhodování jsem použil v praktické části pro výběr strojů, které byli součástí mapování údržbářských procesů. Smysl vícekriteriálního rozhodování je, určit ze skupiny variant nejlepší variantu za předpokladu více hodnotících kritérií, které má každé jinou významnost. V této práci jsem použil vícekriteriální hodnocení, avšak postupoval jsem jiným způsobem, a to tak že jsem z hodnotících variant za stanovených

¹⁵ B.S. Dhillon, Ph.d - Engineering Maintenance a Modern Approach str.126 - Překlad autora

hodnotících kritérií vybral nejhorší varianty tzn. ty které mají nejvíce problémů z hlediska posuzovaných kritérií. Na následujících řádcích jsou popsány metody, které byly použity v praktické části této práce

2.7.1. Stanovení váhy kritérií

Literatura [11] uvádí, že jednou z nejdůležitějších částí hodnotícího procesu je správné stanovení váhy jednotlivých hodnotících kritérií. Váhy jednotlivých kritérií je vyšší, čím je dané kritérium významnější.

Existuje mnoho metod pro stanovení vah kritérií, já jsem v rámci praktické části používal **metody přímého stanovení vah kritérií**.

Metoda bodové stupnice

Každému hodnotícímu kritériu se přiřadí bodové ohodnocení, které má dáno hodnotící rozsah. Typickým rozsahem je rozmezí od 1–5 přičemž největší významnost má hodnota 5. Hodnotící stupnice může mít větší rozlišovací schopnost, a to tím že se rozhodneme zvolit širší rozsah (například 1–10). Dvě hodnotící kritéria mohou mít stejnou hodnotu. Následně se stanoví normovaná váha, která se vypočítá jako:

$$NV_i = \frac{V_i}{\sum_{x=1}^n V_x}, \quad i=1,2,\dots,n$$

Kde:

NV_i normovaná váha i-tého kritéria

V_i ... bodová hodnota i-tého kritéria

$$\sum_{x=1}^n V_x \dots \text{Suma bodů všech hodnotících kritérií}$$

Metoda preferenčního pořadí

Určení pořadí významnosti kritérií, probíhá přímo pomocí stanovení významnosti od nejvyššího po nejnižší. Přímá metoda je velice jednoduchá, v případě menšího souboru

hodnotících kritérií. V případě posuzování většího množství kritérií mohou nastat komplikace v tom, že je těžké posoudit, kolikrát je například předposlední kritérium důležitější než poslední. Metoda výpočtu normované váhy je stejná jako v případě bodové stupnice.

2.7.2. Vyhodnocení vícekriteriálního rozhodování

Metod pro vyhodnocování vícekriteriálního hodnocení je velká řada zde uvádím vybrané jednoduché metody, Výhodou těchto metod, je že se většinou hodí na vyhodnocování kritérií kvantitativního typu, a právě kritéria kvantitativního typu jsou všechny kritéria, která byla použita v praktické části této práce.

V následující tabulce jsou zaznamenány jednoduché metody pro hodnocení vícekriteriálního hodnocení a specifika jejich použití.

Metoda	Použití pro kritéria
Bazické varianty	Kvantitativní
Metoda lineárních funkcí dílčích utilit	kvantitativní
metoda přímého stanovení	kvantitativní i kvalitativní
váženého pořadí	kvalitativní

Tabulka 4 jednoduché metody hodnocení vícekriteriálního hodnocení

Výpočet pro stanovení celkového ohodnocení varianty je dle literatury [11] pro všechny jednoduché metody stejný.

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j = 1, 2, \dots, m$$

H^j Celkové ohodnocení j-té varianty

v_i váha i-tého kritéria

h_i^j dílčí ohodnocení varianty j

n počet kritérií hodnocení

m počet variant

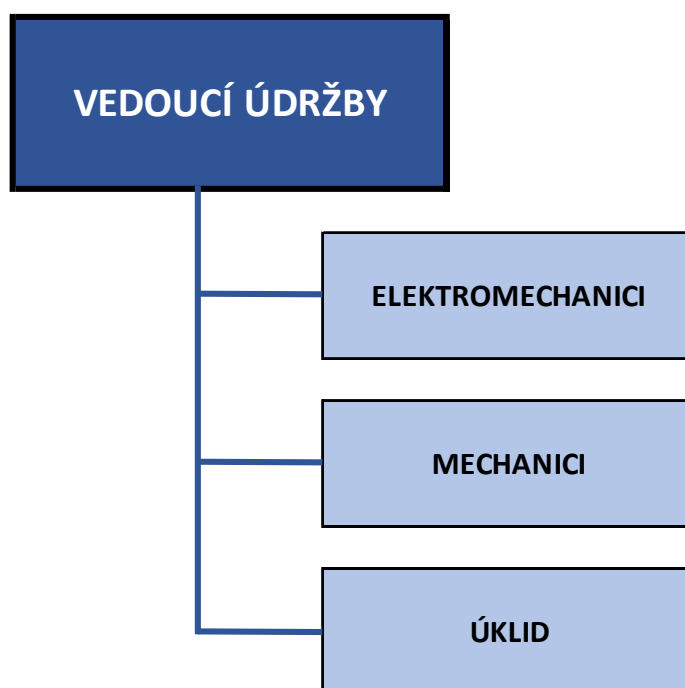
Praktická část

3. Analýza systému řízení a plánování údržby ve společnosti

Linet

3.1. Obecná charakteristika

Údržba je ve společnosti Linet zajišťována vlastními zdroji pomocí oddělení údržby. Na následující obrázku můžete vidět strukturu oddělení údržby.



Obrázek 10 Schéma organizační struktury oddělení údržby

Na následujícím obrázku také dále také uvádím podrobné členění jednotlivých profesí. Hodinové sazby pracovníků údržby jsou z důvodů zachování interních informací utajeny, avšak informace, kterou mohu poskytnout je, že všichni zaměstnanci jsou účtováni stejnou hodinovou sazbou. Je otázkou, jestli takto nastavená cena doopravdy odpovídá skutečnosti s ohledem na rozdílnou práci a kvalifikaci jednotlivých profesí, proto by bylo vhodné tyto ceny zrevidovat a v případě nalezení nesrovnalostí, hodinové sazby upravit.

Seznam pracovníků

Výhotoveno: 09.11.2016

Strana: 1 z 1

<u>Osobní č.</u>	<u>Jméno, příjmení</u>	<u>Profese</u>	<u>Hod. sazba</u>
20	Miroslav Šlais	Elektromechanik	Kč
86	Miroslav Bauer	Mechanik	Kč
3354	Josef Kolář	Úklid	Kč
3450	Ladislav Holuška	Elektromechanik	Kč
3502	Jiří Fraňta	Elektromechanik	Kč
3570	Lubomír Břicháč	Elektromechanik	Kč
3726	Václav Němejc	Elektromechanik	Kč
3741	Jaroslav Horák	Elektromechanik	Kč
3752	Roman Sklenička	Úklid	Kč
3859	Jan Pešek	Elektromechanik	Kč
7983	Vojtěch Šlais	Úklid	Kč
9742	Pavel Richter	Mechanik	Kč
9743	Petr Blaha	Mechanik	Kč
9744	Pavol Košťál	Mechanik	Kč
9747	Miroslav Srbecký ml.	Mechanik	Kč
9751	Robert Sobolík	Mechanik	Kč
9758	Mojmír Šmika	Elektromechanik	Kč
9759	Jaroslav Řička	Mechanik	Kč
9761	Josef Hryzlák	Mechanik	Kč
9763	Jan Marcin	Mechanik	Kč
9967	Jiří Holata	Mechanik	Kč
9968	Miroslav Srbecký	Mechanik	Kč
10609	Václav Mazánek	Elektromechanik	Kč
10639	Pavel Kuželka	Elektromechanik	Kč
70034	Štěpán Malec	Úklid	Kč
80112	Dominik Kalous	Elektromechanik	Kč
80128	Michaela Majerová	Úklid	Kč
80175	Lukáš Málek	Úklid	Kč
80260	Josef Šilpoch	Úklid	Kč
80314	Milan Malec	Úklid	Kč
999999998	Vlastimil Starý		
999999999	Pavel Fiška	Revizní technik	

Obrázek 11 Seznam pracovníků údržby ve společnosti Linet

3.2. System údržeb ve společnosti Linet

Pracovníci údržby zajišťují několik druhů údržeb, jedné se především o **pravidelné stupňovité a nestupňovité údržby** na výrobních strojích a také se oddělení údržby stará o běžnou **údržbu budovy**.

3.2.1. stupňovité a nestupňovité údržby

Tyto údržby jsou předem naplánované v systému profylax. U stupňovitých údržeb je praktika taková, že v složitější vyšší údržbě (s menší periodicitou) jsou obsaženy body údržby méně složitě. Nestupňovité údržby jsou typy údržeb, které nejsou prováděny v pravidelných intervalech, jedná se o typy úkonů, jako jsou **elektro revize** apod.

Na kartě daného stroje můžeme vidět **všechny typy stupňovitých údržeb** a následně v záložce plán údržeb vidíme kdy má být podle plánu provedena nejbližší daná údržba a o který typ údržby se jedná.

Karta stroje/nástroje

Evidenční číslo **000283** Název **Adige TS 71 - pila**

Detail | Seznam | Dopřiky | Ext | Nestupň. údržby | Opravy | Diag. | Hlášení | Plán údržeb | Provedené údržby | MTBF | Díly | Pat

Výrobní číslo: 84046806 Nákl. středisko: 14101 Hrubá výroba - pily 14101

Jiné evidenční č.: Bod odstávky: ...

Datum instalace: 4.11.2009 Umístění: ...

Datum výroby: 1.1.1999 Riziko: 100 Klíčový stroj

Výrobce: Adige Cena: ...

Záruční doba: Cena prostoje/hod: ...

Typy: 1 [] 2 [] 3 [] 4 [13] Dokumenta

Údržba 1
 Druh: Pila AdP1p
 Interval: 30 út 1
 Poslední: 4.10.2016
 T.pole před: 7 po 7

Údržba 2
 Druh: Pila AdP2p
 Interval: 365 út 2
 Poslední: 7.4.2016
 T.pole před: 7 po 7

Náklady: Celkem [] Interní [] Externí [] Materiálové [] Prostoje []

Obrázek 12 karta stroje v systému profylax

Karta stroje/nástroje

Evidenční číslo **000283** Název **Adige TS 71 - pila**

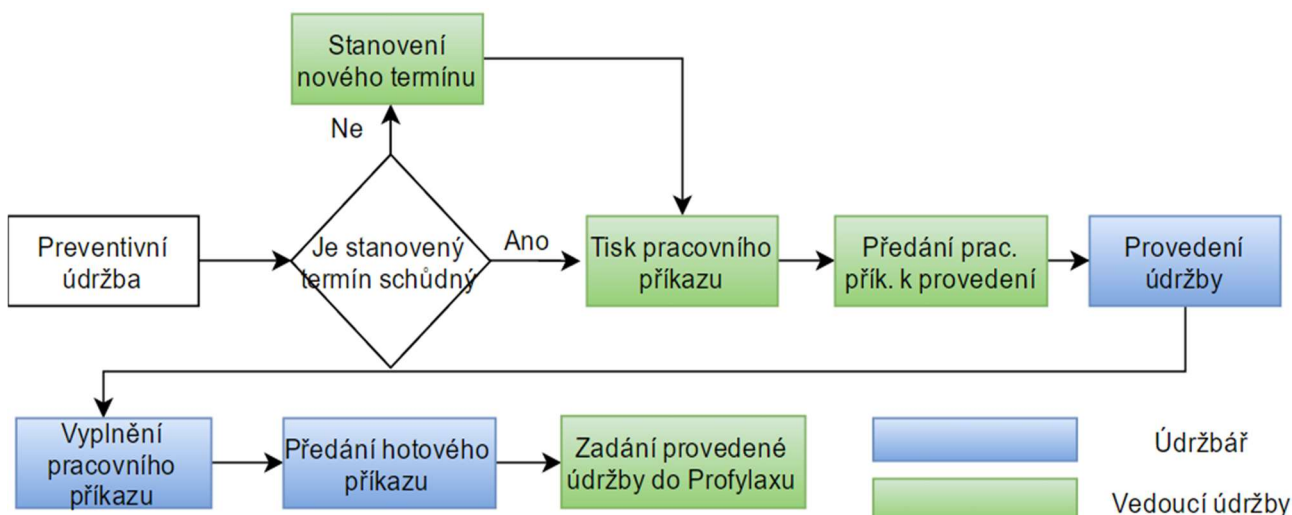
Detail | Seznam | Dopřiky | Ext | Nestupň. údržby | Opravy | Diag. | Hlášení | Plán údržeb | Provedené údržby | MTBF | Díly | Partneri | Dokumenty | Fot

	Druh údržby	PC	Dní dt	Plán datum	Der	Změn datum	Pův datum	JeFixObsal	Č.zod.osoby	Přiměri zod.osoby	Poř pohybu	Poř hlášení
Plán	Mech.op	829	-257	06.02.2016	so							41829
	Výroba	10	-233	01.03.2016	út							42302
	Mech.op	828	-10	10.10.2016	po							45849
	Mech.op	830	0	20.10.2016	čt							46009
	Pila AdP1p	5	14	03.11.2016	čt				0			
	Pila AdP1p	6	44	03.12.2016	so				0			
	Pila AdP1p	7	74	02.01.2017	po				0			
	Pila AdP1p	8	104	01.02.2017	st				0			
	Pila AdP1p	9	134	03.03.2017	pá				0			
	Pila AdP2p	1	166	04.04.2017	út				0			
Profese/Prac.	Pila AdP1p	11	196	04.05.2017	čt				0			
	E Revize	9	287	03.08.2017	čt				999999999	Fiřka		
Materiál												

Obrázek 13 Plán údržeb daného stroje v systému profylax

Současná situace ohledně termínu provedení údržby je, že v případě preventivních údržeb je plánované datum pouze orientační. Provedení preventivní údržby, se musí často přizpůsobit na potřebu a okolnosti **výroby**, proto je běžným jevem, že se provedení některé preventivní údržby oproti původním plánům může měnit až v řádu dní. Po stanovení definitivního času preventivní údržby, je vytisknut pracovní příkaz, který je předán pracovníkům údržby, kteří údržbu provedou, následně v něm doplní potřebné údaje a vyplněný pracovní příkaz a předají zpět ke zpracování.

