

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Diplomová práce

Návrh systému údržby v podniku zemědělské prvovýroby

Bc. Stanislav Rada

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Stanislav Rada

Zemědělské inženýrství
Zemědělská technika

Název práce

Návrh systému údržby v podniku zemědělské prvovýroby

Název anglicky

Proposal of maintenance system at chosen farm

Cíle práce

Na základě rešerše aktuálních trendů v oblasti systémů managementu údržby a zjištění současného stavu řízení údržeb v podniku (systém údržby, dokumentace, vyhodnocování apod.) navrhnout zlepšení systému managementu údržby s detailním rozpracováním systému u vybraných strojů, navrhnout rozdělení údržbářských kompetencí mezi dealery a provozovatele techniky. Navrhnout metodiku hodnocení produktivity systému. V závěru práce pak navržený systém zhodnotit

Metodika

Pro zpracování práce bude použita metoda analýzy a syntézy. K analýze budou využita primární a sekundární data – primární data o organizaci budou získána technikou dotazování, pozorováním a seznámením se s dokumentací organizace k systému údržby. Sekundární pak studiem odborné literatury v oblasti řízení údržby.

1. Úvod

Popis aktuálních trendů v oblasti systémů managementu údržby.

2. Cíl práce

3. Metodika práce

4. Současný stav údržeb v podniku

Popis současného stavu řízení údržeb v podniku (systém údržby, diagnostické metody, dokumentace, vyhodnocování apod.) a jeho diskuse s cílem jeho srovnání s aktuálními požadavky na moderní systémy řízení údržby.

5. Návrh zlepšení systému údržby

Na základě rozboru současného stavu řízení údržby v podniku navrhnout zlepšení systému managementu údržby s detailním rozpracováním systému u vybraných strojů, navrhnout rozdělení údržbářských kompetencí mezi dealery a provozovatele techniky. Návrh administrace systému. Navrhnout metodiku hodnocení produktivity systému (klíčové indikátory apod.)

6. Ekonomické zhodnocení navrženého systému a závěr



Doporučený rozsah práce

50-60

Klíčová slova

údržba, zemědělská technika

Doporučené zdroje informací

KREIDL, M. – ŠMÍD, R.: Technická diagnostika – senzory, metody, analýza signálu. BEN – technická literatura, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6

LEGÁT, V. at al. Management a inženýrství údržby. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2013, 570s. ISBN 978-80-7431-119-2.

LEVITT, J. Complete guide to preventive and predictive maintenance. New York: Industrial Press, 2011. ISBN 978-0-8311-3441-9.

PAVLŮ, Jindřich. Jakost, spolehlivost a obnova strojů: část 2 – Obnova strojů (Odborný konzultant: Vladimír Jurča) [CD]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, Katedra jakosti a spolehlivosti strojů, 2019, ISBN 978-80-213-2926-3.

PEXA, M., PETERKA, B. ALEŠ, Z., Technická diagnostika. Praha: CZU v Praze, 2011. . ISBN 978-80-213-2177-9

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2021

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Návrh systému údržby v podniku zemědělské prvovýroby" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Vladimíru Jurčovi, CSc. za vedení mé diplomové práce a poskytnutí cenných rad.

Návrh systému údržby v podniku zemědělské prvovýroby

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá údržbou, ta je nedílnou součástí každého výrobního procesu. V první části jsou uvedeny etapy vývoje údržby. Jako další jsou zde popsány typy údržby a organizační struktura. Následně jsou prezentována doporučená preventivní opatření, která pomáhají předcházet poruchám. Také jsou zde zmíněny některé aktuální trendy v oblasti údržby. V závěru první části jsou představeny jednotlivé druhy poškození strojních součástí. Druhá část je věnována charakteristice společnosti TZK Myslív a.s. a jejímu aktuálnímu přístupu k údržbě. Je zde vyjmenováno vybavení dílny, způsob zjišťování poruch a jejich dokumentace. Na vybraných strojích jsou popsány nejčastější poruchy a preventivní opatření, která se provádějí. Ve třetí části je na základě získaných informací navržen vhodný systém údržby pro tuto společnost. V závěru této části je zhodnocen navrhovaný systém z ekonomického hlediska a jsou navrženy možnosti hodnocení efektivnosti systému.

Klíčová slova: údržba, systém údržby, poškození strojů, preventivní údržba, prediktivní údržba, dokumentace údržby, zemědělská technika, porucha

Proposal of maintenance system at chosen farm

Abstract:

This diploma thesis deals with maintenance, which is an integral part of every production process. In the first part are presented the stages of maintenance development. Further, the types of maintenance and the organisational structure are described. Then, recommended preventive measures are presented to help in the prevention of disorders. There are mentioned also some current trends in maintenance area. At the end of the first part, individual types of damage of machine parts are introduced. The second part is dedicated to the characteristics of TZK Myslív a.s. and its current attitude to maintenance. The workshop equipment, the method of fault detection and the documentation of faults are mentioned. The most common faults on selected machines are described and the preventive measures to be implemented. In the third part, a relevant maintenance system for this company is designed – based on the information obtained. In the end of this part is evaluated the designed system from an economic point of view and the possibilities of evaluating the effectiveness of the system are proposed.

Keywords: maintenance, maintenance system, machine damage, preventive maintenance, predictive maintenance, maintenance documentation, agricultural machinery, failure

Obsah

| | |
|--|----------|
| 1. ÚVOD | 1 |
| 1.1. ÚDRŽBA..... | 1 |
| 1.2. MANAGEMENT ÚDRŽBY | 2 |
| 1.2.1. Vývoj v oblasti organizace údržby | 3 |
| 1.3. TYPY ÚDRŽBY..... | 6 |
| 1.3.1. Údržba po poruše | 7 |
| 1.3.2. Preventivní údržba – s předem stanovenými intervaly | 7 |
| 1.3.3. Preventivní údržba – podle stavu | 7 |
| 1.3.4. Prediktivní údržba | 7 |
| 1.4. ORGANIZAČNÍ STRUKTURY ÚDRŽBY | 10 |
| 1.4.1. Centralizovaná..... | 10 |
| 1.4.2. Decentralizovaná..... | 11 |
| 1.4.3. Kombinovaná | 11 |
| 1.4.4. Externí | 11 |
| 1.4.5. Outsourcing | 11 |
| 1.5. DOPORUČENÉ ČINNOSTI PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY | 12 |
| 1.5.1. Vnější očištění strojů | 12 |
| 1.5.2. Kontrola strojů pomocí smyslů | 12 |
| 1.5.3. Mazání..... | 13 |
| 1.5.4. Péče o pneumatiky | 14 |
| 1.5.5. Péče o akumulátory | 14 |
| 1.5.6. Péče o řemenové a řetězové převody | 15 |
| 1.6. AKTUÁLNÍ TRENDY V ÚDRŽBĚ..... | 15 |
| 1.6.1. Komplexní produktivní údržba (TPM)..... | 15 |
| 1.6.2. Průmysl 4.0 | 16 |
| 1.6.3. Expertní systémy | 17 |
| 1.6.4. Čištění olejů | 18 |
| 1.7. POŠKOZENÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ | 18 |
| 1.7.1. Adhezivní opotřebení | 19 |
| 1.7.2. Vibrační opotřebení..... | 20 |
| 1.7.3. Abrazivní opotřebení..... | 21 |
| 1.7.4. Erozivní opotřebení | 22 |
| 1.7.5. Únavové opotřebení | 23 |
| 1.7.6. Kavitační opotřebení | 24 |
| 1.7.7. Koroze kovů | 25 |
| 1.7.8. Otlačení | 27 |
| 1.7.9. Deformace | 27 |
| 1.7.10. Trhliny a lomy | 28 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2. | CÍL PRÁCE | 29 |
| 3. | METODIKA PRÁCE | 29 |
| 4. | SOUČASNÝ STAV ÚDRŽEB V PODNIKU | 29 |
| 4.1. | CHARAKTERISTIKA PODNIKU | 29 |
| 4.1.1. | Organizační struktura | 30 |
| 4.1.2. | Podnikatelské aktivity společnosti | 32 |
| 4.2. | ZMĚNA NA TZK MYSLÍV A.S. | 33 |
| 4.2.1. | Rostlinná výroba | 34 |
| 4.2.2. | Živočišná výroba | 35 |
| 4.3. | AKTUÁLNÍ PŘÍSTUP K ÚDRŽBĚ | 37 |
| 4.3.1. | Předsezonní opravy | 38 |
| 4.3.2. | Olejové a skladové hospodářství | 39 |
| 4.3.3. | Diagnostika poruch strojů a zařízení | 39 |
| 4.3.4. | Dokumentace údržby | 39 |
| 4.3.5. | Externí údržba | 40 |
| 4.3.6. | Údržba strojů a zařízení | 40 |
| 5. | NÁVRH ZLEPŠENÍ SYSTÉMU ÚDRŽBY | 48 |
| 5.1. | NÁVRH PLÁNOVÁNÍ A EVIDENCE ÚDRŽBY | 48 |
| 5.1.1. | Návrh dokumentace pro TZK Myslív a.s. | 50 |
| 5.2. | NÁVRH SYSTÉMU ÚDRŽBY | 52 |
| 5.2.1. | Nakladače | 53 |
| 5.2.2. | Traktory Claas | 55 |
| 5.2.3. | Traktory Zetor | 55 |
| 5.2.4. | Nákladní automobily | 56 |
| 5.2.5. | Ostatní stroje a zařízení | 56 |
| 5.3. | PRODUKTIVITA SYSTÉMU ÚDRŽBY | 56 |
| 5.3.1. | Návrh ukazatelů produktivity pro TZK Myslív a.s. | 57 |
| 6. | EKONOMICKÉ ZHDNOCENÍ NAVRŽENÉHO SYSTÉMU | 57 |
| 7. | ZÁVĚR | 59 |
| 8. | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 60 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 Přehled typů údržby | 6 |
| Obrázek 2 Matice kritičnosti..... | 8 |
| Obrázek 3 Rozdělení strojů do kategorií | 9 |
| Obrázek 4 Rozhodovací mapa | 10 |
| Obrázek 5 Pilíře TPM..... | 16 |
| Obrázek 6 Vývoj výměry obdělávané půdy (1999-2015) | 30 |
| Obrázek 7 Organizační struktura společnosti | 30 |
| Obrázek 8 Vývoj výměry obdělávané půdy (2016-2020) | 34 |
| Obrázek 9 Evidované údaje o objektech..... | 50 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Výrobní náplň společnosti | 32 |
| Tabulka 2 Hlavní odběratelé..... | 33 |
| Tabulka 3 Hlavní dodavatelé | 33 |
| Tabulka 4 Výrobní náplň | 35 |
| Tabulka 5 Živočišná produkce..... | 36 |
| Tabulka 6 Majetek společnosti | 36 |
| Tabulka 7 Náklady na údržbu..... | 41 |
| Tabulka 8 Vzor evidence pro Zetor 7745 | 51 |
| Tabulka 9 Vzorový roční plán údržby pro vybrané stroje | 52 |

1. Úvod

Často je údržba chápána pouze jako útvar, který pečuje o stroje a zařízení, aby mohly plnit svoji funkci. To znamená, že provádí preventivní péči a zejména opravy porouchané techniky. Mnohdy se posuzuje podle toho, jaké byly vynaloženy náklady a jak rychle byla případná porucha odstraněna. Moderně řízená údržba dokáže předcházet poruchám a prostojům ve výrobě. Vhodně nastavený systém údržby pomáhá snižovat náklady a zvyšovat zisk. Platí, že správně investované peníze do údržby přinesou víc, než když se na tomto útvaru šetří. Je důležité, aby spolupracovalo vedení podniku s provozem údržby a společně vytvořili strategii, která povede k maximální efektivnosti údržby.

Moderní systém údržby umožňuje snadnou analýzu dat, které jsou zpracovávány elektronicky. Nejdůležitější je správná dokumentace důležitých údajů o strojích. Data pak slouží k různým analýzám systému a k plánování údržby.

1.1. Údržba

Norma ČSN EN 13306 definuje údržbu jako *„kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu objektu, zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci“*. [1]

Údržba je mnohdy označována jako vedlejší nákladový útvar podniku, proto často při snaze nalezení úspor dochází ke snižování financí vynaložených na tento proces, bez náležitého uvážení rizik z dlouhodobého měřítka. V moderně řízeném podniku je na údržbu nahlíženo jako na velice důležitý proces, který ovlivňuje produktivitu výroby hlavního procesu. V takovém podniku je využíváno toho, že správně nastavený systém údržby přináší benefity. Jedná se zejména o snižování negativních následků poruch, kde největší problémy tvoří neplánované prostoje výroby při havárii stroje. Dalším benefitem je zvyšování efektivnosti výrobního procesu. Pro moderně řízenou firmu je důležité i moderní řízení útvaru údržby. Vývoj se aktuálně ubírá směrem, kde se postupně ustupuje od klasického řízení údržby a přechází se ke konceptu managementu majetku a jeho údržby. Tento koncept umožňuje efektivní správu hmotného majetku, a proto je schopný předcházet poruchám a výpadkům výroby. Je dobré si uvědomit, že koruna vynaložená na údržbu neznámá jen

o korunu nižší zisk z produkce, protože v případě správného použití v údržbě přináší několikanásobné úspory. Management majetku pak obsahuje i management údržby. [2]

1.2. Management údržby

Management lze z angličtiny přeložit jako řízení, obvykle je použito v souvislosti s vedením společnosti a člení se na strategický, taktický a operativní.