Na následujících obrázcích je vidět proces zpracování preventivních údržeb a pracovní příkaz.



Obrázek 14 – Proces zpracování preventivní údržby

Pracovní příkaz

000274/Lak1/89 Vyhотовeno : 03.12.2016

Strana: 1 z 1

Evidenční č. : 000274
 Název : Nordson Color Max 3 - automatická lakovací kabina
 Datum : 05.12.2016 po
 Druh údržby : Lak1
 Středisko : Lakovna 14601

PRIOR

popis údržby : Před započítím práce je pracovník údržby povinen si vyzvednout manuál nebo provozní dokumentaci (na dílně nebo v kanceláři údržby) a seznámit se s popisem, který odpovídá dané opravě strojního zařízení. Součástí seznámení je rovněž seznámení s analýzou rizik a přijatých bezpečnostních opatření pro práci na stroji. K nahlédnutí na intranetu Linetu http://intranet/q/bozp_rizika/.

1. Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostních prvků (stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod.)
2. Kontrola externích kabelů a hadic
3. Kontrola uzemnění zemních poutek
4. Kontrola ovládacího panelu a rozvaděče

Při práci zachovávat maximální opatrnost - výbušné prostředí !!!
 Prostedí s nebezpečím výbuchu a požáru.

Nejedná se o mechanické práce, není potřeba příkaz "V".

ostatní doplňující záznamy :

Skutečné datum	Jméno pracovníka	Odprac.hodiny	Skutečný čas od- do

Popis činností, poznámky :

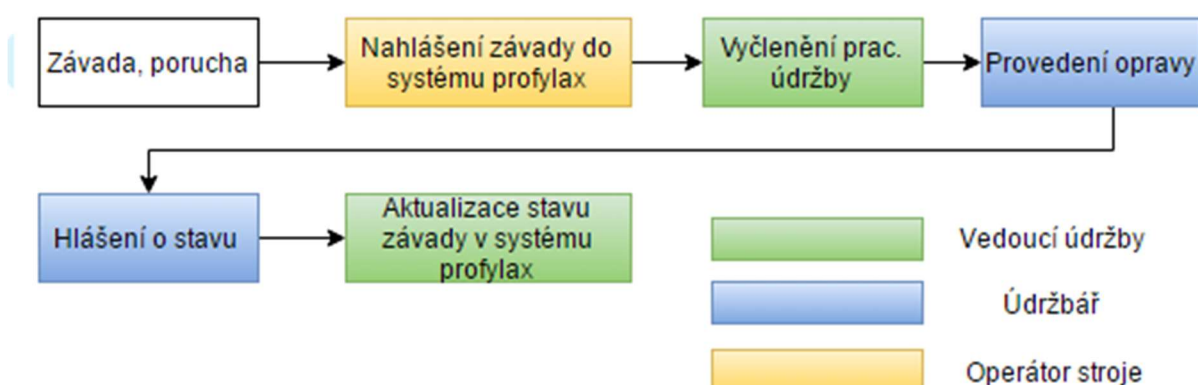
	pracovní příkaz vydal	pracovní příkaz vyplnil	provedení údržby potvrdil	prov. údržbu zadal do PC
Jméno hlíkově:				
Podpis:				

Obrázek 15 Pracovní příkaz preventivní stupňovité údržby

3.3. Oprava poruchy

V případě, že dojde k poruše stroje postup je následující. Obsluha stroje nahlásí poruchu a ta je následně zanesena do systému profylax. Informace, které hlášení obsahuje jsou čas, o který stroj se jedná, a především **detailní popis poruchy**. Následně je v co nejkratší době vyslán pracovník údržby, který danou opravu řeší. Proces zpracování poruchy je znázorněn na obrázku č.16

Následně se v systému profylax aktualizuje stav dané opravy a jestli je daná oprava úspěšně provedena, případně v jakém je stavu.



Obrázek 16 Proces zpracování závady nebo poruchy

Poř.	Kdy zapsáno	Kdo zapsal	Evid.č.	ZkratkaHlášení	Typ hlášení	Vylizeno?	Odsunuto?	Kdy vylizeno	Kdo vylídl	JinéEvid.č.
12	05.10.2005 13:40:0		0003	vřže podavač	OPRAVIT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
13	05.10.2005 15:02:55		0003	vyměnit elektrodu	OPRAVIT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	05.10.2005 15:05:21		
14	05.10.2005 15:29:01		0005	vyměnil jsem packy přídržné	ZAPIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	05.10.2005 15:30:37		
15	05.10.2005 16:14:0		0005	opravil jsem úchyty	ZAPIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
16	06.10.2005 10:54:15		0003	vyměnil jsem váleček	ZAPIS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	06.10.2005 10:55:01		
17	06.10.2005 11:36:1		0005	vřže podezřele	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
18	06.10.2005 12:32:10		0003	vyměnit elektrodu	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	06.10.2005 12:33:13		
19	06.10.2005 15:15:3		0003	přistřídl jsem ji	ZAPIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
20	07.10.2005 9:49:20		0003	vřže podavač	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	07.10.2005 9:49:50		
21	07.10.2005 9:53:15		0004	kýve se podstavec	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
22	11.10.2005 8:17:43		0005	Zkouška od hlášení	ČIDLA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
23	11.10.2005 11:05:1		0003	vyměnil lyžinu	ZAPIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
24	11.10.2005 11:57:0		0004	Strovnat lyžiny o 2 mm	PROJEKT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
25	13.10.2005 15:06:0		0004	hlášení	AKUTNI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
26	18.10.2005 12:00:03		0003	vřže	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18.10.2005 12:00:54		
27	19.10.2005 11:00:07		0004	VRŽE PODOVAČ	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19.10.2005 11:01:44		
28	24.10.2005 14:40:2		0005	Vřže upevnění lisovacího nást	VAROVNE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Obrázek 17 Hlášení poruch v programu profylax

3.4. Autonomní údržba obsluhy strojů

Dalším typem údržby, který je neméně důležitý je autonomní údržba obsluhy strojů. Pro tuto údržbu je u všech strojů **karta bezpečnostních prvků a údržby stroje**.

Tato karta obsahuje následující informace:

- **Slovní popis činnosti obsluhy** – Zde je zapsán přesný popis, jak má obsluha stroje daný bod údržby vyřešit
- **Interval provedení činnosti** – Tady je uvedeno, jak často má být údržba provedena (1x směnu, 1xdenně, 1xtýdně atd.)
- **Kolonky na potvrzení provedení údržby** –zde obsluha strojů, v daný den potvrdí křížkem provedení daného bodu údržby.

Karta bezpečnostních prvků a údržby stroje je znázorněna jako příloha **1** této práce.

4. Identifikace a výběr strojů pro řešení DP

4.1.1. Definice rozhodovacího problému

Ve společnosti Linet je v údržbovém systému profylax evidováno okolo 500 strojů, které jsou předmětem pravidelných **stupňovitých** údržeb, prováděných oddělením údržby společnosti. V rámci mé diplomové práce by bylo nemožné provést měření všech strojů s ohledem na časovou náročnost, proto bylo zapotřebí vybrat a věrohodně odůvodnit výběr strojů které budou součástí analýzy.

Manažerským nástrojem, kterým jsem se rozhodl použít pro výběr strojů k posouzení je **metoda vícekriteriálního rozhodování**.

Po prokonzultování s oddělení technologie společnosti mi bylo doporučeno na základě problematických parametrů jako je frekvence výskytu poruch, náklady na údržbu a nahraditelnost stroje v procesu vybráno **10 strojů**, z kterých s ohledem na časovou náročnost vyberu pomocí metody vícekriteriálního rozhodování **4 stroje**. Oproti normálnímu postupu vícekriteriálního hodnocení, kde se vybírá ze souboru variant ty **nejlepší**, hledám stroje, které mají nejvíce problémů a tím pádem nejvíce možnosti ke zlepšení. To znamená, že budu z hodnocených variant naopak vybírat **4 nejhorší**.

4.1.2. Výběr hodnotících kritérií

Výběr hodnotících kritérií byl prokonzultován ve společnosti Linet a nakonec jsem se rozhodnul, že bude použito následujících **šest** kritérií.

- První kritérium: **K1 –Počet poruch za posledních 12 měsíců**–Toto kritérium je důležité z důvodu počtu poruch. Počet poruch jsem zjistil programu profylax v kolonce **provedené údržby u jednotlivých posuzovaných strojů**. Pro účely vícekriteriálního hodnocení bylo vybráno období od **30.9.2015** do **30.9.2016**
- Druhé kritérium: **K2– Pořizovací cena stroje** – Hodnota se dala u některých položek zjistit v systému profylax a u dalších jsem se musel obrátit na oddělení technologie ve společnosti Linet. Je jasné že s ohledem na cenu stroje, je důležitější kontrolovat dražší stroje.

- Třetí kritérium: **K3 – Stáří stroje** – Dalším důležitým ukazatelem je stáří stroje. Informace se dala většinou zjistit v systému profylax.
- Čtvrté kritérium: **K4 – Náklady spojené s opravami**–Náklady, (mzda údržbářů, materiál, náklady za externí služby) které byly vynaložené na opravu poruch strojů. Hodnota zjištěna v systému profylax. Opět se jednalo o období od **30.9.2015** do **30.9.2016**
- Páté kritérium: **K5 – Odstávka strojů způsobená opravami** –V případě poruchy stroje dojde až do jeho opravení k odstávce. Tento čas je zaznamenám do systému profylax. Pro hodnocení jsem bral jako čas dobu trvání oprav stroje. Opět se jednalo o období od **30.9.2015** do **30.9.2016**
- Šesté kritérium: **K6 – Možnost zastoupení stroje ve společnosti v případě poruchy** –U některých strojů je možnost přesunout výrobu na jiný stroj ve společnosti, ale u některých strojů tato možnost chybí, případně je možno zařídit výrobu pouze v kooperaci. Tuto informaci jsem obdržel po konzultaci s oddělením technologie

Nyní je zapotřebí stanovit váhy jednotlivých kritérií, tato část je z hlediska vícekritériálního hodnocení velmi důležitá, jelikož právě velikost normovaných vah jednotlivých kritérií ve výsledků velmi ovlivňuje celkové hodnocení.

Pro stanovení vah jednotlivých kritérií jsem použil dvě jednoduché metody:

- a) Bodová stupnice
- b) Metoda preferenčního pořadí

4.1.3. Bodovací metoda

Nejprve jsem provedl ohodnocení vah kritérií, pomocí bodovací stupnice. Hodnoty byly prokonzultovány ve společnosti a jsou společným výsledkem s ohledem na **moje doporučení, doporučení technologa a průmyslového inženýra**

Rozsah bodovací stupnice je **1–5**, přičemž hodnota **5** udává největší významnost kritéria.

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	SUMA
Bodové ohodnocení	5	3	2	4	5	2	21
Normovaná váha	0,24	0,14	0,10	0,19	0,24	0,10	1

Tabulka 5 stanovení vah kritérií pomocí bodovací metody

4.1.4. Metoda preferenčního pořadí

Druhou metodu pro výpočet vah kritérií je metoda preferenčního pořadí. I v této metodě bylo použito konzultace se stejnými lidmi ve společnosti, tak jako v případě bodovací metody.

Nejdůležitější kritérium má **hodnotu 6**, nejméně významné má **hodnotu 1**.

Výpočet normované váhy uvádím v teoretické části této práce v podkapitole 2.7.1.

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	SUMA
Stanovené pořadí	6	3	1	4	5	2	21
Normovaná váha	0,29	0,14	0,05	0,19	0,24	0,10	21

Tabulka 6 stanovení vah kritérií pomocí metody preferenčního pořadí

4.2. Hodnoty jednotlivých kritérií

Jak už sem uvedl výše k posouzení bylo vybrány deset strojů, z nichž čtyři budou vybrány k zmapování údržbářských procesů

Hodnoty kritérií jsou udávány v následujících jednotkách (v závorce **N** – nákladové kritérium, **V** – Výnosové kritérium):

K1 – Počet poruch za posledních 12 měsíců– **počet za 12 měsíců (N)**

K2 – Pořizovací cena stroje – udávána v **Kč (N)**

K3 – Stáří stroje– udáváno v **letech (N)**

K4 – Náklady spojené s opravami – udávána v **Kč (N)**






K5 – Odstávka strojů způsobená opravami – udávána v **hodinách (N)**





K6 – Možnost zastoupení stroje ve společnosti v případě poruchy – možnost zastoupit stroj ve společnosti(**V**)

- Pokud je možno stroj během poruchy zastoupit –**ANO = 1**
- Pokud není možné stroj během poruchy zastoupit případně jen v kooperaci –**NE = 0**

4.2.1. Parametry posuzovaných strojů

Na následující tabulce jsou parametry 10 strojů, které jsou součástí vícekriteriálního rozhodování a z nichž budou vybrány **4 stroje**, u kterých provedu zmapování údržbářských procesů. Z důvodů utajení interních informací ve společnosti Linet, jsou některá citlivá data **pozměněna**.

Název	Foto	K1	K2 [Kč]	K3	K4 [Kč]	K5 [hod]	K6 Ano/n e
Laser Profilový – Adige LT 722 D		75	19 500 000	2	94 137	250	1
Stojanová vrtačka B 23 Pro		6	120 000	9	2 420	8	1
Pila – ADIGE TS 71		118	2 450 000	18	46 000	203	1
Robot Motoman DX 100		30	3 200 000	6	20 546	41	1
Adige ST 660		6	1 200 000	19	3 408	14	1

Haas VF 6SSHE		3	5 400 000	8	16 450	33	0
SOCO DB- 39NC - ohýbačka trubek		12	650 000	11	11 247	14	0
NordsonColo r Max 3 - automatická lakovací kabina		74	7 450 000	7	47 530	404	1
Lis LEXN 100 C			1 150 000	26	9 850	18	1
Lis LEK 160		23	1 450 000	26	16 270	46	0

Tabulka 7 Parametry posuzovaných strojů

4.3. Vyhodnocení variant rozhodovacího problému

Pomocí stanovených vah kritérií a informací o jednotlivých strojích získaných ve společnosti Linet provedu vyhodnocení rozhodovacího problému. Porovnání provedu pomocí obou dvou stanovených vah kritérií (**tj.bodovací metoda, metoda preferenčních pořadí**) Metody hodnocení jednotlivých variant budou následující, a to z důvodu jednoduchosti vyhodnocení výsledků:

- a) Metoda bazické varianty
- b) Metoda lineárních dílčích funkcí utility

4.3.1. Bazická metoda

První metoda pomocí, které hodnotím určené varianty je metoda Bazické varianty. Principem je, že z hodnotícího souboru variant vybereme nejlepší hodnotu x_i^* . Následně musíme určit, jestli je hodnocené kritérium výnosového nebo nákladového typu.

Vztah pro kritéria dílčí ohodnocení varianty výnosového typu je:

$$h_a = \frac{x_i^*}{x_i^a}$$

h_a Dílčí ohodnocení varianty A

x_i^* Nejlepší hodnota ze souboru variant

x_i^a Hodnota varianty A

Vztah pro kritéria dílčí ohodnocení varianty nákladového typu je:

$$h_a = \frac{x_i^a}{x_i^*}$$

h_a Dílčí ohodnocení varianty A

x_i^* Nejlepší hodnota ze souboru variant

x_i^a Hodnota varianty A

Posouzení pomocí metody bazické varianty

	NV ₁	NV ₂	x _i [*]
K1	0,29	0,24	3
K2	0,14	0,14	120000
K3	0,05	0,10	2
K4	0,19	0,19	2420
K5	0,24	0,24	7,5
K6	0,10	0,10	1

Tabulka 8 Normované váhy dle metody preferenčního pořadí a pomocí bodovací stupnice

	Varianta 1		Varianta 2		Varianta 3		Varianta 4		Varianta 5	
	x ₁	h ₁	x ₂	h ₂	x ₃	h ₃	x ₄	h ₄	x ₅	h ₅
K1	75	0,04	6	0,50	118	0,03	30	0,10	6	0,50
K2	19 500 000	0,01	120 000	1,00	2 450 000	0,05	3 200 000	0,04	1 200 000	0,10
K3	2	1,00	9	0,22	18	0,11	6	0,33	19	0,11
K4	94 137	0,03	2 420	1,00	46 000	0,05	20 546	0,12	3 408	0,71
K5	250	0,03	8	1,00	203	0,04	41	0,18	14	0,56
K6	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00
	Varianta 6		Varianta 7		Varianta 8		Varianta 9		Varianta 10	
	x ₆	h ₆	x ₇	h ₇	x ₈	h ₈	x ₉	h ₉	x ₁₀	h ₁₀
K1	3	1,00	12	0,25	74	0,04	23	0,13	23	0,13
K2	5 400 000	0,02	650 000	0,18	7 450 000	0,02	1 150 000	0,10	1 450 000	0,08
K3	8	0,25	11	0,18	7	0,29	26	0,08	26	0,08
K4	16 450	0,15	11 247	0,22	47 530	0,05	9 850	0,25	16 270	0,15
K5	33	0,23	14	0,56	404	0,02	18	0,42	46	0,16
K6	0	0,00	0	0,00	1	1,00	1	1,00	0	0,00

Tabulka 9 Výpočet dílčích ohodnocení pomocí metody bazické varianty

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Hodnocení podle NV1	0,167	0,820	0,134	0,211	0,525	0,383	0,280	0,137	0,297	0,120
Pořadí podle NV1	7	1	9	6	2	3	5	8	4	10
Hodnocení podle NV2	0,213	0,807	0,138	0,222	0,506	0,347	0,276	0,149	0,295	0,117
Pořadí podle NV2	7	1	9	6	2	3	5	8	4	10

Tabulka 10 Celkové hodnocení variant pomocí metody bazické varianty

Popis tabulek a příklad výpočtu:

NV1 – Normovaná váha podle bodovací metody

NV2 – Normovaná váha podle metody pref. Pořadí

x_x – Absolutní hodnota jednotlivé varianty

h_x – Dílčí hodnota jednotlivých variant

$$\text{Celkové hodnocení dle } \mathbf{NV}_x = \sum_1^6 \mathbf{NV}_i^{(y)} \cdot h_i^{(x)}$$

kde: $x = 1, \dots, 10$

$y = 1, 2$

Příklad výpočtu pro **V1** dle **NV1**

$$V_{1(NV1)} = 0,29 \cdot 0,0400 + 0,14 \cdot 0,0062 + 0,05 \cdot 1,0000 + 0,19 \cdot 0,0257 + 0,24 \cdot 0,0300 + 0,10 \cdot 1 = 0,167$$

4.3.2. Metoda lineárních dílčích funkcí utility

Další z metod, které použijí pro vyhodnocení vybraných variant, je metoda lineárních dílčích funkcí utility. Principem je vybrat ze souboru hodnotících kritérií nejlepší hodnotu a nejhorší hodnotu. Dále se určí nejhorší hodnotě z daného kritéria dílčí utilita **0** a nejlepší hodnotě se určí utilita **1**

Dílčí ohodnocení dané varianty bude následující:

$$h_a = \frac{x_i^a - x_i^0}{x_i^* - x_i^0}$$

h_a Dílčí ohodnocení varianty A

x_i^* Hodnota varianty A

x_i^* Nejlepší hodnota ze souboru variant

x_i^0 Nejhorší hodnota ze souboru variant

Oproti Bazické variantě výpočtu, má metoda lineárních funkcí dílčích utilit větší rozlišovací schopnost, jelikož porovnává daná kritéria mezi sebou.

Na následujících stranách jsou vidět výsledky a také postup výpočtu dosažených porovnání jednotlivých variant pomocí dvou normovaných vah.

Posouzení pomocí metody lineárních dílčích funkcí utility

	NV ₁	NV ₂	x _i [*]	x _i ⁰
K1	0,29	0,24	3	118
K2	0,14	0,14	120 000	19 500 000
K3	0,05	0,10	2	26
K4	0,19	0,19	2 420	94 137
K5	0,24	0,24	8	404
K6	0,10	0,10	1	0

Tabulka 11 Normované váhy dle metody preferenčního pořadí a pomocí bodovací stupnice

	Varianta 1		Varianta 2		Varianta 3		Varianta 4		Varianta 5	
	x ₁	h ₁	x ₂	h ₂	x ₃	h ₃	x ₄	h ₄	x ₅	h ₅
K1	75	0,37	6	0,97	118	0,00	30	0,77	6	0,97
K2	19 500 000	0,00	120 000	1,00	2 450 000	0,88	3 200 000	0,84	1 200 000	0,94
K3	2	1,00	9	0,71	18	0,33	6	0,83	19	0,29
K4	94 137	0,00	2 420	1,00	46 000	0,52	20 546	0,80	3 408	0,99
K5	250	0,39	8	1,00	203	0,51	41	0,92	14	0,98
K6	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00
	Varianta 6		Varianta 7		Varianta 8		Varianta 9		Varianta 10	
	x ₆	h ₆	x ₇	h ₇	x ₈	h ₈	x ₉	h ₉	x ₁₀	h ₁₀
K1	3	1,00	12	0,92	74	0,38	23	0,83	23	0,83
K2	5 400 000	0,73	650 000	0,97	7 450 000	0,62	1 150 000	0,95	1 450 000	0,93
K3	8	0,75	11	0,63	7	0,79	26	0,00	26	0,00
K4	16 450	0,85	11 247	0,90	47 530	0,51	9 850	0,92	16 270	0,85
K5	33	0,94	14	0,98	404	0,00	18	0,97	46	0,90
K6	0	0,00	0	0,00	1	1,00	1	1,00	0	0,00

Tabulka 12 Výpočet dílčích ohodnocení pomocí metody lineárních dílčích funkcí utility

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
Hodnocení podle NV1	0,3422	0,9787	0,4575	0,8445	0,9452	0,8095	0,8387	0,4279	0,8734	0,7458
Pořadí podle NV1	10	1	8	4	2	6	5	9	3	7
Hodnocení podle NV2	0,3720	0,9660	0,4733	0,8478	0,9127	0,7976	0,8246	0,4473	0,8340	0,7064
Pořadí podle NV2	10	1	8	3	2	6	5	9	4	7

Tabulka 13 Celkové hodnocení variant pomocí metody lineárních funkcí dílčích utilit

Popis tabulek a příklad výpočtu:

NV1 – Normovaná váha podle bodovací metody

NV2 – Normovaná váha podle metody pref. Pořadí

x_x – Absolutní hodnota jednotlivé varianty

h_x – Dílčí hodnota jednotlivých variant

$$\text{Celkové hodnocení dle NVx} = \sum_{i=1}^6 NV_i^{(y)} \cdot h_i^{(x)}$$

kde: $x = 1, \dots, 10$

$y = 1, 2$

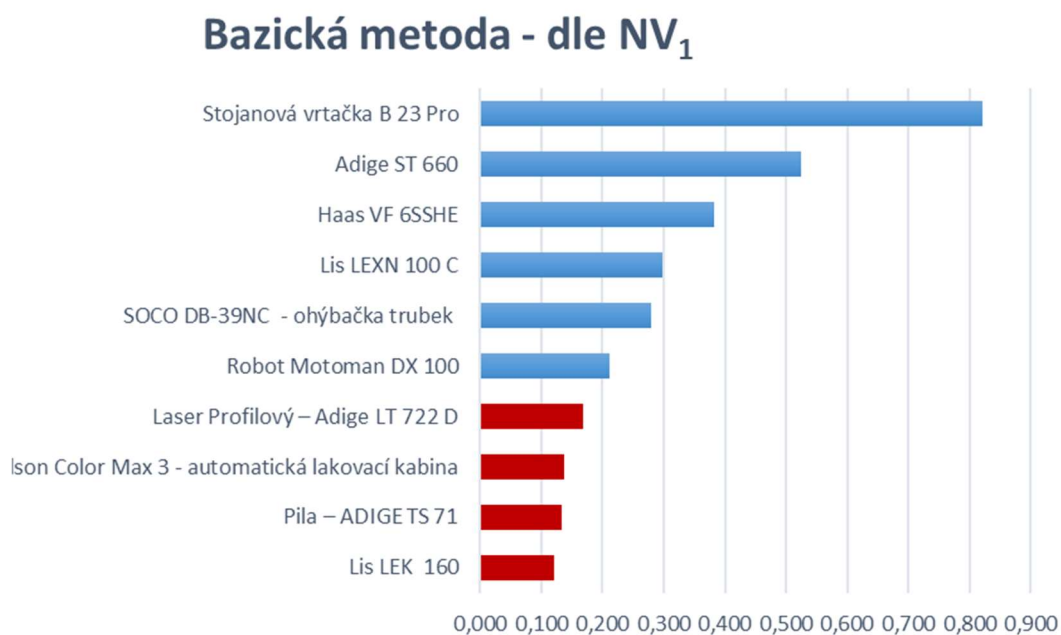
Příklad výpočtu pro **V1** dle **NV1**

$$V_{1(NV1)} = 0,29 \cdot 0,37 + 0,14 \cdot 0,00 + 0,05 \cdot 1,0000 + 0,19 \cdot 0,000 + 0,24 \cdot 0,39 + 0,10 \cdot 1 = 0,3422$$

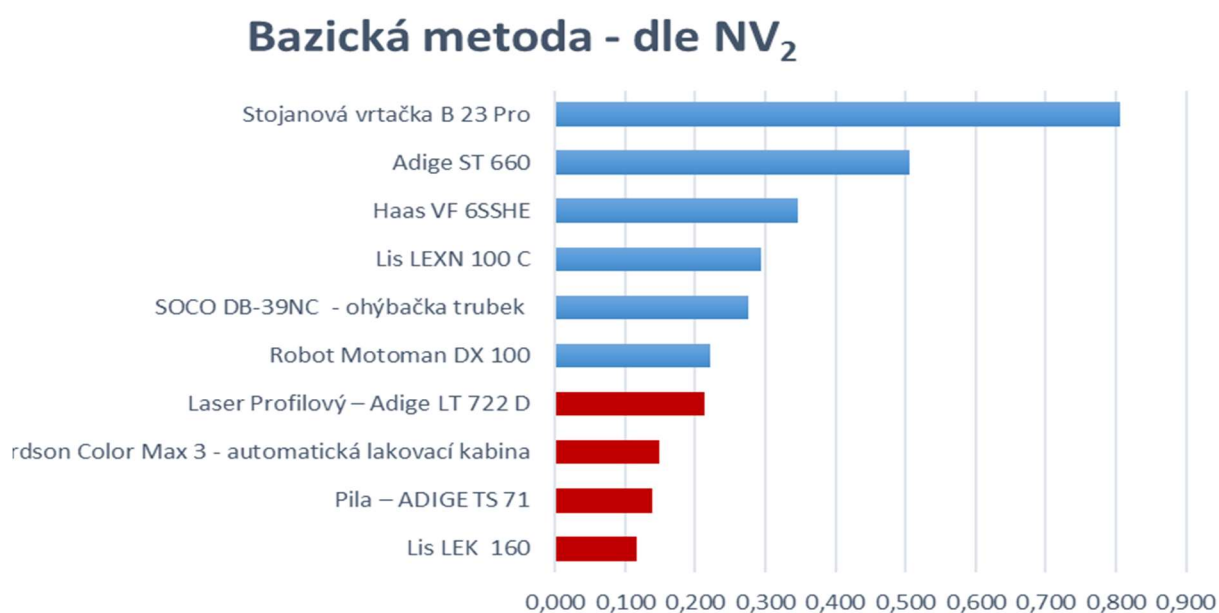
4.4. Posouzení výsledků vícekriteriálního hodnocení a výběr strojů pro provedení měření preventivních údržeb

4.4.1. Bazická metoda

Na následujících grafech jsou výsledky dle bazické metody. Červeně jsou zobrazeny čtyři nejhorší stroje.