Strategický management plánuje cíle podniku a na jejich základu vytváří strategii k rozvoji firmy. Obvyklé činnosti strategického managementu jsou analýzy současného stavu a formulace cílů, nejdůležitější činností pak je tvorba, volba a realizace strategie.

Taktický management se zabývá používáním postupů a prostředků za účelem co nejefektivnějšího dosažení cíle strategie. Konkretizuje strategické záměry, zabývá se zvyšováním produktivity, organizací a určuje kritéria pro měření výkonu.

Operativní management je poslední v hierarchii podnikového řízení. Jeho úkolem je zabezpečení rutinního průběhu činností, řešením vzniklých problémů, poruch a nedostatků. Kontroluje plnění cílů podle stanovených pravidel a metod, také kontroluje používání prostředků a zdrojů. [3] [4]

Ve spojení s údržbou tedy management znamená řízení údržby. Management údržby stejně jako management podniku koordinuje zdroje za účelem dosažení požadovaného cíle. Řízení údržby je součástí managementu firmy, a proto musí i strategie údržby být součástí strategie firmy a musí tedy být kompatibilní s jejími cíli a strategiemi. [2]

Strategii lze v obecném smyslu chápat jako návod (prostředky, metody), který je použit za účelem dosažení zvoleného cíle v určitém časovém horizontu. Jedná se tedy o soubor uskutečnitelných postupů a činností, které jsou akceptovány s vědomím, že nelze předem odhadnout všechny budoucí podmínky pro úspěšné rozhodování. Použití těchto postupů k dosažení cíle strategie se nazývá taktika. [3] [5]

Strategie jsou nejčastěji zaměřeny na:

- užití silných stránek za účelem odstranění rizik
- využití příležitostí k překonání slabých stránek
- vyhledávání příležitostí, kde se nejvíce uplatní silné stránky
- minimalizaci zneužití slabých stránek

Má-li být strategie úspěšná, pak musí být v podniku známá a důsledně realizovaná. V takovém případě dojde k vytvoření vazby mezi pracovníky na různých pracovištích společnosti, motivovaných pocitem, že jejich práce má smysl. Na tvorbě strategie, ať se jedná o strategii podniku, údržby nebo jiného podpůrného procesu výroby, by měla spolupracovat všechna oddělení, jejichž procesy se přímo nebo i nepřímo dotýkají. [2]

Strategické cíle jsou důležité pro tvorbu strategie, jedná se o konkrétní záměry podniku, jichž má být dosaženo. Je to tedy předpokládaný stav, ve kterém se podnik nachází za předpokladu, že došlo k úspěšné realizaci strategie. [3]

Ať se jedná o cíle celé společnosti nebo jim podřízené cíle údržby, měly by splňovat podmínky metody SMART.

- **S**pecifický – snaha přijít v našich podmínkách a možnostech s něčím originálním
- **M**ěřitelný – sledovat, jestli se přibližujeme k očekávaným hodnotám
- **A**kceptovatelný – přijatelný pro vedení podniku
- **R**ealizovatelný – musí být splnitelný, extrémně náročný cíl ani velice snadný cíl nepřináší většinou žádný užitek
- **T**ermínovaný – možnost sledovat pokrok v průběhu času [3] [5]

1.2.1. Vývoj v oblasti organizace údržby

Z historického hlediska lze očekávat vznik potřeby opravy poškozeného nástroje již v době, kdy lidé začali tyto nástroje vyrábět. Není důležité kdy a kde údržba vznikla, avšak je důležité si uvědomit, že člověka provází takřka odnepaměti. Svědčí o tom i dokument z Egypta datovaný 600 roků př. n. l., kde se píše o selhání dovozu nosníků z cedrového dřeva potřebných na opravu lodí boha AmonRa z důvodu přílišných nákladů těchto náhradních dílů. Další známý dokument pochází z Římské říše, kde manažer zodpovědný za opravy vodovodní sítě ve městě Řím, již v roce 97 n. l., popisuje různé prostředky a metody, které jsou uplatňovány stále i v moderní údržbě. Jednalo se např. o technickou dokumentaci, standardizaci náhradních dílů, kontrolu rozpočtu, preventivní údržbu, denní setkání a dodavatelskou údržbu. [2]

Dlouhou dobu prováděli opravy výrobci nebo častěji přímo samotní uživatelé, a to až do průmyslové revoluce. Ta měla za následek vznik profese údržbář a podílela se na

specializaci jednotlivých pracovníků údržby. Údržbu lze rozdělit podle průmyslových revolucí do 4 generací.

V první generaci se předpokládá nejrychlejší možné odstranění poruchového stavu a současně snahy o co nejmenší plýtvání náklady na údržbu. Převažuje zde časový průběh poruch, který charakterizuje křivka úmrtnosti. Po delším čase, kdy celou dobu je vykazována trvale nízká intenzita poruch, se intenzita poruch značně zvyšuje. S ohledem na dlouhodobě nízkou intenzitu poruch je zde dominantní údržba po poruše. Jak název napovídá, tak výkon údržby začíná až poté co porucha vznikne, cílem je uvedení stroje do provozuschopného stavu. Stejně jako každý typ údržby má své klady a zápory. Jako výhodu lze označit nepřítomnost pravidelné údržby a zabývá se pouze opravami. Zásadní nevýhodou může pro tento typ údržby být vznik ztrát v důsledku nedostupnosti stroje během poruchy, další nevýhodou je kratší životnost stroje. I přes tyto nesporné nevýhody je systém údržby po poruše stále využíván i dnes. [2] [6]

Druhá generace přináší elektrifikaci a montážní linky. Tyto linky umožňují dělbu práce a hromadnou výrobu. Zařízení se tak stala nepostradatelná, avšak z důvodu zvýšení složitosti zařízení, a s tím spojeným zvýšeným rizikem poruchového stavu, přestala prostá údržba po poruše dostačovat. Poruchy v těchto případech způsobovaly nepříjemně vysoké náklady. Proto bylo nutné zvolit systém údržby, který cílí na vyšší pohotovost, životnost a spolehlivost těchto zařízení. Současně očekává i snižování nákladů na údržbu. Časový průběh poruch definuje takzvaná vanová křivka, kdy se pravděpodobnost vzniku poruchy po překonání počáteční fáze snižuje. V následující fázi se pak chová v souladu s křivkou úmrtnosti. Dominantním typem se stává preventivní údržba a v souvislosti s ní dochází k zavádění systému plánování a následné kontroly vykonávaných činností. Sestavený harmonogram umožňuje kontrolovat stav komponent tak, aby bylo možné zmírnit nebo zcela zabránit jejich rozkladu. Důsledkem pak je zachování provozuschopnosti a zvýšení životnosti zařízení. Tento systém přináší jednu velkou výhodu, tou je snížení pravděpodobnosti vzniku prostojů zapříčiněných poruchovým stavem. Přináší však prostoje plánované. K těmto činnostem se začínají využívat počítače, i když v té době pomalé a často vzdálené. [2] [6]

Ve třetí generaci se uplatňuje automatizace s využitím elektroniky, informačních technologií a programovatelných logických automatů. Zvyšují se požadavky na životnost, pohotovost, spolehlivost a kvalitu, navíc je očekáváno snížení škodlivého vlivu na zdraví,

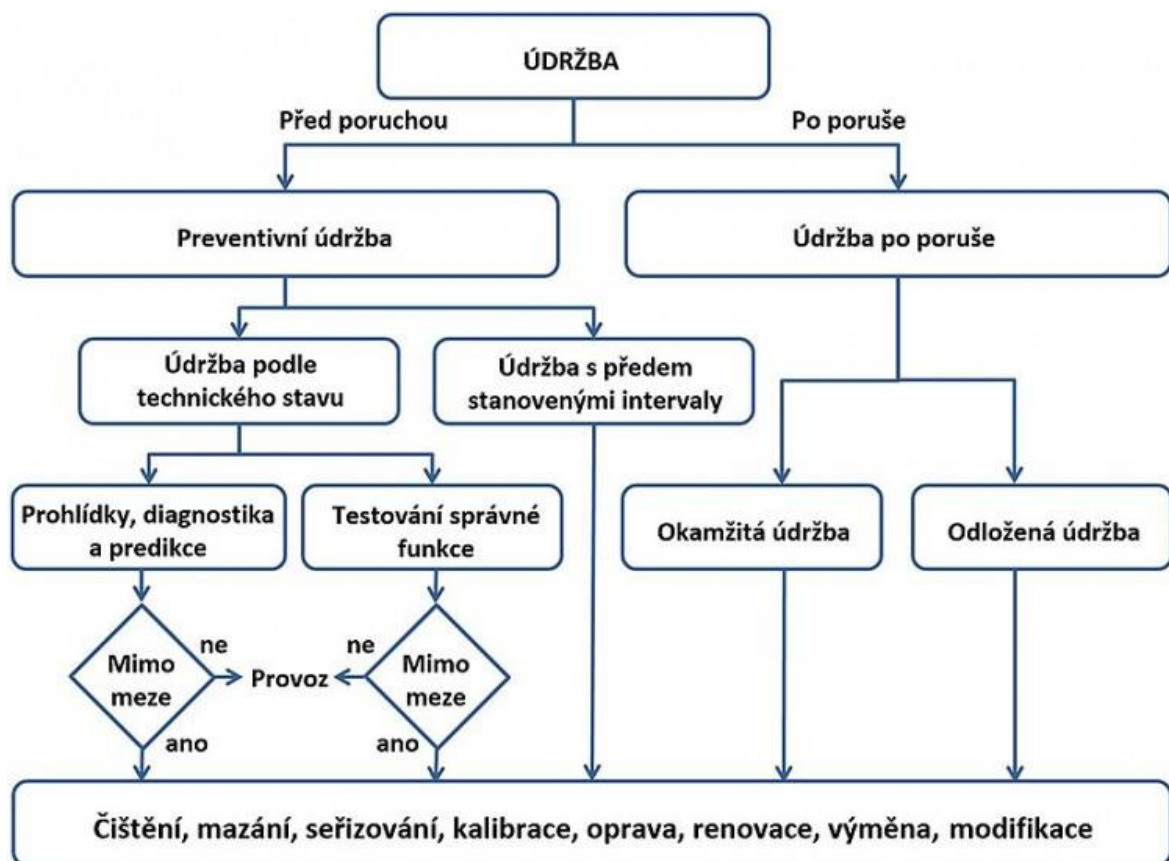
bezpečnost lidí a na životní prostředí. Všechny tyto požadavky by měly být splněny při stálé optimalizaci a efektivnosti nákladů na údržbu. Výpočetní technika se stala dostupnou, a tak nic nebránilo jejímu využití ve všech úkolech, které má údržba řešit. Vysoký výkon výpočetní techniky je využíván v celém výrobním procesu, tedy při projektování a konstrukci, za účelem splnění požadavků na spolehlivost, bezpečnost, ochranu lidí a minimalizaci škodlivého vlivu na životní prostředí. Vyšší výpočetní výkon umožnil vznik přístrojů k monitorování, sledování a vyhodnocování stavu zařízení. Diagnostická zařízení umožňují vznik nového systému údržby, kterým je proaktivní údržba. Ta kombinuje preventivní údržbu a údržbu po poruše. Za pomoci analytického vyhodnocování získaných dat pak tvoří přístup, jehož cílem je zvýšení životnosti strojů a efektivnosti produkce a zároveň snížení prostojů. [2] [6]

Čtvrtá generace probíhá v aktuální době a je umožněna masivním rozšířením internetu do všech oblastí lidské činnosti. Hlavními prvky, které jsou využívány v průmyslu, jsou internet věcí, big data, cloud, 3D tiskárny, umělá inteligence, virtuální dvojčata, kyberfyzické systémy a další. Díky těmto novým možnostem vznikla myšlenka využití pro prediktivní údržbu, která je někdy také označována jako Údržba 4.0. Využíváním těchto prvků ke sběru a analytickému vyhodnocování provozních dat (interních i externích) pro získání vzorců a závislostí, využitelných k předpovědi poruch před jejich vznikem a navrhnutí vhodných zásahů. Real-time monitoring (sledování s v reálném čase) spolu s externími daty pomáhá optimalizovat údržbový plán. Nejdůležitější v tomto systému jsou datoví specialisté a spolehlivostní inženýři, samotní údržbáři zde mají až sekundární roli. [2] [6] [7]