Obrázek 18 Výsledky pomocí bazické metody pomocí NV_1



Obrázek 19 Výsledky pomocí bazické metody pomocí NV_2

Z grafů je patrné, že pro **bazickou metodu** a obě metody určení normované váhy, tj. metoda preferenčního pořadí a bodovací metody vychází jako **čtyři** nejhorší následující stroje:

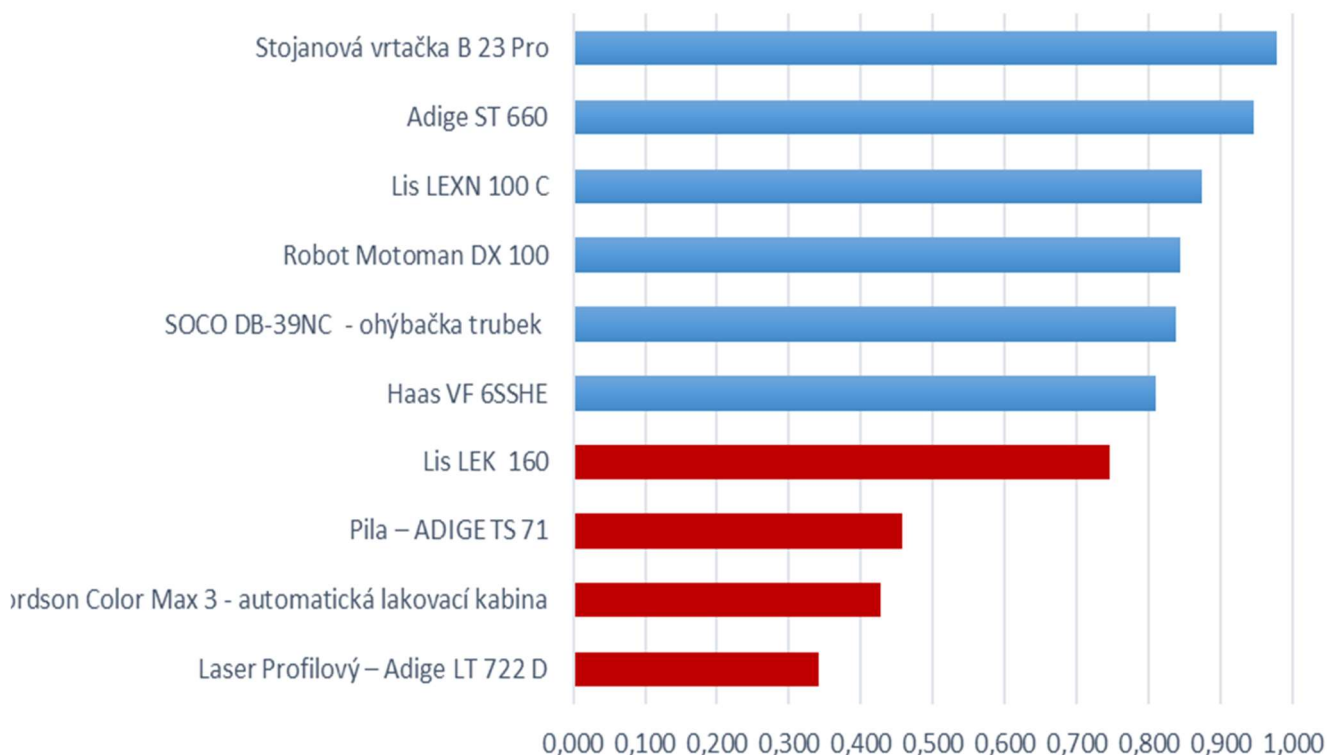
NV1	NV2	Název stroje	pořadí
0,120	0,117	Lis LEK 160	10
0,134	0,138	Pila – ADIGE TS 71	9
0,137	0,149	Nordson Color Max 3 -	8
0,167	0,213	Laser Profilový – Adige LT 722 D	7

Tabulka 14 Výsledné pořadí dle bazické metody.

4.4.2. Metoda Lineárních funkcí dílčích utilit

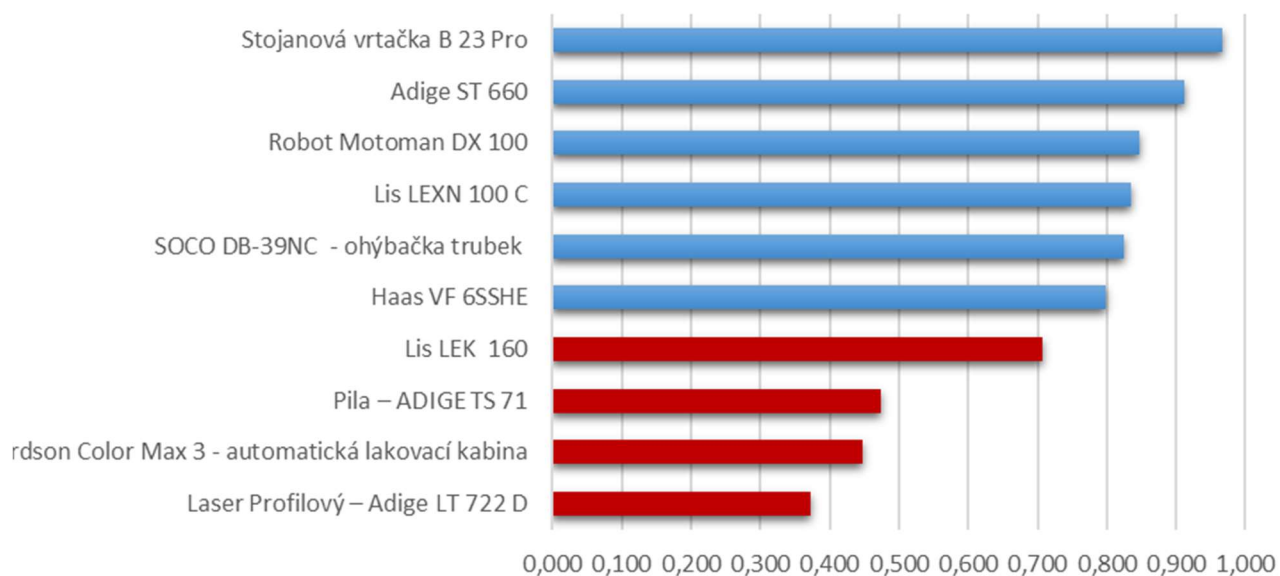
Na následujících grafech jsou výsledky dle **metody lineárních funkcí dílčích utilit**. Červeně jsou zobrazeny čtyři nejhorší stroje.

Lineární funkce dílčích utilit - dle NV_1



Obrázek 20 Výsledky pomocí metody lineárních funkcí dílčích utilit dle NV_1

Lineární funkce dílčích utilit - dle NV₂



Obrázek 21 Výsledky pomoc metody lineárních funkce dílčích utilit dle NV₂

Z grafů je patrné, že pro **metodu lineárních funkcí dílčích utilit** a obě metody určení normované váhy, tj. metoda preferenčního pořadí bodovací metoda vychází jako **čtyři** nejhorší následující stroje:

NV1	NV 2	Název stroje	pořadí
0,342	0,372	Laser Profilový – Adige LT 722 D	10
0,428	0,447	Nordson Color Max 3 -	9
0,457	0,473	Pila – Adige TS 71	8
0,746	0,706	Lis LEK 160	7

Tabulka 15 Výsledné pořadí dle metody lineární funkce dílčích utilit

V obou metodách vychází, z hlediska zvolených kritérií nejhůře tyto **čtyři stroje**, a proto provedu zmapování následujících strojů.

- **Laser Profilový –Adige**
- **NordsonColor Max 3 – Lakovací kabina**
- **Pila – Adige TS 71**
- **Lis LEK 160**

5. Zmapování vybraných údržbářských procesů

V předešlé kapitole jsem pomocí vícekriteriálního rozhodování vybral čtyři stroje, u kterých jsem provedl mapování spotřeby času údržby při pravidelné stupňovité údržbě, která probíhá většinou v intervalech od 14 dní po období jednoho měsíce.

Dále jsem také provedl na dvou strojích měření údržby obsluhy (dle karty bezpečnostních prvků a údržby stroje), kterou by měla provádět obsluha stroje při začátku každé směny.

Pro analýzu jednotlivých údržbářských procesů přicházely v úvahu dvě možnosti:

- a) Měření spotřeby času pomocí stopovacích hodin.
- b) Nahrávání celé údržby stroje na kameru,

Po delším rozmyšlení jsem se rozhodnul pro variantu **b** a to především z možnosti zpětné analýzy a nalezení více problematických úseků v jednotlivých částech údržby.



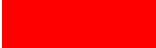
Stroje, které jsem podrobně zmapoval jsou uvedeny na konci předešlé kapitoly, s jedinou výjimkou a to, že nebylo možné provést měření údržby na **lisu LEK 160** z důvodu změny termínu prováděné údržby. Náhradní termín nebyl z mého hlediska časově schůdný, proto jsem změnil další dvě údržby, které byly prováděny ve stejný den jako měření preventivní údržby na pile **Adige-TS 71** a lakovací kabině **NordsonColor max 3**, tudíž jsem mohl tyto další měření provést.

Další dva stroje (kromě tří předem stanovených dle vícekriteriálního rozhodování), u kterých jsem provedl měření byly.

- **Adige ST 660 - podavač**
- **NordsonMicro 17 Max – ruční lakovací kabina**

Průběh mapování byl následující. Celou údržbu jsem začal měřit vždy od daného pracoviště, na kterém byla údržba prováděna, tudíž se v čase údržby neprojeví doba, kterou musí údržbář dojít na pracoviště, aby mohl provést údržbu.

Dále jsem také každé jednotlivé body každé údržby označil do tří kategorií a to:

	Bod údržby bez zjevných problémů
	Bod údržby s možnostmi zlepšení
	Bod údržby, který je nutný zlepšit

žluté a **červené** body u každého stroje popíšu a v následující kapitole navrhnu jejich optimalizaci, nebo případné návrhy ke zlepšení

5.1. Laser profilový – Adige LT 722 D

První stroj, u kterého jsem provedl měření byl profilový laser **Adige LT 722 D**. U této údržby jsem byl přítomen **dvakrát**, abych mohl porovnat některé výsledky z prvního měření.



Obrázek 22 Laser profilový – adige LT 722 D

Základní technické **specifikace laseru**:

- Plně programovatelné CNC rozhraní
- Řezání tloušťky do 152 mm
- Maximální délka řezaného materiálu 6500 mm – 8500 mm
- Plně automatické podávání plechového polotovaru včetně měření, řezání, nakládání a vykládání
- Minimální odpad materiálu

	popis údržby	čas[min:sec]	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků(Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	00:50	
2.	Kontrola možných úniků provozních kapalin	00:40	
3.	Kontrola filtrů stlačeného vzduchu	01:30	
4.	Kontrola hladiny oleje a tlaků na manometrech(kontrola možná pouze za provozu)	00:55	
5.	Kontrola hydraulických a pneumatických hadic	01:40	
6.	Kontrola rozvodů mazání	00:45	
7.	Kontrola ochranných měchů (prachovek) sklíčidel	02:30	
8.	Kontrola hladiny vody chladiče (nutno ve spolupráci s obsluhou)	01:45	
9.	Měření vodivosti vody	08:45	
10.	Mazání dle mazacího plánu umístěného u stroje - Provést zápis	25:45	
11.	Zápis motohodin stroje	01:30	
	Celkový čas údržby	0:46:35	

Tabulka 16 Preventivní údržba profilového laseru Adige LT 722 D

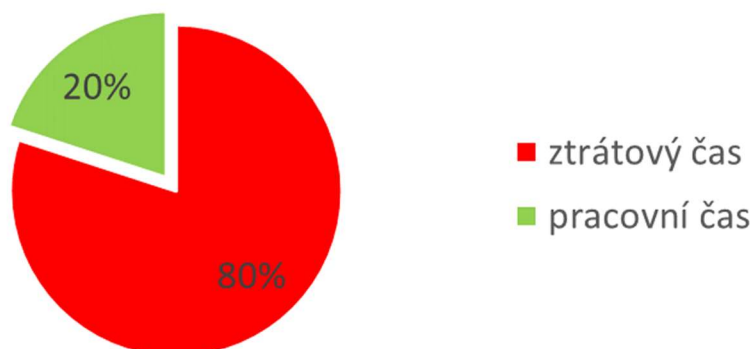
Popis bodů, u kterých **je možnost zlepšení**:

- **Bod 8. Kontrola hladiny vody chladiče (nutno ve spolupráci s obsluhou)** – Po konzultaci s pracovníky údržby jsem zaznamenal problém v tom, že problém v případě nedostatečné hladiny vody se stroj zastaví. V tom případě obsluha stroje vodu do chladiče musí doplnit. Z toho vyplývá, že tento bod by měl být na seznamu údržby **obsluhy** stroje s periodicitou jedenkrát týdně.