1.3. Typy údržby

Strategie je v oblasti údržby také chápána jako systém (nebo politika) údržby, který rozhoduje, jaký typ údržby je na daném objektu vhodné použít. Základní rozdělení je tvořeno na základě skutečnosti, zda již došlo k poruše nebo ještě ne, obsahuje údržbu po poruše a preventivní údržbu. Údržba po poruše může být vykonána ihned, tedy jako okamžitá údržba nebo později, jako odložená údržba. Zásah před možností vzniku poruchy, tedy preventivní údržbu, lze dále rozdělit na údržbu podle technického stavu a periodickou údržbu s předem stanovenými intervaly. Vše je přehledně znázorněno ve schématu na obrázku 1. [2]

Obrázek 1 Přehled typů údržby



Zdroj: [8]

Základní typy údržby lze popsat takto:

1.3.1. Údržba po poruše

Je to nejstarší typ, který se stále používá. Největší výhodou je využití celého života stroje. Nevýhodou jsou u složitých zařízení neplánované odstávky a nadbytečné náklady na náhradní díly. Je třeba vzít na zřetel i bezpečnostní riziko. Stává se, že i tato údržba může být plánovaná (odložená údržba). Znamená to, že stroj je porušený jen částečně, ale nevyžaduje to okamžité vyřazení, a tak doba údržby může být posunuta. Stroj většinou nepracuje na plný výkon. [2] [8]

1.3.2. Preventivní údržba – s předem stanovenými intervaly

Ve stanovených termínech se provádějí kontroly a prohlídky strojů. Některé preventivní prohlídky jsou dány zákonnými předpisy. Frekvence prohlídek se často určují podle odhadu nebo jsou založené na sledování a statistickém vyhodnocování. Mnohdy se stává, že i po provedení prevence vznikne porucha, a proto se tato činnost zdá zbytečná. Tento typ údržby předpokládá důsledné plánování práce a mnohdy vede ke snížení nákladů na opravy. Někdy se stává, že při pravidelných preventivních výměnách dílů, které nevykazují poruchu, může dojít při montáži k poškození stroje. Jsou to náklady navíc, což pro firmu není výhodné. [2] [8] [9]

1.3.3. Preventivní údržba – podle stavu

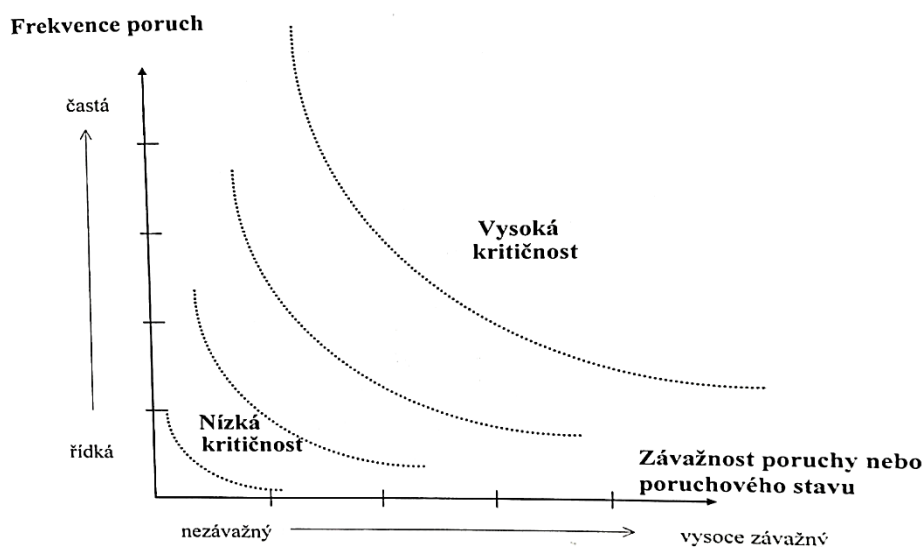
Při využití lidských smyslů (zrak, sluch, hmat, čich) lze zjistit takto rozpoznatelné poruchy. Je nutné mít dobré znalosti a zkušenosti s provozem strojů. Subjektivně lze sledovat přehřátí, hluk, kouř a jeho barvu, fyzické poškození. V dnešní době existuje velká škála snímačů a senzorů, které dovedou monitorovat funkci strojů. Na základě těchto údajů můžeme objektivně posoudit stav zařízení. Diagnostické přístroje jsou drahé, proto je nutné určit způsob a množství získávaných informací. Můžeme je využít pro nepřetržité sledování nebo při plánované revizi. Výhodou údržby podle stavu je, že zlepšuje poznatky o strojích, a tím snižuje možnost poruchy. Další výhodou také je, že zásah je prováděn až v případě skutečné potřeby. [2] [8] [9] [10] [11]

1.3.4. Prediktivní údržba

Při správném vyhodnocení získaných informací lze předpokládat další postup poškození a učinit příslušné opatření, aby se zabránilo poruše. Lepší technické vzdělání a dosažitelnost diagnostických přístrojů pomáhá sledovat stav strojů. Nedílnou součástí prediktivní údržby je technická diagnostika. Přináší velké množství různých technických

postupů, které dovedou odhalit příznaky (přehřátí, změny vibrací, znečištění maziv) a pravděpodobnost vzniku poruchy. Pro účely výběru strategie se úspěšně využívá matice kritičnosti. Ta je znázorněna na obrázku 2. Na jedné ose jsou uvedeny frekvence poruch a na druhé jejich závažnost. [2] [8]

Obrázek 2 Matice kritičnosti



Zdroj: [2]

Stroje jsou rozřazeny do třech kategorií (vysoká, střední, nízká) podle vhodných kritérií, viz obrázek 3. Těmi jsou pro volbu strategie doba trvání poruchového stavu a frekvence poruch. Nejhorší variantou je dlouhotrvající oprava v kombinaci spolu s vysokým počtem poruch. V tomto případě je příhodné cílit na takovou údržbu, aby se co nejvíce snížila pravděpodobnost poruchy, nebo uvažovat o změně konstrukce stroje. Nejlepší kombinaci představuje případ, kdy stroj vykazuje nízkou frekvenci poruch v kombinaci s rychlou opravou. Pro takový stav je pak výhodné použití opravy po poruše. V rozhodovací mapě na obrázku 4 je ke každé kombinaci navržena vhodná strategie údržby. [2]

Obrázek 3 Rozdělení strojů do kategorií

| Kritéria: | Čas poruchy | | Frekvence | | |
|-----------|-------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------|
| | Název | Trvání poruchového stavu (hodiny) | Název | Frekvence - výskyt poruch (počet) | |
| Vysoký | Stroj (A) | 30 | Stroj (G) | 27 | Vysoká |
| | Stroj (B) | 20 | Stroj (C) | 16 | |
| | Stroj (C) | 20 | Stroj (D) | 12 | |
| Střední | Stroj (D) | 17 | Stroj (A) | 9 | Střední |
| | Stroj (E) | 16 | Stroj (I) | 8 | |
| | Stroj (F) | 12 | Stroj (E) | 8 | |
| Nízký | Stroj (G) | 7 | Stroj (J) | 8 | Nízká |
| | Stroj (H) | 6 | Stroj (F) | 4 | |
| | Stroj (I) | 6 | Stroj (B) | 3 | |
| | Stroj (J) | 4 | Stroj (H) | 2 | |
| | Suma top 10 | 138 | Suma top 10 | 97 | |
| | Suma všech | 155 | Suma všech | 120 | |
| | Procento | 89% | Procento | 81% | |

Zdroj: [2]

Rozlišujeme pět základních typů strategie údržby:

- **Operate To Failure (OTF)** – provoz do poruchy – málo častá porucha s minimální dobou opravy
- **Fixed Time Maintenance (FTM)** – údržba v předem stanoveném čase – středně těžké opravy
- **Skilled Level Upgrade (SLU)** – zvyšování dovedností obsluhy – častá a rychlá oprava
- **Condition Based Maintenance (CBM)** – údržba podle stavu – ojedinělá dlouhotrvající oprava
- **Design Out Maintenance (DOM)** – změna konstrukce – častá a dlouhotrvající oprava, nutná změna konstrukce stroje [2]

Cílem je přesunutí strojů z nejkritičtější oblasti vpravo dole do oblasti vlevo nahoře, která má nízké kritérium oprav. [2]

Obrázek 4 Rozhodovací mapa

Trvání poruchového stavu

| | | Nízké | | Střední | | Vysoké |
|---|---------|-----------------------------|----|----------------------|----|---------------------|
| | | | 10 | | 20 | |
| Frekvence (počet poruch za čas) | Nízká | OTF [H] | | FTM (Kdy?) [F] | | CBM [B] |
| | Střední | FTM (Kdo?) [I] [J] | | FTM [E] | | FTM (Co?) [A] |
| | Vysoká | SLU [G] | | FTM (Jak?) [D] | | DOM [C] |

Zdroj: [2]

1.4. Organizační struktury údržby

Jsou dvě zásady uspořádání organizace a údržby v ní. Zaměstnanci musí vědět, za co a komu zodpovídají. Na druhou stranu i manažeři mají povinnost vědět, kdo za co odpovídá.

Typy organizace údržby:

- Centralizovaná
- Decentralizovaná
- Kombinovaná
- Externí
- Outsourcing [2]

1.4.1. Centralizovaná

V centralizované formě je vytvořen jeden úsek, který zodpovídá za všechny činnosti údržby. Zaměstnanci jsou podle specializace rozděleni do jednotlivých skupin. Toto uspořádání umožňuje velmi dobré vybavení speciálním nářadím. Profesionální úroveň

zaměstnanců je vysoká. Komplikací je komunikace mezi údržbáři a obsluhou strojů a neznalost okolností, ve kterých zařízení pracují. [2]

1.4.2. Decentralizovaná

V decentralizované formě jsou pracovníci rozděleni do skupin, ve kterých jsou zastoupeny různé profese. Dobře komunikují s obsluhou strojů a často se využívá i údržba obsluhou. Nevýhodou bývá složitý odborný dohled a horší využívání náhradních dílů a nářadí. [2]

1.4.3. Kombinovaná

Kombinovaná forma slučuje oba předchozí typy. Využívá jejich přednosti a snaží se odstranit jejich nedostatky. Centralizované zůstávají ty, které potřebují vysokou odbornost a zručnost. Většinou jsou to specializované práce, technická diagnostika, generální opravy, IT služby a nákup náhradních dílů. Decentralizované skupiny často spolupracují s výrobním útvarem a někdy se stávají jeho součástí. I proto se snaží předcházet poruchám a dodržují preventivní údržbu. [2]

1.4.4. Externí

Nakupování služeb údržby je v dnešní době již poměrně běžné. Mezi nejčastější důvody nákupu externích služeb patří:

- Specializované práce vykonávané jen jednou za dlouhý časový úsek
- Práce, které musí podle legislativy vykonávat pouze oprávněná firma
- Použití drahých a jedinečných zařízení

Výběr dodavatele je poměrně snadný, protože v daném okolí působí většinou jen jeden nebo se u jednoduchých činností rozhoduje podle ceny. Nákupem služby lze ušetřit, zejména v případě potřeby speciálních, drahých a jedinečných zařízení, které se využívají jen výjimečně. Také odpadá nutnost skladování náhradních dílů, které se běžně nepoužívají. [2]

1.4.5. Outsourcing

Outsourcing údržby znamená využívání vnějších zdrojů ve strategii údržby. Při neustálé snaze maximalizovat produktivitu často dochází ke snižování podílu vlastních činností a zvyšování podílu externích služeb. Toto se odráží na snižování stavu zaměstnanců

vlastní údržby. Outsourcing přináší i určitý podíl rizika. Společnost se musí zejména rozhodnout, kolik údržby outsourcovat a stanovit své požadavky a smluvní platby.

Hlavní důvody pro outsourcing jsou:

- Snížení nákladů
- Zlepšení kvality
- Speciální licencované práce
- Snížení stavu pracovníků
- Není potřeba vlastnit speciální zařízení

Hlavní důvody proti outsourcingu jsou:

- Obtížná kontrola údržby
- Náklady jsou neúměrné vůči výsledkům
- Strach z nedostatečné jakosti práce
- Závislost na dodavateli
- Riziko nekorektního chování

V případě nespokojenosti může dojít k vrácení údržby zpět do firemní struktury – insourcing. [2]

1.5. Doporučené činnosti preventivní údržby

1.5.1. Vnější očištění strojů

Nejrozšířenější způsob čištění je mytí. Nejúčinnější je mytí horkou tlakovou vodou. Další způsoby jsou ofoukání tlakovým vzduchem a mechanické čištění (seškrábání, ometení). Tyto dvě metody jsou málo účinné. Další přípravky, které se používají, jsou organická rozpouštědla (benzín, nafta), saponáty a emulzní odmašťovačla. Odpadní vody vznikající při mytí strojů se musí shromažďovat a zneškodňovat správným způsobem. Musí se znemožnit vnikání ropných látek do půdy, vody i do ovzduší. [12]

1.5.2. Kontrola strojů pomocí smyslů

Jedná se o jednoduchou, rychlou, ale důležitou subjektivní metodu, která často odhalí začínající poruchu. Při kontrole se sledují např. jiné zvuky, změna otáček, zvýšená teplota a chvění. Při vizuální kontrole je třeba se věnovat stavu pneumatik, úniku a množství provozních hmot, upevnění hadic, přídatných zařízení a elektrických vodičů. Sleduje se

i barva kouře ohřátého motoru (bílý – vnikání chladicí kapaliny do spalovacího prostoru, modravý – zvýšené spalování oleje, černý – nedostatek vzduchu při spalování paliva). Důležité je zkontrolovat dotažení často demontovaných spojů a spojů namáhaných vibracemi. [10] [12]

1.5.3. Mazání

Mazání má zásadní vliv na rychlost opotřebení povrchů součástí a tím i na jejich životnost. Správné mazání ušetří náklady na provoz strojů.

Motorové a převodové oleje lze rozdělit podle kinematické viskozity (klasifikace SAE) a výkonostních parametrů (klasifikace ACEA a API). Vhodný olej musí splňovat parametry stanovené výrobcem stroje podle těchto norem. Není příhodné používat oleje lepší (často dražší) než předepisuje výrobce, jelikož výsledný efekt by mohl mít spíše negativní než pozitivní účinky. Někteří výrobci strojů vyrábějí i své oleje, které zaručují správné vlastnosti a není pak nutné ověřovat klasifikace SAE, ACEA a API.

Hydraulické oleje specifikují normy ISO 6743 a DIN 51502. Pracují při relativně vysokých i nízkých teplotách a proměnlivém tlakovém zatížení. Proto jsou vysoké nároky na viskozitní vlastnosti, odolnost proti stříhovému namáhání, nízkou pěnivost a schopnost bránit tvorbě úsad. [13] [14]

Tribotechnická diagnostika analyzuje vzorky oleje odebraného ze stroje. Takto můžeme pozorovat změny probíhající ve stroji i v oleji samotném a připravovat odpovídající preventivní opatření. Zpravidla se hodnotí základní ukazatele (znečištění oleje, viskozita, obsah vody, bod vzplanutí, kyselost a alkalita). Nevýhodou je nutnost vyhodnocení vzorku v laboratoři, která výsledek předá v řádu několika dní. Samozřejmě zde hrají důležitou roli finanční náklady. Proto se často používají jednoduché zkoušky, které jsou sice nepřesné, ale jsou rychlé a levné.

Mezi další používaná maziva patří plastická maziva, tuhá maziva, montážní a mazací pasty, silikonové směsi a kluzné laky. Každé z těchto maziv má specifické užité vlastnosti určené do jiných podmínek a k jinému účelu.

Pomůcky pro mazání a práci s mazivy musí zajistit snadnou manipulaci a omezit úniky maziv. Dále musí zabránit mísení různých druhů a znečištění z okolí. Pro přehledné označování různých druhů maziv a pomůcek se osvědčilo barevné rozlišení. Skladovat

a manipulovat s mazivou lze pouze na místech k tomu určených. Je nutné udržovat pořádek nejen ve skladu, ale i v jeho okolí. Samozřejmostí je zákaz kouření a manipulace s otevřeným ohněm. [12] [13]

1.5.4. Péče o pneumatiky

Pneumatiky patří mezi velmi důležité a silně namáhané části stroje s poměrně vysokou pořizovací hodnotou. Na jejich stavu přímo závisí jízdní vlastnosti a s nimi spojená bezpečnost provozu. Proto je nezbytné o pneumatiky pečovat.

Důležité je zejména při skladování zabránit kontaktu s organickými rozpouštědly, UV záření, vysoké teplotě a dlouhodobému statickému zatížení. Tyto vlivy negativně působí na stárnutí pryže a pneumatika se pak rychleji opotřebovává.

Montáž na disk není vhodné provádět ručním způsobem, protože při ní často dochází k poškození patek pneumatiky. Tento způsob se využívá hlavně v nouzových případech. Správná montáž využívá specializované stroje k tomu určené, a tím minimalizuje poškození pneumatik při montáži.

Během provozu je nutné sledovat opotřebení, výskyt trhlin a cizích předmětů ve vzorku. Také udržovat správný tlak v pneumatice, který je jiný pro provoz na poli a na silnici. V polních podmínkách je vhodné snížit tlak v pneumatice za účelem zlepšení trakčních vlastností a snížení ztuhnutí půdy. Preventivně se někdy aplikují do vnitřku pneumatiky látky, které utěsňují a zalepují drobné praskliny, zabraňují tím úniku vzduchu.

Na dlouhodobě odstavených strojích je vhodné podložit nápravy, aby se přes pneumatiky nepřenášela hmotnost stoje, snížit v nich tlak a vyčistit od cizích těles. [13]

1.5.5. Péče o akumulátory

U zemědělských strojů se často používají klasické olověné akumulátory, další používané akumulátory jsou označovány jako bezúdržbové (MF), avšak toto označení není správné, a i tyto akumulátory údržbu potřebují. Jedná se o akumulátory, které jsou hermeticky uzavřené, zpravidla opatřené bezpečnostním přetlakovým ventilem (VRLA) a neumožňují proto kontrolu hustoty elektrolytu. Elektrolyt v těchto případech tvoří gel nebo mikroporézní skelná tkanina (AGM), proto jsou velmi odolné proti otřesům a náklonům. Jsou však velmi náročné na správné nabíjení zajištěné elektronicky regulovanými nabíječkami a pořizovací cena je citelně vyšší oproti klasickým akumulátorům.

Na stroji musí být akumulátor dobře upevněn na pružné podložce a udržován v suchu a čistotě. Svorky musí být řádně dotaženy a ošetřeny konzervačním tukem. Hustota i hladina elektrolytu by se měly kontrolovat jednou za měsíc, v letním období častěji. Podle potřeby se doplňuje destilovaná voda. Po půl roce je vhodné dobít akumulátor mimo stroj do plného nabití. Při nečinnosti, nebo menším využití stroje, je potřeba interval zkrátit. Dlouhodobé vybití způsobí sulfataci desek. Tento jev lze jen částečně odstranit pomalým nabíjením, avšak životnost akumulátoru se o mnoho neprodlouží. Nejjednodušší metoda je nabíjení konstantním proudem jedné desetiny dvacetihodinové kapacity (C20) po dobu 13 hodin. Elektronicky regulované nabíječky nabízí více programů nabíjení. [12] [15]

1.5.6. Péče o řemenové a řetězové převody

U všech druhů řemenových převodů (ploché, klínové, ozubené) je důležité kontrolovat jejich předepjetí, jeho velikost včetně správného postupu montáže určuje výrobce. Další důležitou kontrolou je souosost řemenic. Klínové ani ozubené řemeny se nemažou ani neimpregnují. Podstatné je správné skladování, při kterém nesmí docházet k překrucování a přílišnému ohýbání. Ideálně rozvěšené na kolících v suché a chladné místnosti, v žádném případě svinuté do klubek nebo pokroucené.

Pro řetězové převody je důležité mazání, které nejlépe probíhá namočením do rozehřátého maziva pro kloubové řetězy. Po vyjmutí se nechají okapat, otřou a namontují. V prašném prostředí je nevhodné mazání olejem, protože se prach zachytává na řetězu a způsobuje abrazivní poškození. Bezprašné prostředí je pro mazání olejem vhodnější, avšak nepřináší krom ochrany proti korozi jiné benefity oproti mazadlu. Olej se často nedostane do všech částí řetězu. Kontrola souososti řetězových kol je obdobná jako u kontroly řemenic. Svoji činností se řetěz prodlužuje v důsledku opotřebování třecích ploch a zvětšuje se tím rozteč jednotlivých článků, tzv. vytahování řetězů. Opotřebení se projevuje nejen na řetězu, ale i na řetězových kolech, kde dochází ke zvětšování šířky zubových mezer. Po dosažení mezního opotřebení je nutné řetěz i řetězová kola vyměnit. [12]

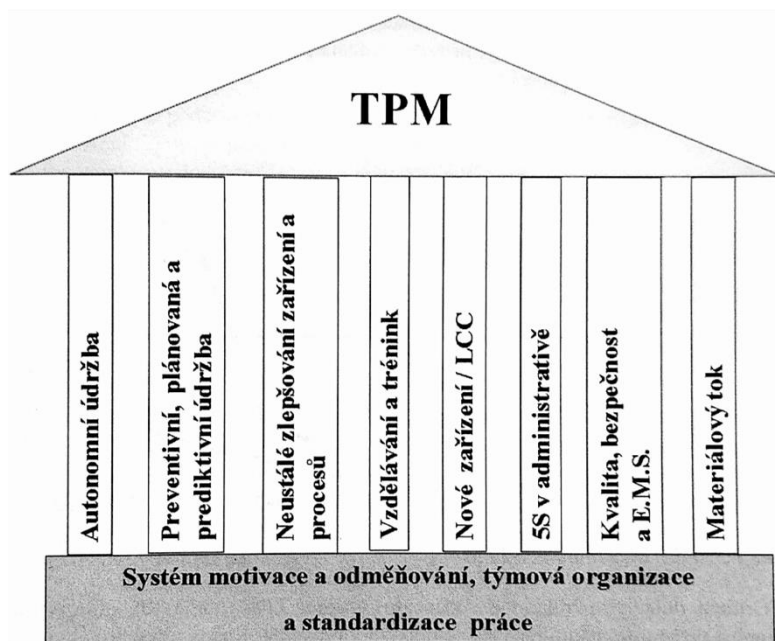
1.6. Aktuální trendy v údržbě

1.6.1. Komplexní produktivní údržba (TPM)

TPM ruší dělení pracovníků na ty, kteří pracují na stroji a ty, kteří ho opravují. Předpokládá se, že ten, kdo stroj obsluhuje, může nejdříve zaznamenat i drobné změny. Odhalením zdánlivých maličkostí se často předejde nákladným poruchám. TPM se zaměřuje

na efektivnost zařízení, je zavedená v různých odděleních podniku, zapojuje všechny pracovníky od vedení až po údržbáře a je založena na produktivní údržbě. Činnosti TPM obsahují zlepšování kvality, snižování nákladů, zvýšení morálky, zlepšení bezpečnosti a pracovního prostředí. V současnosti se v TPM rozlišuje osm pilířů viz obrázek 5. První přínosy z TPM můžeme očekávat již v průběhu šesti měsíců (snížení poruchovosti, zkrácení doby údržby, snížení nákladů na údržbu). TPM jako filozofie je stále komplexnější a je připravena rozšiřovat svoje pole působnosti. [2]

Obrázek 5 Pilíře TPM



Zdroj: [2]

1.6.2. Průmysl 4.0

Jak již bylo zmíněno výše, čtvrtá průmyslová revoluce využívá velkého nárůstu výpočetního výkonu, dostupného a rychlého internetového připojení, ke kterému jsou připojeny různé senzory. Tento vývoj technologií umožňuje sbírání ohromného množství dat senzory zabudovanými přímo ve strojích. Tyto senzory jsou pak pomocí bezdrátových sítí internetu věcí (IoT) propojeny. IoT propojuje všechny elektronické zařízení, které využitím vlastního softwaru mohou vzájemně odesílat a přijímat data. Nejdůležitější jsou pak právě senzory, které díky IoT spolu s cloudovými službami umožňují shromažďování, přenášení, ukládání, kopírování a zpracování dat s velmi nízkými náklady. Další výhodou, ale zároveň rizikem, může být vzdálený přístup k těmto datům. Jelikož pro komunikaci mezi zařízeními

je často využíván internet, špatná konfigurace by mohla mít za následek neúmyslné sdílení dat. [2] [6] [16] [17]

1.6.3. Expertní systémy

Expertní systémy (ES) jsou programy, které pomocí báze znalostí a báze dat simulují rozhodovací činnost lidského experta při řešení náročných úloh. Cílem je dosáhnout kvalitativní úrovně rozhodování lidského experta, jedná se tedy o modely cílené přímo do dané oblasti (věda, technika, medicína, řízení procesů, obchodování apod.). Rozhodování jako zkušený lidský expert však není vždy možné, protože ES nedisponují selským rozumem, a tak rozhodují vždy pouze tím způsobem, jakým byli naprogramováni. Z toho vyplývá, že v případě neaktualizované báze dat dělají stále stejné chyby. Typickým znakem expertních systémů, který je odlišuje od počítačových programů, je oddělení báze znalostí od vlastního programu pro jejich využívání. Dalšími možnými a žádoucími znaky jsou schopnost vysvětlování a schopnost rozhodovat za neurčitosti.