Popis bodů údržby, ve kterých **je nutné zlepšení**:

- **Bod 9. Měření vodivosti vody** – Zde nastal problém, že měřící přístroj vodivosti, je společný pro několik strojů, v době mého měření, pracovník údržby hledal daný měřící přístroj na pracovní hale přes **7minut**. Samotné měření po nalezení bylo hotovo za **1 minutu 45 sekund**.

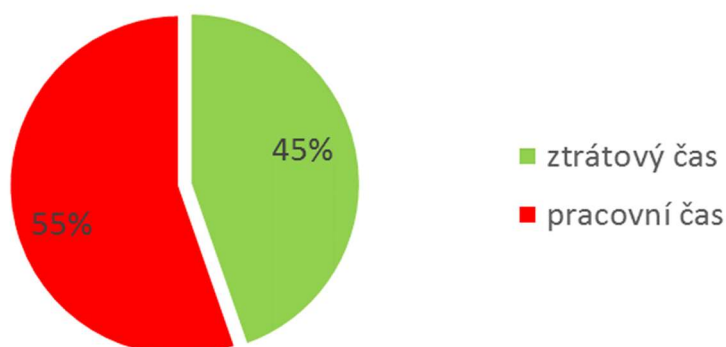
Rozložení času údržby - bod 9



Obrázek 23 Časová Ztráta při měření vodivosti vody údržby

- Bod 10. **Mazání dle mazacího plánu** – V tomto bodu byl problém se špatnou dostupností k provedení údržby. Pracovník údržby musel podlézat bedny s polotovary a hotovými výrobky, aby se byl schopný dostat k odmontování krytu. Z tohoto pohledu byla velká časová ztráta, stejně tak mohlo dojít k porušení **bezpečnosti práce** (spadnutí kovového polotovaru na pracovníka údržby). Při zpětné analýze záznamu a také díky tomu, že jsem byl přítomen u **druhého provádění** stejné údržby, kde jsem zjistil, že čas provedení **mazání dle mazacího plánu** byl v případě odklizení pracovního prostoru **14min 15 sec.**

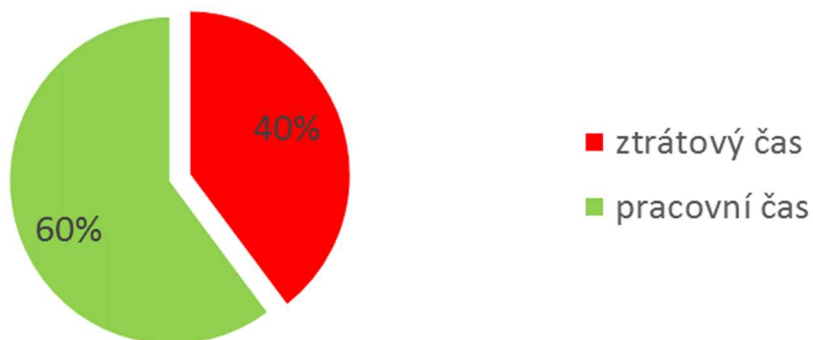
Rozložení času údržby bod 10



Obrázek 24 Časová Ztráta způsobena špatným přístupem k provedení údržby

Celková časová ztráta způsobená hledáním a špatnou dostupností ke stroji byla **18min 30sec**.
Čistý pracovní čas byl **28min 05sec**.

Celkové rozložení času údržby Profilového laseru Adige LT 722 D



Obrázek 25 Celkové rozložení času preventivní údržby na profilovém laseru Adige LT 722 D

Z grafu je patrné, že ztrátový čas činil **40 %** celkového času prováděné preventivní údržby. I s přihlédnutím na délku přestávky pracovníka obsluhy stroje (30 min), mohl stroj při dodržení odstranění zbytečných ztrát pracovat o **15 minut** dříve.

Vedení společnosti by si mělo uvědomit, že ztráty nevznikají pouze z vyšších nákladů údržby, které jsou způsobeny delším časem prováděné údržby, ale také z důvodu **prostoje stroje!**

5.2. NordsonColor Max 3- Lakovací kabina



Obrázek 26 Lakovací kabina NordsonColor Max3

Základní technické specifikace **lakovací kabiny NordsonColor Max 3:**

- Výška – 1400,1800,2200mm
- Šířka – 1000 mm
- Rychlá výměna barev

	popis údržby	čas[min:sec]	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků(Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	0:45	
2.	Kontrola externích kabelů a hadic	1:25	
3.	Kontrola uzemnění zemnicích poutek	0:50	
4.	Kontrola ovládacího panelu rozvaděče	7:15	
	Celkový čas údržby	10:15	

Tabulka 17 Preventivní údržba NordsonColor Max

Popis bodů, u kterých je možnost zlepšení:

- Bod 4. **Kontrola ovládacího panelu rozvaděče** – Tento bod byl nedostatečně popsán, pracovník údržby díky svým zkušenostem a iniciativě, věděl že je zapotřebí kromě klasické vizuální kontroly provést čištění rozvaděče pomocí stlačeného vzduchu a tím snížit riziko požáru.

5.3. NordsonMicro 17 Max – ruční lakovací kabina



Obrázek 27 Lakovací kabina NordsonMicro 17 Max

	popis údržby	čas[min:sec]	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků (Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	0:30	
2.	Měření a zápis provozního proudu elektromotoru ventilátoru	7:15	
3.	Kontrola úklidu stroje a celistvosti stroje	0:45	
	Celkový čas údržby	8:30	

Tabulka 18 Preventivní údržba NordsonMicro 17 Max

V rámci této údržby jsem nezaznamenal žádné problémy a všechny body údržby **byly bez zjevných problémů.**

5.4. Pila – Adige TS 71



Obrázek 28 Pila-Adige TS 71

Základní technické specifikace pily **Adige TS 71**:

- Automatické zastavení
- Průměr čepele 250-275 mm
- Tloušťka řezné kotouče 2 mm
- Řezné průměry 10-85 mm u kruhových průřezů a až 70x70 mm u nekruhových průřezů

	popis bodů údržby	čas[min:sec]	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků(Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	0:50	
2.	kontrola funkce koncových spínačů - případné výměna spínače	2:10	
3.	Kontrola pevnosti dorazů	2:14	
4.	Kontrola stavu provozních kapalin - případné doplnění	1:45	
	a) Olej v nástrojové hlavě		
	b) Olej v hydraulické jednotce		
	c) Kluznice srovnávacích dorazů		
	d) Vodící dráha nástrojové hlavy		
5.	Kontrola Rozvaděče a jeho vyčištění	2:45	
6.	Kontrola Stavů podavače materiálu	2:10	
7.	Promazání kluznice srovnávacích dorazů	1:10	
	Celkový čas údržby	13:04	

Tabulka 19 Preventivní údržba Pila Adige TS 71

Popis bodů, u kterých je možnost zlepšení:

- **Bod 7. Promazání kluznice srovnávacích dorazů** - V případě tohoto bodu údržby došlo k tomu, že posloupnost není racionální tzn. pracovník údržby se musel zpětně vracet k bodu, který mohl být již udělán v rámci **druhého bodu**, když byl pracovník údržby na stejném místě, a tudíž nemusel by se nemusel k danému bodu již vracet a ušetřil tím čas.

Dále jsem také provedl měření obsluhy stroje, která by měla probíhat při výměně směny a výsledky jsem zanesl do následující tabulky:

	popis údržby	čas[min:sec]	interval	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků(Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	1:30	1x směnu	
2.	Poslechová kontrola(nezvý zvuky, rány a vibrace)	0:30	1 x směnu	
3.	Kontrola stavu provozních kapalin	0:20	1x denně	
4.	Kontrola, případná výměna, řezného kotouče	0:35	1 x směnu	
5.	Kontrola vyčištění pracovního prostoru	x	1 x směnu	
6.	Kontrola podávacích popruhů	0:20	1 x směnu	
7.	Kontrola pevnosti dorazů na pile	0:25	1 x směnu	
8.	Kontrola ometacích kartáčů	1:00	1 x týdně	
9.	Kontrola vyčištění fotobuněk	0:30	1 x týdně	
10.	Vyčištění zubové dráhy srovnávacích dorazů	0:35	1 x týdně	
	Celkový čas údržby	5:25		

Tabulka 20 údržba prováděna obsluhou stroje Podavač Adige ST 660

Popis bodů, u kterých je možnost zlepšení:

- **5. Kontrola vyčištění pracovního prostoru** – v tomto bodě nebylo možné reálně změřit čas, kontrola probíhala po dobu celé údržby
- **6. Kontrola podávacích popruhů** – Zde byl problém s racionalizací bodu, pracovník mohl kontrolu provést zároveň v průběhu prvního bodu, kdy se během daného místa pohyboval. Takto se musel na dané místo vracet.

5.5. Adige ST 660 – podavač



Obrázek 29 Podavač Adige ST 660

Základní technické specifikace podavače adige ST 660:

- Maximální délka polotovaru 3000 mm
- Maximální průměr 80 mm

	popis údržby	čas[min:sec]	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků (Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	1:10	green
2.	Kontrola a namazání pohyblivých částí a) namazání kluzného vedení kluzným lakovým sprejem Metaflux 70-83	1:40	yellow
3.	Kontrola paletizačního zařízení	0:45	red
4.	Kontrola filtračních jednotek stlačeného vzduchu	3:30	green
	Celkový čas údržby	7:05	

Tabulka 21 Preventivní údržba podavač Adige ST 660

Popis bodů, u kterých je možnost zlepšení:

- **Bod 2. Kontrola a namazání pohyblivých částí** – Tento bod, splnil pracovník údržby jen částečně. Neprovedl namazání pohyblivých částí, a to z důvodu, že díky svým zkušenostem věděl, že v současném stavu je namazání dostačující a není zapotřebí zbytečného zásahu. Z toho vyplývá nejasné popsání bodu údržby.

Popis bodů údržby, ve kterých **je nutné zlepšení**:

- Bod 3. **Kontrola paletizačního zařízení** – Tento bod nebyl proveden. Důvod byl následující, obsluha stroje měla seřízené paletizační zařízení, proto by údržba způsobila časovou ztrátu způsobenou opětovným seřízením stroje.

Dále jsem také provedl měření obsluhy stroje, která by měla probíhat při výměně směny a výsledky jsem zanesl do následující tabulky:

	popis údržby	čas[min:sec]	interval	stav
1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků(Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)	0:25	1 x směnu	
2.	Poslechová kontrola(nezvý zvuky, rány a vibrace)	0:50	1 x směnu	
3.	Kontrola stavu oleje	x	1 x denně	
	Celkový čas údržby	1:15		

Tabulka 22 údržba prováděna obsluhou stroje Podavač Adige ST 660

Popis bodů údržby, ve kterých **je nutné zlepšení**:

- Bod 3 **Kontrola stavu oleje** – U tohoto bodu obsluha tvrdila, že je chybný a nemá kde hladinu oleje zkontrolovat. Tím pádem se buď jedná o **chybu ve formuláři**, anebo je obsluha stroje **špatně informována**.

6. Návrhy na zlepšení a standardizace údržbářský procesů ve společnosti Linet

Po zmapování a analýze údržbářských procesů a dále také z informací, které jsem získal v programu Profylax, jsem se rozhodl, že návrhy na zlepšení a nové standarty budu členit do dvou následujících kategorií:

- a) Zefektivnění pro pracovníky údržby a obsluhy strojů
- b) Návrhy zlepšení pro vedení společnosti

Nyní podrobně popíšu jednotlivé kategorie a navrhnu řešení problémů, jež byly v těchto kategoriích nalezeny.

6.1. Zefektivnění pro pracovníky údržby a obsluhy strojů

V předešlé kapitole jsem změřil údržbu na jednotlivých vybraných strojích a dále jsem také uvedl body údržby, kde jsem našel **možnost zlepšení** nebo **nutnost zlepšit**. Právě z těchto bodů a stejně tak z dalších poznatků, které jsem vyzoroval při jednotlivých měřeních jsem vyvodil závěry a doporučení, které jsou podrobně sepsány v následujících kapitolách.