Báze znalostí obsahuje znalosti z dané problematiky od obecných informací až po nejdetailnější. Obsahovat může také soukromé znalosti lidského experta, které získal během své praxe. Tyto znalosti jsou málo kdy podložené, a proto nezaručují nalezení správného řešení daného problému. Nejnovější ES pracují s větším množstvím bází znalostí, které jsou navzájem propojeny. Mimo svoji primární úlohu, tedy snahy najít řešení problému, může být báze znalostí použita i pro školení lidských expertů v daném oboru.

Základní typy ES jsou:

- Plánovací – řešení úkolů, kdy je znám počáteční stav a cíl řešení, systém pak navrhuje, jakým způsobem (konkrétní posloupnost povolených kroků na základě informací z báze dat) by mohlo být dosaženo cíle. Výsledný seznam možných řešení je hodnocen podle kvality nabízeného řešení.
- Diagnostické – řešení úkolů, kdy systém vyhodnocuje, která hypotéza z předem definované konečné množiny cílových hypotéz nejlépe koresponduje s daty týkajícími se daného konkrétního případu. Typický příklad je stanovení diagnózy pacienta, na základě jeho příznaků (informací z báze dat) systém vybere jedno řešení. [18] [19]

1.6.4. Čištění olejů

Oleje jsou základní provozní kapalinou mnoha strojů, např. hydraulických lisů, kde mohou být použity tisíce litrů hydraulického oleje. Jejich čistota pak přímo ovlivňuje poruchovost stroje.

Elektrostatické čištění olejů (ELC) je určena pro čištění průmyslových olejů (zejména hydraulických, převodových, turbínových) a umožňuje čistit olej během provozu stroje využitím obtoku, takže nedochází k přerušování výroby. Odstraňování nečistot probíhá na základě elektroforézy a dielektroforézy. Elektroforéza využívá přitažlivosti opačně nabitých částic, dielektroforéza pak jevu, při kterém je na částice procházející přes nerovnoměrné elektrické pole vyvíjena síla. Čištění oleje tedy neprobíhá průchodem přes mechanickou zábranu (filtraci), proto je důležité, aby čištěný olej neobsahoval přísady bránící těmto elektro-fyzikálním principům. Při využití tohoto systému čištění se olejová náplň stává trvalou, to snižuje objem průmyslového odpadu na minimum. Není tak potřeba měnit mnohdy stovky až tisíce litrů oleje, jehož likvidace podléhá přísným předpisům a je nákladná, ale jen nepatrnou kontaminovanou část.

Využití ELC je možné i na mobilních strojích, když se nepohybují, nebo je možné využít přístroj instalovat přímo na stroj, kde je napájen z akumulátoru stroje. [20] [21]

Obtoková filtrace olejů (RMF) velmi účinně odstraňuje z oleje částice menší než jeden mikrometr i vodu. Zabraňuje poruchám způsobeným opotřebením částí strojů. Jsou vyráběny pro instalaci na mobilní i stacionární stroje a v různých velikostech. Filtrační jednotky nepotřebují vlastní čerpadlo a využívají systémové čerpadlo stroje. Z vlastního systému je pomocí integrovaného tlakového ventilu odebíráno pouze malé množství oleje k filtraci, a to podstatně neovlivňuje funkci hlavního systému. Tyto jednotky mohou být vybaveny filtry absorbujícími vodu nebo dalšími elementy podle požadavků. [21] [22]

1.7. Poškození strojních součástí

Porucha je stav objektu, ve kterém není schopný dále vykonávat požadovanou funkci. Poruchy jsou způsobovány procesy, které působí ve strojích během jejich provozu a v některých případech i během jejich nečinnosti. Tyto pochody, které způsobují změny vlastností strojních součástí, a tím zapříčiňují vznik poruch, se označují jako mechanismy poruch. Jedná se fyzikální, chemické a další procesy zapříčiňující poruchy.

Strojní součásti jsou základními prvky, ze kterých je složen strojírenský výrobek. Obvykle se jedná o součást z jednoho kusu materiálu, avšak např. i valivá ložiska, řetězy, lana apod. jsou také označovány jako strojní součásti. Každá strojní součást má alespoň jednu funkční plochu, ale může jich být více.

Funkční plocha, jak název napovídá je plocha, která koná danou funkci strojní součásti, je tedy ve styku s jinou funkční plochou, nebo v případě nějakého způsobu zpracování materiálu s daným materiálem. K degradaci strojních součástí pak dochází z důvodu poškození této funkční plochy, případně více ploch současně. [12]

1.7.1. Adhezivní opotřebení

Pro tento druh opotřebení jsou typické případy smýkání dvou tuhých těles, přitlačovaných k sobě normálovou silou. V tom případě dochází k jejich dotyku, jsou porušovány povrchové vrstvy a vznikají adhezivní mikrospoje. Ty jsou hned nato rozrušovány. Průběh a vznik adhezivního opotřebení ovlivňují především tyto faktory:

- mazivo
- kvalita povrchu, zvláště drsnost – množství a poloměr zakřivení povrchových mikronerovností
- rychlost relativního pohybu a velikost zatížení
- schopnost materiálu odolávat vzniku adhezních spojů

Podle stupně jednotlivých činitelů dochází k různě intenzivnímu opotřebení, zásadní vliv na toto opotřebení má látka přítomná mezi funkčními povrchy, tedy mazivo. Mohou nastat dva extrémy tohoto opotřebení. Jedním krajním případem může být, když porušování svrchní vrstvy funkční plochy je pomalejší než rychlost její obnovy, v takovém případě dochází pouze k mírnému opotřebení. Tato poškozená vrstva pak působí jako ochrana povrchu, kde brání vzniku adhezních spojů. Tyto spoje pak nejsou příliš časté a jsou nedokonalé, takže při jejich následném porušování takřka nedochází k přenosu materiálu mezi povrchy. Povrchy postižené tímto způsobem adhezivního poškození jsou vyleštěné, hladké, bez okem pozorovatelných rýh nebo stop po zadírání. Podstatně vyšší účinnost na minimalizaci adhezivního poškození má přítomnost maziva mezi funkčními plochami.

V situaci druhého krajního případu adhezivního opotřebení dochází ke vzniku častých a poměrně dokonalých adhezních mikrospojů. Jejich následné rozrušování bývá

spojováno s přenosem materiálu mezi povrchy, v jehož důsledku vznikají volné otěrové částice. Toto intenzivní opotřebenění funkčních ploch je charakteristické rýhovaným a rozdrásaným povrchem. V pokročilém stádiu jsou částice materiálu, které ulpívají na jednom, případně obou površích viditelné okem. Pokud nastane takový případ, velmi silně vzrůstá odpor vůči pohybu a zpravidla dojde k zadření. Příčinou tohoto stavu je velmi často selhání mazání.

Často se objevují případy, kdy opotřebenění začne jako adhezivní, ale vlivem postupujícího opotřebenění se zvyšují vůle, to zhoršuje podmínky pro mazání a zvyšuje vznik otěrových částic, které působí jako abrazivo. V takovém případě z počátečního adhezivního poškození vznikne kombinace s abrazivním opotřebením, dalším vývojem může přejít ve skoro čistě abrazivní opotřebenění. Abrazivní proces může zvětšit vůle natolik, že v jejich důsledku mohou vznikat rázy, které způsobují otláčení povrchů, ale mohou také způsobit únavový lom. [12] [23] [24]

1.7.2. Vibrační opotřebenění

Vibrační opotřebenění charakterizuje oddělování částic materiálu v místech, kde se stýkají funkční plochy zatížené normálovými silami při kmitavém tangenciálním pohybu. Vzájemný pohyb může mít různý původ, např. přenesené vibrace nebo pohyb vzniklý jako důsledek pružných deformací mechanicky namáhaných součástí. Amplitudy vibrací obvykle nabývají hodnot v řádu deseti tisícín až desetin mm, během tak malých pohybů je nemožné odstraňování otěrových částic. Tyto částice jsou silně namáhány normálovými a tangenciálními silami a oxidují. To dodává opotřebeným místům typickou hnědočervenou barvu, podle které se toto poškození mnohdy označuje jako krvácení materiálu. V případě, že je místo chráněno před přístupem vzdušného kyslíku mazivem, pak k tomuto jinak typickému zabarvení zpravidla nedojde.

Průběh a intenzitu vibračního opotřebenění ovlivňují zejména následující faktory:

- amplituda pohybu
- frekvence pohybu
- vlastnosti materiálu
- tlak ve styku součástí

Amplituda má významný vliv v případě, že je větší, než je materiál schopný vyrovnat pružnými deformacemi, tedy s rostoucí amplitudou roste i intenzita vibračního opotřebení. V případě že je amplituda dostatečně malá, tak může být vykompenzována pružnými deformacemi funkčních ploch. Povrch je pak jen střídavě zatěžován periodickým napětím, podobně jako v případě únavového opotřebení.

Frekvence má opačný charakter oproti amplitudě, tedy se snižující se frekvencí se zvyšuje intenzita opotřebení. Při nižších frekvencích se mohou snáze projevit chemické a korozní procesy, které potřebují pro svůj vznik určitý čas.

Vlastnosti materiálu ovlivňující vibrační opotřebení jsou především schopnost tvořit oxidy a tvrdost. Jedná se oxidy, které brání přímému kovovému styku funkčních ploch, odolnost materiálu tvořících oxidy rychle a snadno pak závisí na jejich abrazivních vlastnostech. Tvrdost materiálu je obvykle ve prospěch odolnosti proti vibračnímu poškození, avšak nemusí tomu tak být ve všech případech.

Tlak ve styku součástí ovlivňuje možnost pohybu součástí, tedy se zvyšujícím se tlakem se zvyšuje i tření, v důsledku toho se snižuje amplituda vibrací, a tím i vzniklé poškození. V případě, že je tlak tak vysoký, že nemůže vůbec docházet k pohybu součástí, nebude docházet ani k vibračnímu poškození. V praxi však tohoto stavu nebývá dosaženo ani v případě nalisovaných spojení.

Omezení vibračního poškození je možné zejména konstrukčními opatřeními omezujícími vznik vibrací a pomocí vhodných povrchových úprav. Jedná se především o pečlivou a přesnou výrobu a montáž. Vibrační opotřebení bez ohledu na přítomnost maziva poškozuje i velmi tvrdé materiály. Mazivo ale přináší benefity v podobě snížení tlakových špiček a izolaci povrchu od vzdušného kyslíku. [12] [23] [24]

1.7.3. Abrazivní opotřebení

Abrazivní opotřebení nastává v případech, kdy se smýkají dva povrchy a jeden nebo oba jsou drsné a tvrdé. Dalším případ je, kdy se mezi dvěma povrchy nachází tvrdé volné částice, nebo při zpracovávání materiálu obsahujícího tvrdé částice. Během tohoto procesu poškození dochází k oddělování částic materiálů z opotřebovávaného povrchu. Obvykle rýhováním a seřezáváním, což je viditelné na povrchu poškozené součásti. V případě mírnějšího opotřebení je povrch součásti vyleštěný, ale rýhy nejsou pozorovatelné okem, naopak u intenzivního poškození jsou rýhy hluboké a viditelné okem.

Existují tři typy abrazivního opotřebení. V prvním případě se jedná zpravidla o broušení, tedy styk dvou tvrdých a drsných povrchů. Může se ale vyskytovat i u volně uložených součástí, volné tvrdé částice se zamačkají do měkčího povrchu a dochází pak k rýhování tvrdšího povrchu. K tomu dochází např. u hřídelových těsnění, ucpávek a prachovek. Ve druhém případě působí volné abrazivní částice mezi dvěma povrchy, tento případ se přibližuje třetímu případu, kterým je zpracování abrazivního materiálu. V obou případech bývá poškození ovlivňováno především pevností a tvrdostí částic, dalšími faktory jsou pak množství, velikost a tvar těchto částic.

Pevnost částic má nejednoznačné a protichůdné vlivy. Na jedné straně dochází při nízké pevnosti k drcení částic, olamování a otupování hran. Proti tomu jde fakt, že při drcení se vytvářejí částice nové s ostrými hranami, a navíc se zvyšuje jejich množství. Výsledkem je pak fakt, že ani drcením částic nedochází ke snížení jejich abrazivních účinků.

Tvrdost částic má nepochybný vliv, čím budou částice tvrdší než opotřebovávaný povrch, tím snáze budou poškozovat povrch, a tedy intenzita poškození poroste. Z tohoto důvodu je snaha konstruktérů a technologů o co nejtvrdsí povrchy v případech, kde se očekává abrazivní poškození.

Evidentní je vliv množství abrazivních částic. S rostoucím počtem těchto částic dochází k jejich shlukování a vrstvení, to má za následek abrazivní opotřebení i v případě, že vůle mezi povrchy je větší než rozměry částic. Také se zvyšuje pravděpodobnost výskytu ostrohranných částic a že jejich poloha bude pro vhodná pro intenzivnější poškozování.

Velikost a tvar mají na abrazivní opotřebení velký vliv. Procesu poškození se v případě, kdy jsou volné částice mezi dvěma povrchy, účastní pouze ty částice, jejichž rozměry jsou blízké vzdálenosti mezi těmito povrchy, nebo v případě přítomnosti maziva částice, jejichž rozměry se blíží tloušťce mazacího filmu. Kromě tvaru částic ovlivňuje hloubku vnikání částic ještě síla působící v normálovém směru. Dále může abrazi ovlivňovat také proudění maziva, které může zapříčinit otočení nebo převrácení těchto částic. Z tohoto důvodu je zřejmý požadavek na filtrování mazacích a hydraulických kapalin. [12] [23] [24]

1.7.4. Erozivní opotřebení

Tento druh opotřebení se ve svém důsledku značně podobá předchozímu zmiňovanému, tedy abrazivnímu opotřebení. Vzniká unášením částic proudem kapaliny nebo plynu, případně působením přímo částic kapaliny, páry nebo plynu, takovým

způsobem, jehož následkem je oddělování materiálu. Vlastní mechanismus poškození je stejný jako pro abrazivní poškození, dochází tedy k rýhování a seřezávání materiálu, ale typické pro toto poškození bývá nerovnoměrné poškozování povrchu, který se pak stává zvrásněným a poškozeným v prohlubeninách.

Intenzitu erozivního opotřebení ovlivňují zejména následující faktory.

Rychlost, velikost a hmotnost částic, z těchto parametrů vychází kinetická energie těchto částic, které dopadají na opotřebovávaný povrch. Lehké částice jsou často zbrzděny zhušťujícím se médiem a nedostanou se tak vůbec do kontaktu s povrchem.

Tvrdot materiálu, v případě tvrdých materiálů, tedy materiálů s velkou hodnotou modulu pružnosti dochází při nárazu částic na povrch k jejich zastavení na velice krátké vzdálenosti, a proto takto vznikající síly jsou veliké. U materiálů měkkých je situace opačná, částice se zastavují na delší dráze a vzniklé síly jsou relativně malé, proto je zde opotřebení podstatně nižší než v případě tvrdých materiálů. Velice důležitý aspekt tvoří také úhel dopadu částic. Po dopadu na povrch jsou k němu částice přitlačovány a smýkány podobně jako u abrazivního opotřebení. Děj ovlivňují vzniklé síly, záleží tedy zejména na tvrdosti poškozovaného materiálu.

Potvrzují to i praktické zkušenosti, kdy při jinak stejných podmínkách měkké a pružné materiály odolávají lépe oproti materiálům tvrdým. V praxi se k tomuto zjištění přistupuje tak, že kritické součásti jsou povlakovány vrstvou pružných materiálů, nebo jsou vyráběny z plastu. Patrné to je např. u rotorů kalových čerpadel nebo potrubí pneumatické a spádové dopravy. [12] [23] [24]

1.7.5. Únavové opotřebení

Únavové opotřebení vzniká při vysokých kontaktních tlacích mezi dvěma tělesy, které se cyklicky opakují. K tomuto stavu dochází často na bocích zubů ozubených kol, zdvihátkách ventilů nebo ve valivých ložiscích. Podle toho, jestli vzniklá napětí, přesahují hodnoty meze kluzu, lze označit za nízkocyklovou nebo pokud nedosahuje hodnot meze kluzu pak označujeme jako vysokocyklovou únavu. Pro únavové opotřebení je typická kumulace poruch v povrchové vrstvě během opakujících se kontaktních tlaků. Nejdříve vznikají únavové trhliny v tenké povrchové vrstvě materiálu, poškození dále pokračuje jejich rozvojem a následným vylamováním částí povrchu. Toto poškození se také označuje pitting podle tvoření důlků. Významný podíl na jejich vzniku má mazivo. To vniká do

povrchových trhlin a v důsledku dalšího pohybu součástí je v nich uzavíráno, což vlivem kontaktního namáhání zvyšuje tlak a přispívá k dalšímu šíření trhlinek, a to má za následek vznik zmíněných důlků.

Za palling se označuje zvláštní případ únavového poškození, během kterého dochází k odlupování povrchové vrstvy materiálu. K tomuto jevu dochází zejména u povrchově vytvrzovaných součástí s malou tloušťkou vytvrzené vrstvy. Cyklicky opakované vysoké kontaktní tlaky způsobují podpovrchová smyková napětí, která zapříčiňují vznik podpovrchových trhlin, v poslední fázi dochází k prolamování a odlupování povrchové vrstvy.

Experimentálně byla dokázána lineární závislost, kdy se se zvyšující se tvrdostí povrchu zvyšuje odolnost proti poškození únavovým opotřebením. V případě že se v materiálu nacházejí vměstky, projevuje se jejich vrubový účinek. Z toho důvodu na nich vznikají únavové mikrotrhliny dříve. Zvyšující se velikost vměstků zvyšuje zároveň jejich nepříznivé vlastnosti. Výrazný vliv na odolnost proti únavovému opotřebení má i drsnost povrchu, kde se také projevují vrubové účinky drsnějších povrchů. U povrchově tvrzených materiálů je tento vliv výrazný.

V okamžiku zjištění výskytu důlků je vhodné danou součást ihned vyřadit z provozu s následnou renovací nebo výměnou. Protože jakmile poškození dospěje do tohoto stádia, jeho další vývoj bývá velice rychlý a vede k havárii součásti. To je způsobeno tím, že se k únavovému poškození přidávají další vlivy, jako je abraze a rázy vzniklé zvýšenou vůlí. [12] [23] [24]

1.7.6. Kavitační opotřebení

Kavitační opotřebení vzniká na součástech pracujících s kapalinami, někdy bývá nesprávně označováno za následek koroze. Důvodem vzniku tohoto poškození je vznik a následný zánik kavitačních dutin, který vyvolává hydrodynamické rázy způsobující postupnou koncentraci napětí. Tyto dutiny vznikají tam, kde dochází ke snížení tlaku pod hodnotu nasycených par kapaliny při dané teplotě, k tomu dochází např. zúžením průtočného průřezu. Při tomto stavu se pak začínají tvořit dutiny o velice širokém rozsahu objemu, které jsou vyplněné parami kapaliny. Když následně dojde ke zvýšení tlaku, tyto dutiny pak implozivně zanikají. To způsobuje poškození povrchu materiálu, který je viditelně drsný jakoby vytrhaný.

U kapalin, které při normálním tlaku obsahují viditelné bubliny vzduchu nebo jiného plynu, dochází ke tvorbě kavitačních dutin vylučováním vzduchu z kapaliny, spojováním menších bublin nebo expanzí těchto bublin při snížení tlaku. U kapalin neobsahující viditelné bubliny při normálním tlaku, vznikají kavitační dutiny až při poklesu tlaku na hodnotu syté páry při dané teplotě. S rostoucí teplotou se zvyšuje množství vznikajících dutin, ale současně roste tlak nasycených par, což snižuje jejich objem. Tyto vlastnosti mají protichůdný charakter. Dalším důležitým faktorem je rozdíl mezi vnějším tlakem a tlakem nasycených par, větší rozdíl pak znamená intenzivnější kavitační opotřebení. Stejný charakter má i povrchové napětí kapaliny, tedy s větším povrchovým napětím vznikají větší dutiny, a to znamená větší intenzitu kavitačního poškození. Viskozita má vliv na rychlost růstu kavitačních dutin a také ovlivňuje rychlost, kterou kapalina vniká do dutiny při její implozi.

Důležité je, že ke kavitačnímu poškození dochází působením rázů, které vyvolají imploze velkého množství dutin, nikoliv působením pouze jednotlivých dutin. Z toho vyplývá, že nejúčinnější ochranou proti kavitačnímu opotřebení je zabránění výskytu kavitace, toho lze dosáhnout vhodnou konstrukcí zařízení a dodržování předepsaných provozních podmínek. Pokud není možné takového stavu dosáhnout, vhodný materiál se zjišťuje experimentálně. [12] [23] [24]

1.7.7. Koroze kovů

Jako koroze se označuje trvalá nežádoucí změna povrchu materiálu, která směřuje ke ztrátě užitečných vlastností kovu, způsobená elektrochemickými a chemickými vlivy okolního prostředí.

Kovy jsou kromě těch určených pro kovové povlaky nejčastěji používány pro jejich mechanické vlastnosti, jako jsou pevnost, pružnost, tepelná nebo elektrická vodivost. Z tohoto důvodu, tedy má-li plnit tyto požadované vlastnosti, je potřebné, aby měl dostatečnou korozní odolnost. Koroze často probíhá současně s ostatními poškozeními a jejich účinky se kumulují a spolupodílejí se na selhání funkce kovu.

Korozi nelze ve většině případů úplně potlačit, a proto byly zavedeny technicky přijatelné korozní rychlosti, které určují povolené intenzity plošné koroze. Podle nich lze určit, zda bude schopna součást dlouhodobě pracovat v korozivním prostředí, aniž by došlo k nepřijatelným vlivům na její užitečné vlastnosti. Obvykle je jako horní hranice označována

hodnota 0,1 mm za rok pro plošnou korozi s životností 10 až 20 let. Obecně se pak korozní rychlost pohybuje mezi 0,0001 až 0,1 mm za rok. Koroze probíhá ve většině případů i v „neagresivních“ prostředích, jen je zanedbatelně malá, nebo dokonce neměřitelná.

Příčinou koroze kovů je elektrochemická reakce vznikající na povrchu materiálu, v jejímž důsledku vznikají korozní produkty a kov oxiduje. Elektrolytem, ve kterém nejčastěji probíhá koroze je vodný roztok. Při korozi kovů dochází k oxidaci, tedy ztrátě elektronu, ale současně probíhá i redukce složek prostředí, přijímání elektronu. U většiny technických kovů dochází při korozi k tvorbě nerozpustných korozních produktů. Tyto produkty mohou zbrzdit další postup koroze pasivací, tedy vytvořením ochranné vrstvy. Díky pasivaci je možné používat i neušlechtilé kovy (Fe, Al, Ti, Cr, Zn) a samozřejmě také korozivzdorné oceli jakožto slitiny schopné samovolné pasivace.

Podle rozměrů poškození rozdělujeme korozi na plošnou, probíhající na celé ploše vystavené koroznímu prostředí a místní, která je intenzivnější v některých částech povrchu a proniká i do objemu materiálu. Nejrozšířenější je atmosférická koroze, udává se, že až 80 % ztrát způsobených korozi způsobí právě tento druh. Jedná se o elektrochemickou korozi, kde elektrolyt vzniká v případě překročení hodnot vzdušné vlhkosti 60 až 80 %.

Z tohoto důvodu je důležité myslet na protikorozní ochranu. Existuje pět možností, jimiž lze zvýšit odolnost vůči korozi. Jedná se o vhodnou volbu materiálu, úpravu korozního prostředí, elektrochemická ochrana, úprava povrchu, konstrukční řešení. Vhodnou volbou materiálu jsou korozivzdorné oceli, titan a jeho slitiny, tantal. Úprava povrchu je většinou realizována nanášením povlaků na základní kovový materiál. Tento povlak vytváří bariéru před korozním prostředím, některé povlaky vytvářejí mechanismy inhibiční, destimulační i elektrochemické. Protikorozní ochrana je závislá na přípravě materiálu před povlakováním a samozřejmě také na vlastnostech povlaku, jehož kvalitu lze zvýšit nanesením více vrstev. Korozní prostředí lze upravovat inhibicí, destimulací a změnou fyzikálních vlastností. Inhibice je dosahováno přidáváním chemické látky, která výrazně snižuje rychlost koroze, ale nemění koncentraci stimulatorů koroze. Destimulace je dosahováno odstraněním složek zodpovědných za korozní napadení, obvykle odstraněním kyslíku z vodného prostředí. Další možností je odstranění vlhkosti v uzavřeném prostředí. Z úpravy fyzikálních vlastností jde zejména o změnu teploty nebo rychlosti proudění prostředí. Správná konstrukce strojů může také značně ovlivňovat korozní proces. Elektrochemická ochrana snižuje korozní rychlost tím, že součástí prochází stejnosměrný proud, může být katodická nebo anodická. V případě

katodické ochrany je objekt připojen na záporný pól zdroje proudu a je tedy katodou. V některých případech se využívá i obětovaná anoda, kdy je ke chráněnému objektu připojen méně ušlechtilý kov. V případě, že je chráněný objekt anodou, dochází k posunu potenciálu do stabilní pasivní oblasti. [12] [23] [24] [25]

1.7.8. Otláčení

V případě, že na materiál působí vnější síly, které překročí mez kluzu povrchové vrstvy materiálu, dochází pak k trvalé nežádoucí změně povrchu, tedy otláčení. Při pohledu z mikroskopického hlediska dochází k otláčení vždy, když se k sobě přibližují povrchy, při takovém pohledu to lze označit z první fázi opotřebení. V případě deformování oblasti makroskopických rozměrů lze pak mluvit o otláčení jako o samostatném poškození.