Jednotlivé návrhy a standarty v této kapitole jsou následující:

- Standart pro uklizenost a dostupnost pro provedení preventivní údržby
- Racionalizace bodů údržby
- Převedení některých bodů z preventivních údržeb na autonomní údržby obsluhy stroje.
- Standart pro ukládání nářadí a přístrojů pro měření preventivní údržby
- Karta bezpečnostních prvků a údržba stroje

6.1.1. Standart pro uklizení pracoviště a dostupnost pro provedení preventivní údržby

Při měření údržby na profilovém laseru jsem zjistil, že v bodu č.10 **mazání dle mazacího plánu** byla zhoršena přístupnost pro provedení údržby. Problém spočíval v tom, že v době provádění údržby odešla obsluha stroje na **přestávku** a nepřipravila pracoviště pro provedení údržby. Je zřejmé, že obsluha stroje má bedny a palety nachystané pro výrobu, ale je nutné, aby v době preventivní údržby nepřekážely pracovníkům údržby.

Důsledky neodklizení byly následující:

- **Zhoršený přístup** k odmontování krytů
- **Zvýšení času** údržby
- Jak je z obrázku 27 patrné riziko **pracovního úrazu** pracovníka údržby – možnost spadnutí kovového polotovaru na pracovníka
- Riziko špatného provedení údržby z důvodu špatné viditelnosti a práci ve zhoršených podmínkách



Obrázek 30 Neuklizené pracoviště v době preventivní údržby



Obrázek 31 Standard úklidu pro provedení preventivní údržby

Z výše uvedených důvodů by u každého stroje mělo být:

- **Fotodokumentace jak má pracoviště před provedením preventivní údržby vypadat.**

Pořízení fotodokumentace ke každému stroji budou **zodpovědní** pracovníci údržby, kteří díky svým zkušenostem tyto snímky před zahájením údržby učiní. Jelikož je periodičita preventivních údržeb většinou okolo jednoho měsíce, tak od zadání tohoto úkolu maximálně do **tří měsíců** budou vyfoceny standarty pro všechny stroje.

Tento vytištěný standart bude následně umístěn u jednotlivých strojů, vedle dalších dokumentů jako je **5S standart**.

Za dodržení uvedeného standartu bude **zodpovídat** obsluha stroje, která bude muset pracoviště před zahájením údržby uvést do nově stanoveného standartu.

6.1.2. Racionalizace bodů preventivní údržby

K časovým ztrátám také dochází z důvodu, že některé body údržby nenavazují racionálně viz. Kapitola 2.6, kde popisují nutnost neustálého zlepšování a kontroly údržbářských procesů. Z tohoto důvodu by měl být brán ohled na zkušenosti a know-how pracovníků údržby.

Společnost Linet by měla neustále aktualizován pracovní postup preventivních údržeb na strojích ve společnosti

Pracovníci údržby by měli:

- Zaznamenávat problémy ohledně racionalizace pracovního postupu do formulářů.
- Pravidelně podávat návrhy nadřízeným
- Po konzultaci **aktualizovat** pracovní postup preventivních údržeb.

Racionalizací pracovního postupu se dosáhne:

- **Snížení času** preventivní údržby
- **Zvýšení volné časové** kapacity pracovníků údržby
- **Snížení prostoje** stroje z důvodu delších preventivních údržeb

6.1.3. Převedení některých bodů z preventivních údržeb na údržbu obsluhy stroje

Jedním ze základních pilířů TPM jak je popsáno v teoretické části této práce, je, aby byl kladen důraz na autonomní údržbu obsluhy stroje. Z mého mapování a po konzultaci s pracovníky údržby vyplynulo:

- Některé body preventivní údržby můžou a měly by být **převedeny** na autonomní údržbu obsluhou stroje.

Převedením bodů údržby na autonomní údržby obsluhy by mělo za následek:

- **Zvýšení volné časové kapacity** pracovníků údržby
- **Snížení doby provádění** preventivní údržby a tím snížení případného prostoje stroje.

6.1.4. Standart pro ukládání nářadí a přístrojů pro měření preventivní údržby

V popisu kapitoly 5.1 byl jedním z bodů, který jsem shledal jako **nutný zlepšení** byl případ, kdy pracovník údržby hledal měřicí přístroj na změření vodivosti vody. Situace byla taková, že tento měřicí přístroj je **společný** několika strojům na hale a obsluha strojů si jej dle potřeby půjčuje.

Chyba byla následující a způsobovala:

- Obsluha strojů ani pracovník údržby nevěděl, kde se přístroj nachází
- Hledání přístroje způsobovalo zbytečný ztrátový čas.

Proto by mělo být stanoveno:

- kde se nástroje, přístroje, přípravky potřebné k provedení údržby nachází
- Toto místo **označit a popsat**
- **Vždy** dané vybavení ukládat na stanovené místo

Navíc by dalším nařízením mělo být **stanoveno**, aby obsluha strojů tyto nástroje, přístroje, přípravky apod., které jsou společné pro několik strojů nachystaly pracovníkovy údržby před zahájením preventivní údržby.

6.1.5. Karta bezpečnostních prvků a údržba stroje

Při měření autonomní údržby na strojích, které prováděla obsluha stroje jsem si všimnul několika problémů a nedostatků, které je zapotřebí v kartě bezpečnostních prvků a údržby stroje napravit

Jedná se především o následující problémy:

- **Fotografie bodů údržby** – V současné době je karta údržby pro obsluhy strojů popsána pouze slovně. Jak jsem popsal v kapitole 5.5. je možné, že některé body údržby jsou špatně definovány, případně neví obsluha strojů **jak** a **kde** je provést. Také se musí brát v potaz fluktuace zaměstnanců a grafické znázornění může být pro nově příchozího zaměstnance velmi cenou pomůckou pro řádné provedení údržby. Proto navrhuji, aby byly:
 - **Body údržby očíslovány.**
 - **Vytvořen nový formulář formátu A4** – který bude zalamínován a na něm budou vyfoceny všechny body údržby obsluhy. Tento formulář bude k dispozici obsluze u každého stroje.
- **Špatné vykazování provedené údržby** – V současném vyplňování karty dochází k tomu, že se body údržby, které mají interval **1x denně** případně **1x týdně** provádí při každé směně, jak demonstruji na následujících obrázcích. Z toho vyvozují dva logické závěry:
 - **Buď je zbytečně prováděna údržba každou směnu** – Tím se zvyšuje spotřeba času obsluhy strojů, kterou by mohla věnovat výrobě.
 - **Údržba není prováděna řádně** – Potvrzení údržby provádí obsluha strojů, až po nějakém čase na jednou z důvodu provedení činnosti, tím dochází k tomu, že je problematické zjistit, jestli byla údržba skutečně řádně provedena.

The image shows two examples of maintenance cards. Each card has columns for task name, frequency, responsible party, and status (R for required, O for ok, N for not done). The first card is for 'Kontrola stavu oleje' (oil level check) with a frequency of '1 x denně' (once daily) and 'obsluha' (operator) as the responsible party. The second card is for 'Kontrola ometacích kartáčů' (brush inspection) with a frequency of '1 x týdně' (once weekly) and 'obsluha' as the responsible party. In both cards, the status columns are filled with a dense pattern of 'X' marks, indicating that the task was performed every time a shift occurred, which is not intended for these tasks.

Kontrola stavu oleje	1 x denně	obsluha	R	[Dense grid of X marks]																							
Kontrola ometacích kartáčů	1 x týdně	obsluha	R	[Dense grid of X marks]																							

Obrázek 32 Současný stav zaznamenávání prováděné údržby do karty bezpečnostních prvků a údržby stroje

Ať už je důvod špatně vykázané údržby kterýkoliv, je zapotřebí aby obsluhy strojů prováděly údržbu, **správně** a dle daného intervalu. Proto je důležité, aby byla obsluha strojů v této problematice pravidelně **proškolenána** a **kontrolována** z dodržování standartu údržby. Bod ohledně proškolenání je jedním ze základních pilířů **TPM!**

6.2. Návrhy zlepšení pro vedení společnosti

V průběhu získávání údajů ze systému pro plánování údržby profylax a dále také při provádění jednotlivých měření preventivních údržeb jsem si všimnul několika problémů a nedostatků, které popíši v následujících kapitolách a dále k těmto problémům také nastíním řešení.

Dva hlavní problémy, které jsem v rámci vypracování diplomové práce byly:

- **Nedostatečná a nekompletní databáze v programu profylax.**
- **Standardizování doby provádění jednotlivých preventivních údržeb**

6.2.1. Nedostatečná a nekompletní databáze v programu profylax

V systému profylax chybí celá řada důležitých údajů, které jsou důležité pro vyhodnocení údržby a také pro vyhodnocení efektivního využívání strojů jako je OEE. Pro společnost Linet je **velká škoda**, že nevyužívá naplno informační potenciál, který ji program profylax nabízí.

Jedná se především o následující položky, které popíši a zároveň k nim přidám doporučení jakým způsobem nedostatek odstranit:

- **Plánovaná doba údržby** – U většiny plánovaných preventivních údržeb chybí plánovaná doba údržby, která je důležitým informačním zdrojem pro plánování preventivních údržeb. Řešení je postupně dle nových formulářů doplnit všechny chybějící plány trvání jednotlivých údržeb. Tato doba je důležitým údajem s ohledem na kontrolu údajů zaznamenávaných o délce prováděných preventivních údržeb.

Provedené údržby

Pouze stroje s právem!

Detail | Seznam

Evidenční číslo **000274** Název **Nordson Color Max 3 automatická lakovací kabina**

Hlavní | Profese/Prac | Materiál | Dokumenty | Externí faktury | Úkony | Partner

08.05.2016 ne

Druh údržby : Lak2
 Typ údržby : Stupnovita
 Interval : 90
 Plán.datum : 1.05.2016 rozdíl dnů : -3
 Plán.trvání : 1 m
 Zod.osoba : 0
 Zakázka č. :

Hlášení

Diagnostika Stav plán rozdíl : 0,000

Typ opravy 1 4

obrázek 33 chybějící údaj o plánu trvání údržby v systému profylax

- **Cena strojů** u většiny položek není vyplněna cena stroje. Tento údaj je důležitý pro pochopení významnosti daného stroje.
- **Rozdělení rizik strojů** Systém profylax nabízí možnost v kartě strojů definovat riziko daného stroje. V současné době existuje ve společnosti Linet v kartě členění, které je nedostatečné a nevyovídající o skutečném stavu. Toto členění je **100 klíčový stroj a vyřazený stroj** (jak je patrné z obrázku č.31). Proto navrhuji, aby byl číselník rizik **aktualizován** a následně všechny stroje měly přiřazeny riziko dle nového dělení. Prozatím navrhuji dělení, které uvádím na následujících řádcích. Dle potřeb společnosti mohou být tyto rizika rozčleněna, ještě na podrobnější členění.
 - **10 nízké riziko při poruše** – Znamená, že v případě poruchy stroje není problém stroj zastoupit, případně zajistit rychlou opravu stroje vlastními silami.
 - **20 střední riziko při poruše** – Znamená, že v případě poruchy může být problém stroj zastoupit a i s jeho opravou můžou nastat komplikace.
 - **30 vysoké riziko při poruše** – Znamená, že stroj nemá ve společnosti zastoupení a jeho oprava může být značně problematická.

Karta stroje/nástroje

Evidenční číslo **000197** Název **Robot Motoman NX 100 - prac.13**

Detail | Seznam | Dopřívky | Ext | Nestupň. údržby | Opravy | Diag. | Hlášení | Plán údržeb | Provedené údržby | MTBF | Důly | Part

Výrobní číslo 014 Nákl. středisko 14401 Hrubá výroba - roboty 14401
 Jiné evidenční č. HM 138 Bod odstávky 14401 Hrubá výroba - roboty
 Datum instalace 24.11.2005 Umístění 13 Pracoviště 13
 Datum výroby 1.1.2005 Riziko 100 Klíčový stroj
 Výrobce Motoman; Německo Cena VYRAZENO Vyřazený stroj - časem zrušit z evidence
 Záruční doba Cena prostoje/hod
 Typy 1 1 Klíčový stroj - op.2

Údržba 1
 Druh RobotP1p
 Interval 30 út 1
 Poslední 4.10.2016
 T.pole před 10 po 10

Údržba 2
 Interval 60 út 2
 Poslední 4.10.2016
 T.pole před 10 po 10

Náklady
 Celkem Interní Externí Materiálové Prostoje

Čistící stanice Thielmann BRG-2000 D (nástroj fréza SKS)

Obrázek 34 Současný stav číselníku rizik

- **Vyplnění ceny prostoje a dobu prostojů způsobené poruchami** V současné době není u žádného stroje vyplněna **cena prostoje/hod** a dále také není uveden doba prostoje v případě poruchy. V současné době si lze o době prostoje stroje udělat představu pouze z doby trvání jednotlivých oprav, což ale určitě není skutečná doba prostoje. Proto je důležité, aby byly tyto údaje doplněny do systému profylax. Tím se dosáhne toho, že můžeme lehce kontrolovat náklady způsobené prostoji díky poruchám.

Riziko
 Cena
 Cena prostoje/hod

2 3 4

Údržba 2

Obrázek 35 současný stav cen prostojů v systému profylax

Karta stroje/nástroje

Karta stroje

Evidenční číslo **000423** Název **Adige LT 722 D - laser profilový**

Detail | Seznam | Dopřívky | Ext | Nestupň. údržby | Opravy | Diag. | Hlášení | Plán údržeb | Provedené údržby | MTBF | Důly | Partneri | Dokumenty | Foto

Datum	den	Druh údržby	Popis40(z prov.údržby)	Popis40(z druhu údržby)	Náklady celkem	Int.náklady	Ext.náklady	Mat.náklady	ProstojeNáklady	Prostoj	Typ	stavDg
11.04.2016	po	Laser pP1		1. kontrola a ověření funkčnosti bezpečn	555,00 Kč	555,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			
14.04.2016	čt	Externí op	Nefunkční podavač..... 14	Oprava stroje externí firmou	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			0,00
18.04.2016	po	Mech.op	prosim o nasazení klapky.....	Mechanická oprava	333,00 Kč	333,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			1,50
18.04.2016	po	Elekt.opr.	čidlo..... 18.04.2016 22.4	Oprava elektro	888,00 Kč	888,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			2,00
21.04.2016	čt	Mech.op	Nefunkční nakladač..... 21	Mechanická oprava	222,00 Kč	222,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			1,00
25.04.2016	po	Laser pP1		1. kontrola a ověření funkčnosti bezpečn	444,00 Kč	444,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			2,00
26.04.2016	út	Mech.op	oprava podavače materiálu.....	Mechanická oprava	333,00 Kč	333,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			1,50
02.05.2016	po	Mech.op	filtr..... 02.05.2016 4.4	Mechanická oprava	222,00 Kč	222,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00			1,00

Obrázek 36 Současný stav zaznamenávání prostojů a prostojových nákladů

Pokud by byly výše uvedené informace do budoucna implementovány, společnosti Linet by získala přehledný způsob, jak zjistit náklady způsobené prostoji a možnost identifikovat ztráty prostoji způsobené a následně možnost **zkoumání** a řešení **příčin** těchto poruch.

Na nadcházejícím příkladu se pokusím ukázat kolik činí náklady spojené s prostoji. Pro výpočet vycházím z údajů, které jsem použil v kapitole 4.2.1. Vycházím z optimistického předpokladu, že **doba trvání opravy při poruchách = době prostoje stroje**. U profilového laseru Adige byla doba oprav za 12 měsíců $t_{prost}=250$ hodin. Po odeslání dotazu na oddělení technologie jsem zjistil, že HNS_{laser} (Hodinová nákladová sazba) = **1 100 Kč/Nhod**. Dále taky k celkovým nákladům na údržbu za posledních 12 měsíců je potřeba připočítat náklady na údržbu, tj. interní, externí mzdové náklady údržby $N_{oprav}=94\,137$ Kč, které jsem už jednou uváděl v kapitole 4.2.1 této práce.

Náklady způsobené prostojem stroje v době poruchy jsou:

$$N_{prost} = t_{prost} \cdot HNS_{laser} = 250 \cdot 1\,100 = 275\,000 \text{ Kč}$$

$$N_C = N_{prost} + N_{oprav} = 275\,000 + 94\,137 = 369\,137 \text{ Kč}$$

Je tedy patrné, že za období jednoho roku činily náklady údržby poruch a prostojů u profilového laseru adige LT 722 D **369 137 Kč**. Musíme brát v potaz, že tyto ztráty mohou být vyšší, pokud se jedná o **úzkoprofilový stroj**, jehož odstávka může způsobit další problémy a prostoje v navazující výrobě.

Pozn. K výpočtu byla sazba **HNS** pozměněna z důvodu citlivých interních informací ve společnosti.

6.2.2. Standardizování doby provádění jednotlivých preventivních údržeb

Jedním z hlavních úkolů, s kterým jsem se potýkal bylo změření časů vybraných preventivních údržeb. Tato měření jsem provedl v kapitole 5 této práce. Nyní jsem mnou naměřené časy preventivních údržeb porovnal s časy stejných stupňovitých údržeb provedených v posledních pěti měsících. Hodnoty časů předešlých údržeb jsem získal v systému profylax. Výsledky jsem vynesl do následující tabulky.

Údržba	Pila Adige TS 71 [hod]	Podavač Adige ST 660 [hod]	Lakovací kabina Nordson Color Max 3 [hod]	Laser Adige LT 722 D [hod]
1.	1,5	1	1	1,5
2.	1	1,5	0,5	1,5
3.	0,5	0,5	0,25	4,5
4.	1	0,5	1	1
5.	2	0,5	1	1,5
aritmetický průměr	1,2	0,8	0,75	2
Zjištěné údaje v DP	0,218	0,118	0,171	0,775
Poměr	5,50	6,78	4,39	2,58

Tabulka 23 Porovnání časů údržeb

Z tabulky je patrné, že všechny mnou naměřené údaje jsou **několikanásobně kratší** než aritmetický průměr pěti předešlých údržeb, které byly zaneseny do systému profylax.

K tomuto rozdílu mohlo dojít z důvodů:

- Pozdního zaznamenání času údržby do pracovního příkazu
- Záměrným navýšením odpracovaných hodin

Je také zřejmé, že dvě stejné údržby nebudou mít nikdy stejný čas, a to především z důvodu, že v některých údržbách je nalezen **závažnější problém**, který musí údržba řešit na místě a tím pádem se čas údržby může několikanásobně prodloužit.

Připouštím, že pro vyvození závěrů nebylo s ohledem na časovou náročnost naměřeno dostatečné množství dat a tím pádem může být tento rozdíl neprůkazný.

V případě, že by se prokázalo, že dochází k umělému navýšování času preventivních údržeb navrhuji:

- Zjištění časů jednotlivých preventivních údržeb, které proběhly **bez zbytečných komplikací a oprav** a jejich zaznamenání do Profylaxu do kolonky **plán trvání údržby**
- V případě odchylek od plánu, zaznamenat do pracovního příkazu důvod vyššího času tzn. nalezená závada, další problém apod.

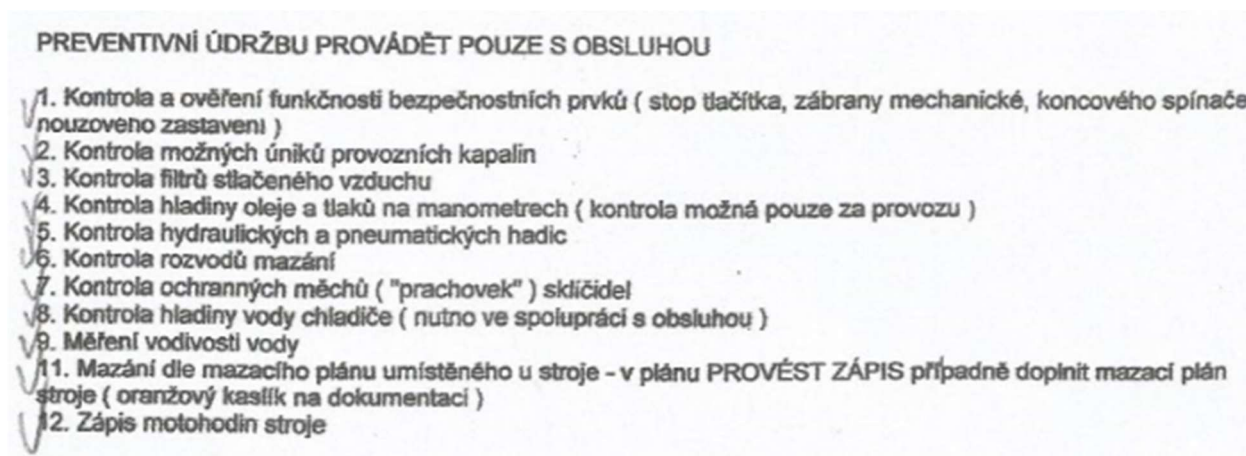
Jakým způsobem objektivně zjistit plánované časy jednotlivých údržeb popíšu v kapitole **aktualizovaný formulář preventivní údržby**.

6.3. Aktualizovaný formulář pro provádění preventivních údržeb

V současné době má formulář pro provádění preventivních údržeb mnoho nedostatků, proto v této kapitole navrhnu aktualizovaný formulář, kde jednotlivé změny formuláře popíšu a vysvětlím jejich výhodu oproti předchozímu stavu.

Nedostatky, který v současnosti pracovní příkaz má, a které je vhodné vylepšit jsou:

- **Chybějící kolonka pro potvrzení provedení daného bodu údržby** – V současné době pracovníci údržby zaznamenávají provedení jednotlivých bodů údržby hned vedle daného bodu na pracovním příkazu. To může být v případě delších údržeb **nepřehledné** a může vést k opomenutí **některého bodu údržby** (což se málem při mém měření jedné preventivní údržby stalo). Současný stav můžete vidět na následujícím obrázku, z kterého je patrné nepřehlednost uvedeného způsobu záznamu.



Obrázek 37 současný stav zaznamenávání provedeného bodu údržby

- **Chybějící seznam nástrojů, přístrojů apod. potřebných k provedení údržby** – v současné době nejsou nikde uvedeny nástroje, které jsou zapotřebí k provedení daného bodu údržby. Tento fakt může mít za následek prodloužení trvání údržeb.
- **Grafické znázornění bodů údržby** – stejně jako v případě údržby obsluhy strojů, chybí k preventivním údržbám **grafická návodka**. Stejně, jako ta v případě údržby obsluhy, by tato návodka byla formátu A4 zalaminována u každého stroje a pracovník údržby by se vždy před zahájením údržby pro lepší orientaci do této grafické návodky podíval. Společnost musí brát také v potaz fluktuaci zaměstnanců, pro které může být tato návodka velkou pomocí pro bezchybné provedení údržby.

- **Zbytečně velká tabulka na doplňující záznamy** – z mého pohledu zbytečně mnoho řádků a chybí zde jiné důležité údaje, které popíší, za malou chvíli u aktualizované tabulky
- **Popis činností, poznámky** – zde je zapotřebí restrukturalizaci této části.

Pracovní příkaz																								
000283/Pila ADP1p/5		vyhotoveno : 01.11.2016																						
				Strana 1 z 1																				
Evidenční č.: 000283 Název : Adige TS 71 - pila Datum : 02.11.2016 st Druh údržby : Pila AdP1p Středisko : Hrubá výroba - pilý 14101																								
<p>Popis údržby : Před započítím práce je pracovník údržby povinen si vyzvednout manuál nebo provozní dokumentaci (na dílně nebo v kanceláři údržby) a seznámit se s popisem, který odpovídá dané opravě strojního zařízení. Součástí seznámení je rovněž seznámení s analýzou rizik a přijatých bezpečnostních opatření pro práci na stroji. K nahlédnutí na intranetu linetu http://intranet/q/bozp_rizika/.</p> <p style="text-align: center;">ÚDRŽBU PROVÁDĚT POUZE S OBSLUHOU STROJE.</p>																								
2																								
1																								
provedeno	bod údržby	Popis údržby		potřebné vybavení																				
	1.	Kontrola a ověření funkčnosti bezpečnostní prvků (Stop tlačítka, světelné brány, zábrany mechanické apod)		x																				
	2.	kontrola funkce koncových spínačů - případně výměna spínače		x																				
	3.	Kontrola pevnosti dorazů		šroubovák plochý																				
	4.	Kontrola stavu provozních kapalin - případné doplnění		x																				
	a)	Olej v nástrojové hlavě		x																				
	b)	Olej v hydraulické jednotce		x																				
	c)	Kluznice srovnávacích dorazů		x																				
	d)	Vodící dráha nástrojové hlavy		x																				
	5.	Kontrola Rozvaděče a jeho vyčištění		stlačený vzduch																				
	6.	Kontrola Stavů podavače materiálu		x																				
	7.	Promazání kluznice srovnávacích dorazů		x																				
<p>Záznamy o době trvání údržby</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Datum provedení údržby</th> <th style="width: 25%;">Jméno pracovníka</th> <th style="width: 10%;">Zahájení údržby</th> <th style="width: 10%;">Konec údržby</th> <th style="width: 30%;">Podpis obsluhy stroje/mistra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Datum provedení údržby	Jméno pracovníka	Zahájení údržby	Konec údržby	Podpis obsluhy stroje/mistra															
Datum provedení údržby	Jméno pracovníka	Zahájení údržby	Konec údržby	Podpis obsluhy stroje/mistra																				
<p>Popis činností poznámky</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">problém u bodu č.</th> <th style="width: 90%;">popis problému</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					problém u bodu č.	popis problému																		
problém u bodu č.	popis problému																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 20%;">Pracovní příkaz vydal</th> <th style="width: 20%;">Pracovní příkaz vyplnil</th> <th style="width: 20%;">Provedení údržby potvrdil</th> <th style="width: 25%;">prov. údržbu zadal do PC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jméno hůlkově:</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Podpis:</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>						Pracovní příkaz vydal	Pracovní příkaz vyplnil	Provedení údržby potvrdil	prov. údržbu zadal do PC	Jméno hůlkově:					Podpis:									
	Pracovní příkaz vydal	Pracovní příkaz vyplnil	Provedení údržby potvrdil	prov. údržbu zadal do PC																				
Jméno hůlkově:																								
Podpis:																								
3																								

Obrázek 38 Nový aktualizovaný pracovní příkaz

Popis nových bodů aktualizovaného pracovního příkazu přínosy vyplívající z jejího zavedení:

- **Bod 1** – Do nových kolonek tabulky může pracovník **křížkem** potvrdit, že daný bod údržby splnil, již nebude hrozit, že z důvodu nepřehlednosti bude některý bod **opomenut**.
- **Bod 2** – **Potřebné vybavení** nejprve bude zapotřebí zjistit potřebné vybavení pro provedení jednotlivých preventivních údržeb. Zaznamenat tyto údaje budou mít za úkol pracovníci údržby a následně se zadají nastálo do databáze profylaxu. Tyto údaje můžou **zrychlit provádění** jednotlivých údržeb.
- **Bod 3** –Upravená tabulka. Nejdůležitější změna je kolonka na **podpis obsluhy stroje** případně **mistra**, který potvrdí **dobu provádění preventivní údržby**. Tímto způsobem bude jasné kolik daná údržba zabrala času. Tato informace **musí** být následně zanesena do systému profylax do kolonky plánovaná doba údržby dle kapitoly 6.2.1 této práce.
- **Bod 4** – Zde navrhuji změnu, aby mohl zaměstnanec údržby zanést bod údržby ve kterém našel problém a musel ho řešit. Tímto bude jasné kde přesně nastal v dané preventivní údržbě problém a proč například dané preventivní údržba trvala delší dobu než plánovaná doba této údržby.