Technické kovy jsou v podstatě považovány za objemově nestlačitelné. Proto působení tlaku vyvolá tok materiálu, materiál neubývá, ale dochází pouze k jeho přetečení mimo místo působení tlaku, kde vytváří valy. Následkem toho dochází ke zvýšení vůlí a možnosti výskytu dalších opotřebení, které vedou ke zničení součásti. [12] [23] [24]

1.7.9. Deformace

O deformaci lze mluvit, v takovém případě, kdy dojde k překročení meze kluzu v některém průřezu součásti, což má za následek trvalou změnu geometrického tvaru. Záleží však na vlastnostech materiálu, neboť u křehkých materiálů již malé deformace směřují k překročení meze pevnosti materiálu, které má za následek lom. Z tohoto důvodu je deformace častější u houževnatých materiálů.

Deformaci může způsobovat napětí vzniklé působením vnějších nebo vnitřních sil. V případě vnějších sil se obvykle jedná o síly ohybové nebo torzní. Vnitřní síly mohou v materiálu zůstat jako důsledek použitého výrobního postupu, pak se jedná o zbytková napětí. Další možností je zanesení napětí zvenku např. přehřátím součásti při provozu. K deformaci může také dojít narušením rovnováhy vnitřních pnutí. V případě, že součást obsahovala vnitřní napětí, ale to bylo odstraněno působením zvýšené teploty nebo odstraněním povrchové vrstvy, ve které bylo akumulováno. [12] [23] [24]

1.7.10. Trhliny a lomy

Jako trhlinu lze označit stav, kdy dojde v části průřezu součásti k porušení homogenity materiálu. Lomem pak označujeme případ, kdy došlo k porušení homogenity v celém průřezu součásti. S trochou nadsázky lze tvrdit, že trhlina je „nedospělý“ lom.

S trhlinami se můžeme velmi často setkat u tepelně zpracovaných součástí, jako jsou např. odlitky a svařence. Příčiny jejich vzniku jsou stejné jako v případě otlacení a deformací, tedy působení napětí, v jehož důsledku je překročena mez pevnosti nebo únavy materiálu. Výskyt trhin, už ze své podstaty, že se jedná o narušení homogenity materiálu, snižuje pevnost materiálu, způsobuje netěsnosti a mnohdy končí lomem. Velmi záleží na vlastnostech materiálu, zejména jeho křehkosti, kdy je materiál při jeho zatěžování náchylný k praskání a vznikají trhliny, případně lom. Podle vlastností materiálu ovlivňujících jeho schopnost absorbovat energii, tedy houževnatost, lze lomy rozdělit na houževnaté a křehké. Vznik křehkého lomu značně ovlivňuje teplota a rychlost zatěžování. Významný vliv má také výskyt vrubů a vad materiálu, v těchto místech snadněji vznikají trhliny. Účinek vlivu teploty se projevuje tak, že s klesající teplotou se materiál houževnatý stává křehkým. Rychlost zatěžování ovlivňuje schopnost materiálu absorbovat energii, pak s rostoucí rychlostí zatěžování, zejména pak v případě rázů se materiál stává křehkým.

V praxi se lomy rozdělují na statické a únavové. Statický lom (podle předchozí terminologie křehký) má v celém průřezu lomové plochy stejný vzhled, povrch je drsný a zrnitý, hrubost závisí na velikosti zrna materiálu. K tomuto lomu dojde, pokud v některém průřezu je překročena mez pevnosti materiálu. K únavovému lomu dojde, když je součást míjivě nebo střídavě namáhána a je překročena mez únavy. Po určitém počtu cyklů vznikne v místě největší koncentrace napětí zárodek trhliny, který se postupně rozšiřuje do hloubky v důsledku pokračujících proměnlivých zatížení. Povrch této postupně se zvětšující trhliny je lazurovitý v důsledku jejího postupného zvětšování, až do doby, kdy se nosný průřez součásti zmenší natolik, že okamžité napětí překročí mez pevnosti a součást se dolomí statickým lomem. Z tohoto důvodu má únavový lom dvě oblasti, část únavovou a část statickou. Podle tvaru lomové plochy a poměru oblastí u únavového lomu lze odhadovat podmínky namáhání, to může pomoci vytvořit opatření zabráňující opakování tohoto poškození. [12] [23] [24]

2. Cíl práce

Cíl práce je obecně popsat systémy údržby. Porovnat teoretické poznatky s údržbou, která je ve společnosti TZK Myslív a.s. prováděna. Na základě analýzy dat poskytnutých společností odhalit nedostatky v řízení údržby. Dále pak navrhnout vhodný systém údržby pro tento podnik, který zvýší kvalitu a efektivnost údržby. Nakonec provést zhodnocení vytvořeného systému.

3. Metodika práce

Prvním krokem k dosažení cíle práce je vytvoření rešerše z dostupné literatury, jako zdroj sekundárních dat v oblasti řízení údržby. Primární data o organizaci se získají z dokumentů společnosti TZK Myslív a.s., pozorováním a dotazováním. Primární a sekundární data budou následně využity k analýze. Výsledkem bude metodika k vytvoření efektivního systému údržby pro společnost.

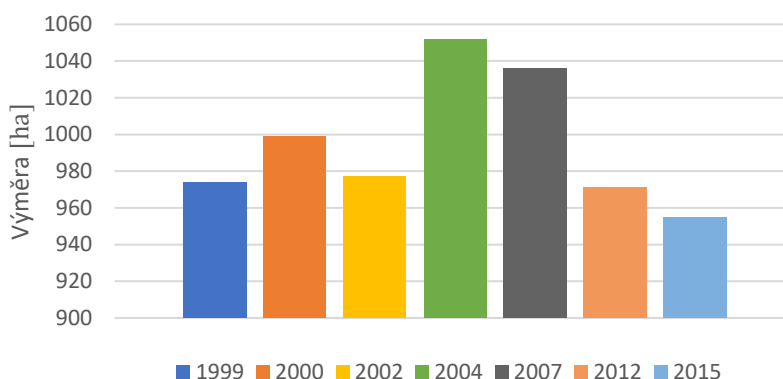
4. Současný stav údržeb v podniku

4.1. Charakteristika podniku

Společnost TZK Myslív spol. s.r.o. se nachází v Plzeňském kraji v okrese Klatovy. Byla založena 4. 3. 1996 jako společnost s ručením omezeným 6 společníky. Všichni společníci mají stejné podíly tedy 1/6, které odpovídají splaceným vkladům 20 000,- Kč. Společnost vznikla zápisem do obchodního rejstříku dne 6. 5. 1996. Sídlem společnosti při založení byla Radomyšl 181, okr. Strakonice. Dne 4. 12. 1996 se sídlo společnosti změnilo na Nehodiv 56, okr. Klatovy, kde sídlí stále. Předmětem činnosti je zemědělství, včetně prodeje nezpracovaných zemědělských výrobků za účelem zpracování nebo dalšího prodeje. TZK spol. s.r.o. se zabývá rostlinnou i živočišnou výrobou. Společnost má uzavřeny nájemní smlouvy na pozemky, na kterých hospodaří na dobu neurčitou. V době vzniku společnost obdělávala celkem 622 ha orné půdy, luk a pastvin. Vývoj výměry pronajatých pozemků od roku 1999 do roku 2015 (974 ha, 999 ha, 977 ha, 1052 ha, 1036 ha, 971 ha, 955 ha) ukazuje následující graf na obrázku 6. [26]

Z pronajatých pozemků byly odstraněny pozemky, které nebyly obdělávány (meze, zamokřená místa, remízy). Dále někteří vlastníci půdu pronajali někomu jinému, nebo pozemky prodali k výstavbě fotovoltaických elektráren. Tyto důvody vedly ke snížení výměry obdělávaných pozemků, jak je patrné v grafu na obrázku 6. [26]

Obrázek 6 Vývoj výměry obdělávané půdy (1999-2015)

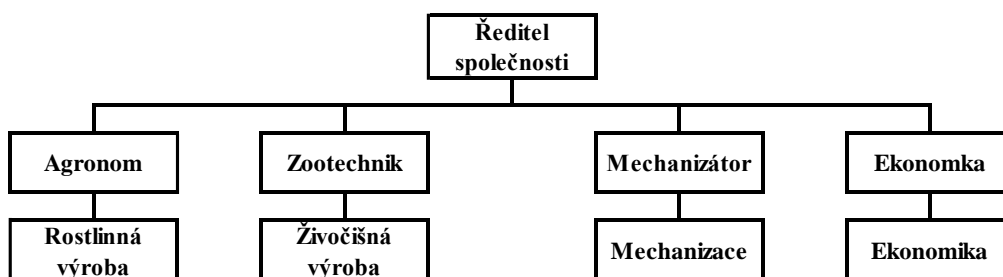


Zdroj: [26]

4.1.1. Organizační struktura

Organizační struktura společnosti je rozdělena na čtyři útvary – rostlinná výroba, živočišná výroba, mechanizace a ekonomika, jak je patrné z obrázku 7.

Obrázek 7 Organizační struktura společnosti



Zdroj: [26]

Živočišná výroba je soustředěna v obci Myslív, kde je středisko chovu skotu. Středisko zahrnuje následující budovy:

- velkokapacitní seník
- 4 silážní žlaby včetně jímek na silážní šťávy
- hnojný hospodářství
- stará sýpka – sklad
- stáj pro telata
- stáj pro mladý skot do 1 roku
- stáj pro vysokobřezí jalovice a krávy
- výkrmny býků I a II
- stáje MI a MII pro krávy a jalovice
- mostní váha

Rostlinná výroba má středisko v Nehodivě, kde je také sídlo společnosti (správní budova). Zázemí střediska je:

- správní budova
- posklizňová linka – čistička + sila na uskladnění obilí
- sklad obilí
- sklad osiv
- sklad náhradních dílů
- čerpací stanice nafty

Úsek mechanizace má v Nehodivě zařízenou opravářskou dílnu. Zde se provádí zejména v zimním období opravy a údržba veškerých strojů a zařízení. Opravy pracovníci dílny provádějí i pro středisko v Myslívě. Všichni pracovníci dílny jsou současně zařazeni do prací v rostlinné i živočišné výrobě.

Ekonomický útvar sídlí v hlavní správní budově v Nehodivě č. p. 56.

Ve společnosti pracuje 21 zaměstnanců. Kolektiv je stabilní. K odchodu dochází většinou ze zdravotních důvodů, ne při odchodu do důchodu. Pracovníci mají řídičské oprávnění skupiny C a T. Někteří mají jeřábnické zkoušky, oprávnění obsluhovat vysokozdvizné vozíky, svářečské průkazy a obsluhovat tlakové nádoby. Zaměstnanci jsou velice flexibilní a jsou schopní se v případě potřeby zastupovat na jednotlivých strojích. [26]

4.1.2. Podnikatelské aktivity společnosti

Rostlinná a živočišná výroba jsou hlavním zdrojem financí společnosti. Výsledky hospodaření jsou často ovlivněny mnoha rizikovými činiteli. Mezi časté faktory patří nepříznivé klimatické podmínky a růst energií. Další jsou nejisté dotace i rozšiřující se konkurence. Příkladem je rok 2013, kdy před začátkem žní část úrody poničilo silné krupobití. Nebo výrazně suchý rok 2015. I z těchto důvodů společnosti výrazně klesá hospodářský výsledek v letech 2011 až 2015. V roce 2014 byl z důvodu velkých nákladů zrušen chov dojených krav. Mléko bylo značně ztrátové, v důsledku stálého propadu výkupních cen. To umožnilo zvýšit stav skotu na výkrm, zvýšit tržní produkci obilí a ušetřit i na mzdových nákladech. Hlavní výrobní náplň je uvedena v tabulce 1. [26]

Tabulka 1 Výrobní náplň společnosti

| | 2011 | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
|------------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| | t | tis. Kč | t | tis. Kč | t | tis. Kč | t | tis. Kč | t | tis. Kč |
| Řepka | 245 | 2669 | 301 | 3554 | 20 | 301 | 380 | 3465 | 316 | 3110 |
| Pšenice kr. | 114 | 1604 | 34 | 163 | 160 | 655 | 781 | 2973 | 1002 | 2386 |
| Žito | 198 | 716 | 188 | 808 | 125 | 407 | 161 | 483 | 154 | 554 |
| Ječmen jarní | 572 | 2915 | 465 | 2502 | 148 | 835 | 653 | 3104 | 520 | 2279 |
| Kukuřice sil. | 3100 | 2430 | 1988 | 1590 | 0 | 0 | 0 | 0 | 271 | 176 |
| Senáž tr. | 1804 | 790 | 2520 | 1008 | 1100 | 388 | 561 | 262 | 250 | 75 |
| Krávy jateční | 28,7 | 734 | 37,4 | 1376 | 56,2 | 3535 | 24,4 | 636 | 41,4 | 1270 |
| Býci jateční | 74,9 | 3234 | 62,3 | 2791 | 86,3 | 3918 | 59,7 | 2903 | 66,8 | 3413 |
| Jalovice ch. | 11,3 | 452 | 15,8 | 713 | 0 | 0 | 6,9 | 313 | 11,6 | 524 |
| Mléko | 1147 | 9657 | 1003 | 8199 | 758 | 6820 | 188 | 1980 | 0 | 0 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

V minulých letech byla provedena rozsáhlá investice do technického vybavení, proto není potřeba nákladnějších oprav. I z těchto důvodů dochází ke stabilizaci v oblasti údržeb a k optimalizaci nákladů. Společnost má uzavřené smlouvy se spolehlivými odběrateli a dodavateli, se kterými bez problémů spolupracuje dlouhodobě. Mezi hlavní odběratele patří Primagra a.s. a Garant Průcha. Menší podíl má Plzeňský Prazdroj, který následují již menší odběratelé. Viz tabulka 2.