6.4. Metodika hledání nových standardů v oblasti údržby

V této závěrečné kapitole, bych chtěl navrhnout metodiku, jakou by společnost měla v budoucnu postupovat, aby našla nové standardy v oblasti údržby. Mnou nalezené standarty a návrhy na zefektivnění vychází z limitovaného počtu měření a je zřejmé, že v případě dalších měření by byly nalezeny další nedostatky, které by mohly vést k implementování nových standardů do procesů údržby.

Kroky by měly být následující:

1. **Stanovení metodiky pro identifikaci problematických strojů** – Je důležité, kontrolovat problematické stroje tzn. stroje, která mají z pohledu údržby nejvíce nedostatků. V této práci byla pro identifikaci použita metoda vícekriteriálního rozhodování, ta by mohla být jedním z řešení tohoto problému. Většina dat důležitých pro identifikaci problematických strojů je možno nalézt v systému Profylax. Toto vyhodnocování by mělo být prováděno ve stanovených intervalech (**měsíčně** nebo **kvartálně**).

2. **Měření problematických strojů** – Následně by měly být na kameru zaznamenány měření údržby u **několika** nejhůře hodnocených (závisí na volných lidských zdrojích společnosti) strojů.
3. **Analýza a vyhodnocení měření** – V Dalším kroku by měly být změřené údržby vyhodnoceny. To znamená změřeny časy jednotlivých bodů údržby (možnost kontroly doby celkového trvání údržby oproti předešlým údržbám/plánované době údržby) a přiřazení hodnocení k jednotlivým bodům tzn. které body údržby proběhly bez komplikací a kde byly nalezeny **nedostatky**. Hodnocení by mohlo být převzato na základě této práce tzn. na **zelené** (bez problému), **žluté** (s možnostmi zlepšení) a **červené** (s nutností zlepšení)
4. **Popis problematických bodů** – Následně by měly být problematické body, tj. žluté a červené co nejpodrobněji popsány
5. **Podání nových standardů a návrhů na zlepšení** – Dle popisu problematických bodů by měly být podány nové návrhy na standardy a zlepšení procesů údržby.
6. **Schválení nových standardů a zlepšení** – Nové návrhy na zlepšení a standardy by měly být předneseny vedení společnosti, která jednotlivé návrhy schválí nebo odmítne. Schválené návrhy budou obsahovat datum do kdy mají být implementovány a kdo je za tuto implementaci zodpovědný.
7. **Implementace schválených zlepšení** – V závěrečné fázi by měly být nově schválené zlepšení a standardy implementovány do termínu stanoveného vedením společnosti.

ZÁVĚR

Tato práce pojednává o zmapování a zefektivňování údržbářských procesů ve společnosti Linet, jelikož je kvalitní údržba důležitým prvkem výrobního procesu, a tudíž je důležité, aby se maximální měrou podílela na bezproblémovém chodu společnosti, který může v případě jejího selhání vést k velkým ztrátám a neefektivitě. V první části, kterou značím jako teoretickou představím společnost Linet a dále také rozepíši důležité teoretické poznatky, které jsou zapotřebí pro pochopení konceptu údržby jako celku a dále jsou také důležité pro zdárné vypracování praktické části.

Navazující praktická část začíná analýzou současného systému řízení a plánování údržby ve společnosti Linet, kde také popíšu některé části systému profylax, který je ve společnosti implementován. Následně se již zabývám výběrem strojů pro zmapování údržbářských procesů. Pro tento výběr využiji nástroj vícekriteriálního rozhodování, z něhož mi po následné vyhodnocení vyšly čtyři stroje, u kterých provedu zmapování preventivních stupňovitých údržeb a u dvou strojů dále měření údržby, kterou provádí obsluha strojů.

Samotné zmapování vybraných strojů provedu v následující kapitole, kde časy naměřených údržeb zanesu do tabulek a také analyzuji body údržby u kterých byl nalezen problém a tyto body následně popíši.

Poslední část je pro vedení společnosti nejdůležitější, jelikož v ní podávám návrhy a standardy na zlepšení údržbářských procesů. Tyto návrhy vychází především ze samotného měření vybraných údržbářských procesů a dále také z poznatků, které jsem získal při analýze systému profylax. Samotné návrhy dělím na dvě hlavní skupiny. V první řeším problémy a dále také navrhuji zlepšení a nové standardy z hlediska pracovníků údržby. Ve druhé části této kapitoly jsem se zaměřil na návrhy, které by pomohli lépe kontrolovat a analyzovat údržbu z hlediska vedení společnosti. Dále jsem také navrhl aktualizovaný pracovní příkaz, který pomáhá jak pracovníkům údržby, tak vedení společnosti.

Dle výše uvedených skutečností, je patrné, že cíle této diplomové práce, které jsem uváděl na začátku této práce byly splněny. Hlavní přínos této práce považuji v tom, že upozorňuje společnost na nedostatky, které údržba společnosti v současné době má a dále také popisuje přínosy, které nastanou po přijetí mnou navrhovaných nápravných opatření.

Použitá literatura

- [1] VOŠTOVÁ, Věra, Karel JEŘÁBEK a František HELEBRANT. Provoz a údržba strojů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02531-4
- [2] HELEBRANT, František, Technická diagnostika a spolehlivost – IV. Provoz a údržba strojů. VŠB – TU Ostrava, 1. vydání, 130s., ISBN 978-80-248-1690-0.
- [3] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [4] DHILLON, B. S. Engineering maintenance: a modern approach. Boca Raton, FL: CRC Press, 2002. ISBN 1587161427.
- [5] POŠTA, Josef Diagnostické metody – základ preventivní údržby podle technického stavu
URL : <http://udrbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artikul/article/diagnosticke-metody-zaklad-preventivni-udrzby-podle-technickeho-stavu/>
- [6] SUCHAN, Vojtěch, Analytické operace ve firmě trochu jinak (3. díl: Prediktivní údržba)
URL: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/analyticke-operace-ve-firme-trochu-jinak-3.-dil-prediktivni-udrzba.htm>
- [7] EN 15341 Maintenance – Maintenance Key Performance Indicators
- [8] BAUDART, Frederic, Číslo nelžou URL:
http://udrbapodniku.cz/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=7007&cHash=60f5f17550&type=98
- [9] WENDY, Torell, VICTOR, Averal, Střední doba mezi poruchami: vysvětlení a standardy.
URL: http://www.apc.com/salestools/VAVR-5WGTSB/VAVR-5WGTSB_R0_CZ.pdf
- [10] O'BRIEN, Jeff, The 19 reasons to invest in a CMMS. URL:
<http://cdn2.hubspot.net/hubfs/433051/19-reasons-to-invest-in-cmms-software-1.pdf>
- [11] FOTR, J, a kol. : Manažerské rozhodování, metody, postupy a nástroje, Praha 2006. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [12] Výroční zprávy společnosti Linet s r.o. dostupné z URL: <http://www.justice.cz>

[13] SUZUKI, Tokutarō. *TPM in process industries*. Portland, Or.: Productivity Press, c1994. ISBN 1563270366.

[14] Žilka, M. *Strategie systému údržby ve strojírenském podniku*. Praha: CVUT, 2006. Diplomová práce. CVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav řízení a ekonomiky podniku.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Logo společnosti Linet s r.o	11
Obrázek 2 organizační schéma společnosti Linet s r.o.....	12
Obrázek 3 Certifikát ISO 9001	14
Obrázek 4 Vývoj počtu zaměstnanců ve společnosti Linet	15
Obrázek 5 přehřátí uložení ložiska	19
Obrázek 6 Základní pilíře TPM	21
Obrázek 7 Implementace autonomní údržby.....	22
Obrázek 8 členění prvků OEE.....	26
Obrázek 9 Poměr lidských chyb v závislosti na životním cyklu zařízení	34
Obrázek 10 Schéma organizační struktury oddělení údržby.....	37
Obrázek 11 Seznam pracovníků údržby ve společnosti Linet	38
Obrázek 12 karta stroje v systému profylax.....	39
Obrázek 13 Plán údržeb daného stroje v systému profylax.....	39
Obrázek 14 – Proces zpracování preventivní údržby	40
Obrázek 15 Pracovní příkaz preventivní stupňovité údržby.....	40
Obrázek 16 Proces zpracování závady nebo poruchy	41
Obrázek 17 Hlášení poruch v programu profylax.....	41
Obrázek 18 Výsledky pomocí bazické metody pomocí NV_1	54
Obrázek 19 Výsledky pomocí bazické metody pomocí NV_2	54
Obrázek 20 Výsledky pomocí metody lineárních funkce dílčích utilit dle NV_1	55
Obrázek 21 Výsledky pomocí metody lineárních funkce dílčích utilit dle NV_2	56
Obrázek 22 Laser profilový – adige LT 722 D.....	58
Obrázek 23 Časová Ztráta při měření vodivosti vody údržby.....	60
Obrázek 24 Časová Ztráta způsobena špatným přístupem k provedení údržby.....	60

Obrázek 25 Celkové rozložení času preventivní údržby na profilovém laseru Adige LT 722 D61	
Obrázek 26 Lakovací kabina NordsonColor Max3.....	62
Obrázek 27 Lakovací kabina NordsonMicro 17 Max.....	63
Obrázek 28 Pila-Adige TS 71	64
Obrázek 29 Podavač Adige ST 660	66
Obrázek 30 Neuklizené pracoviště v době preventivní údržby	69
Obrázek 31 Standart úklidu pro provedení preventivní údržby.....	69
Obrázek 32 Současný stav zaznamenávání prováděné údržby do karty bezpečnostních prvků a údržby stroje	72
obrázek 33 chybějící údaj o plánu trvání údržby v systému profylax.....	74
Obrázek 34 Současný stav číselníku rizik.....	75
Obrázek 35 současný stav cen prostojů v systému profylax.....	75
Obrázek 36 Současný stav zaznamenávání prostojů a prostojových nákladů	75
Obrázek 37 současný stav zaznamenávání provedeného bodu údržby.....	78
Obrázek 38 Nový aktualizovaný pracovní příkaz.....	79

Seznam tabulek

Tabulka 1 vybrané finanční ukazatele společnosti.....	15
Tabulka 2 poměrové ukazatel společnosti Linet s r.o.	16
Tabulka 3 členění indikátorů dle EN 15341.....	24
Tabulka 4 jednoduché metody hodnocení vícekriteriálního hodnocení	36
Tabulka 5 stanovení vah kritérií pomocí bodovací metody	44
Tabulka 6 stanovení vah kritérií pomocí metody preferenčního pořadí	45
Tabulka 7 Parametry posuzovaných strojů	47
Tabulka 8 Normované váhy dle metody preferenčního pořadí a pomocí bodovací stupnice.	49
Tabulka 9 Výpočet dílčích ohodnocení pomocí metody bazické varianty	49
Tabulka 10 Celkové hodnocení variant pomocí metody bazické varianty.....	50
Tabulka 11 Normované váhy dle metody preferenčního pořadí a pomocí bodovací stupnice	52
Tabulka 12 Výpočet dílčích ohodnocení pomocí metody lineárních dílčích funkcí utility	52
Tabulka 13 Celkové hodnocení variant pomocí metody lineárních funkcí dílčích utilit	53
Tabulka 14 Výsledné pořadí dle bazické metody.	55
Tabulka 15 Výsledné pořadí dle metody lineární funkce dílčích utilit	56

Tabulka 16 Preventivní údržba profilového laseru Adige LT 722 D.....	59
Tabulka 17 Preventivní údržba NordsonColor Max.....	62
Tabulka 18 Preventivní údržba NordsonMicro 17 Max.....	63
Tabulka 19 Preventivní údržba Pila Adige TS 71.....	64
Tabulka 20 údržba prováděna obsluhou stroje Podavač Adige ST 660	65
Tabulka 21 Preventivní údržba podavač Adige ST 660.....	66
Tabulka 22 údržba prováděna obsluhou stroje Podavač Adige ST 660	67
Tabulka 23 Porovnání časů údržeb.....	77

Příloha č.1 – Karta bezpečnostních prvků a údržby stroje

KARTA BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ A UDRŽBY STROJE																																							
Název stroje: Lakovací kabina Color Max 3 automatická																Měsíc:																							
Činnosti obsluhy																																							
Interval	Provádí:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.							
Interval	Provádí:																																						
1x směnu	obsluha	R																																					
1x směnu	obsluha	R																																					
1x směnu	obsluha	R																																					
1x směnu	obsluha	R																																					
1x směnu	obsluha	R																																					
2 x směnu (po 4 hodinách)	obsluha	R																																					
2 x směnu (max. po 4 hodinách)	obsluha	R																																					
2 x směnu	obsluha	R																																					
2 x směnu	obsluha	R																																					
1x směnu	obsluha	R																																					
1 x denně	obsluha	R																																					
1x směnu	obsluha	R																																					
Ramni		Podpis																																					
Odpoledni		Podpis																																					
Nočni		Podpis																																					