Tabulka 2 Hlavní odběratelé

| Název podniku | Druh dodávky | Objem v tis. Kč |
|-----------------------------|---------------|-----------------|
| Primagra a.s. | Obilí, řepka | 6 466 |
| Garant Průcha | Jatečný skot | 5 498 |
| Plzeňský Prazdroj | Ječmen jarní | 1 862 |
| Měcholupská zemědělská a.s. | Senáž | 259 |
| Sláva Krstev | Jatečný skot | 226 |
| Jatky Horažďovice | Nutná porážka | 220 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

Dodavatelé si plní své závazky bez problémů. Na dodávkách pro TZK Myslív s.r.o. se podílí více dodavatelů patrných v tabulce 3.

Tabulka 3 Hlavní dodavatelé

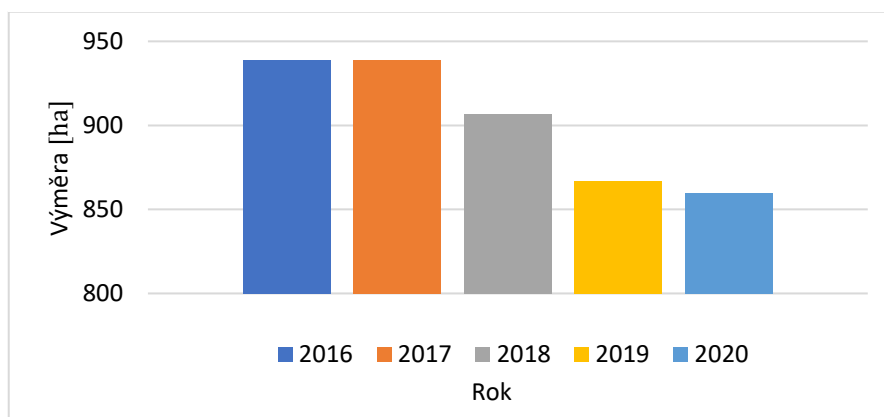
| Název podniku | Druh dodávky | Objem v tis. Kč |
|------------------------|-----------------------|-----------------|
| Primagra a.s. | Nafta | 2 917 |
| Agropa a.s. | Postřiky, služby | 2 168 |
| Oseva Praha | Osivo | 965 |
| ZEA Sedmihorky | Osivo, krmivo | 813 |
| U+M Servis s.r.o. | Náhradní díly | 592 |
| Agrowest a.s. | Náhradní díly | 276 |
| Pneuservis D+H Nepomuk | Náhradní díly, služby | 222 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

4.2. Změna na TZK Myslív a.s.

Změna společnosti začala 31. 12. 2015, kdy byl vypracován znalecký posudek o ocenění jmění. Poté byla dne 20. 6. 2016 založena společnost TZK Myslív a.s. a dne 22. 6. 2016 ve veřejném rejstříku. Základní kapitál 27 000 000 Kč je rozdělen na 27 000 000 kusů akcií o hodnotě 1 Kč. Statutární orgán tvoří tři členové představenstva a tři členové dozorčí rady. Ve společnosti pracuje 18 zaměstnanců. Podnik si ponechal stejné sídlo. Stále se zabývá rostlinnou i živočišnou výrobou. V rozmezí let 2016 až 2020 opět klesá výměra obdělávaných pozemků, patrné na obrázku 8 (939 ha, 939 ha, 907 ha, 867 ha, 860 ha). [26]

Obrázek 8 Vývoj výměry obdělávané půdy (2016-2020)



Zdroj: [26]

4.2.1. Rostlinná výroba

V rostlinné výrobě došlo ke změně v osevním plánu. Představenstvo se rozhodlo přestat pěstovat sladovnický ječmen. Jeho úroda byla velmi nízká, kvalita se zhoršila a v důsledku toho byly neúnosně ponižovány výkupní částky. Místo toho se zvýšily plochy ozimů jetele a bobu. Díky tomu se daří zajistit zásobu krmiva na zimní období. Pšenice ozimá představuje 16,59 %, řepka ozimá 12,12 %, kukuřice silážní 7,10 %, triticales ozimé 7,89 %, luscoobilní směska 2,29 %, jetel luční 4,47 % z celkové obhospodařované plochy. Hnojit statkovými hnojivy se daří na přibližně 40 % orné půdy. Data jsou uvedena v tabulce 4. [26]

Tabulka 4 Výrobová náplň

| | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| Pšenice ozimá | Plocha | [ha] | 115 | 130 | 134 | 142 |
| | Průměrný výnos | [q] | 66 | 61 | 63 | 72 |
| | Sklizeno | [t] | 756 | 793 | 897 | 1030 |
| Triticale ozimé | Plocha | [ha] | 72 | 60 | 57 | 68 |
| | Průměrný výnos | [q] | 40 | 53 | 55 | 69 |
| | Sklizeno | [t] | 289 | 316 | 317 | 469 |
| Řepka ozimá | Plocha | [ha] | 103 | 109 | 104 | 104 |
| | Průměrný výnos | [q] | 27 | 37 | 27 | 37 |
| | Sklizeno | [t] | 281 | 400 | 286 | 389 |
| Kukuřice na siláž | Plocha | [ha] | 45 | 70 | 75 | 61 |
| | Průměrný výnos | [q] | 250 | 272 | 351 | 334 |
| | sklizeno | [t] | 1128 | 1710 | 2650 | 1930 |
| LOS | Plocha | [ha] | 0 | 0 | 43 | 42 |
| | Průměrný výnos | [q] | 0 | 0 | 205 | 260 |
| | Sklizeno | [t] | 0 | 0 | 890 | 1415 |
| Jetel luční | Plocha | [ha] | 0 | 0 | 39 | 39 |
| | Průměrný výnos | [q] | 0 | 0 | 165 | 114 |
| | Sklizeno | [t] | 0 | 0 | 640 | 440 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

4.2.2. Živočišná výroba

Protože se zvýšila plocha pro pěstování pícnin, nemuselo dojít ke snížení počtu kusů základního stáda. Počty kusů chovaného skotu a skotu, který byl prodán, jsou v tabulce 5. Údaje za rok 2016 nejsou uvedeny z důvodu nedostupnosti informací. [26]

Tabulka 5 Živočišná produkce

| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Skot | [ks] | 766 | 747 | 739 | 703 |
| Prodaný skot | [ks] | 193 | 288 | 229 | 285 |
| Hmotnost prodaného skotu | [t] | 111 | 140 | 125 | 157 |
| Tržba z prodeje | [tis. Kč] | 4 867 | 6 193 | 5 313 | 6 665 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

Největší dodavatelé

- Agropa a.s. Olšany – dodavatel přípravků pro ochranu rostlin, včetně služeb s tím spojených
- Oseva Pro s.r.o. Praha – dodavatel osiv
- Zea Sedmihorky s.r.o. Roudný – dodavatel osiv a směsí pro telata
- SILMET Příbram a.s. – dodavatel motorové nafty

Největší odběratelé

- Primagra a.s. Milín – odběratel řepky a krmných obilovin
- Garant Strakonice s.r.o. – odběratel jatečného a zástavového skotu

Podíl ostatních odběratelů a dodavatelů je menší než 5 %.

Stav majetku k 31. 12. 2020 je zobrazen v tabulce 6. [26]

Tabulka 6 Majetek společnosti

| | [tis. Kč] |
|--------------------|-----------|
| Pozemky | 550 |
| Stavby | 7 107 |
| Stroje | 1 140 |
| Základní stádo | 1 684 |
| Materiál | 433 |
| Nedokončená výroba | 4 671 |
| Mladá zvířata | 6 342 |
| Výrobky | 4 594 |
| Celkem | 27 382 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

4.3. Aktuální přístup k údržbě

Útvar mechanizace má v Nehodivě zřízenou dílnu a sklad náhradních dílů. Pracuje zde trvale 7 zaměstnanců. Většina oprav se provádí v této dílně. Podle potřeby oprav strojů a zařízení ve středisku ŽV v Myslivě zajišťují údržbu i tam. Menší poruchy v terénu se opravují přímo na místě. V předem stanovených termínech je prováděna jen základní preventivní údržba např. výměna motorového oleje a filtrů. Obsluha sleduje stav strojů a subjektivně jej vyhodnocuje. Zejména se soustředí na hlučnost, přehřátí a další pozorovatelná poškození. Ze zkušenosti údržbářů vyplývá, že dodržování této vizuální kontroly může zabránit větším škodám. I proto, že tato kontrola není zřejmě dostatečná, dochází většinou k opravám po poruše.

Vybavení dílny:

- mobilní hydraulický dílenský jeřáb o nosnosti 1 tuna
- ALFA IN souprava pro svařování metodou MAG (CO₂)
- Svářečky WTU 500 a WTU 350
- 2 Přenosné svářečky ALFA IN 180
- Sada pro svařování plamenem směsí kyslíku a acetylénu
- Plazmová řezačka S-PLAZMA
- Soustruh velký
- Zátěžová zkoušečka na startéry
- Vybavení kovářské dílny (výheň, buchar, kovadliny, a další)
- 2 stacionární brusky, bruska soustružnických nožů, bruska ventilů
- Mobilní kompresory, vysokotlaký čistič
- Zkoušečka vstřikovačů, zkoušečka hydraulických okruhů
- Nájezdový šestisloupový zvedák s nosností 12 t
- Šroubový a pákový lis
- Dílenská jáma, stacionární kompresor se zásobníkem na 500 l
- Nabíječka baterií
- Hydraulická ohýbačka plechů, nůžky na plech, nůžky s maticí, děrovačka tenkých plechů
- Strojní pila, sloupové vrtačky
- VZV DESTA

Každý zaměstnanec má svoji sadu ručního nářadí.

Hlavní činnosti v dílně jsou:

- Opravy a seřizování motorů a převodovek traktorů, nákladních i osobních automobilů
- Opravy všech strojů připojitelných za traktory (nesené i tažené)
- Opravy přívěsů a nástaveb traktorů i nákladních automobilů
- Opravy a renovace elektrických součástí strojů
- Opravy podvozků a rámců (výměna ložisek a per)
- Opravy brzdových systémů
- Svářečské práce (ruční) a řezání plazmou, kyslíko-acetylenovým plamenem
- Výměna provozních kapalin a kontrola těsnosti hydraulických a pneumatických okruhů
- Opravy kol (výměna a lepení duší a pláštěů)
- Renovace a opravy půdu zpracujících nástrojů a dalších abrazivně opotřebovávaných dílů
- Výroba náhradních dílů (plechové díly, svařence, jednodušší obrobky)
- Renovace hřídelů a čepů
- Opravy antikorozi ochrany (nátěry a nástřiky)

Pro středisko v Myslívě se provádí tyto opravy:

- Opravy hrazení, vrat, napáječek
- Svařování zábran
- Menší opravy traktorů a ostatních strojů

4.3.1. Předsezonní opravy

Po sezóně obsluha stroje provede očištění a vizuální kontrolu. Sepíše závady, které je potřeba odstranit. Podle stupně důležitosti se stroje začínají opravovat. Do haly dílny se pohodlně vejde 5 strojů. Nejdříve se opravují stroje pro jarní práce např. secí stroj, mulčovací stroj, rozmetadla průmyslových hnojiv. Všechny stroje musí být opraveny nejdéle do konce dubna, protože poté pracovníci z údržby obsluhují stroje v RV a ŽV. V dílně pak nezůstává nikdo a v případě nutnosti nějaké opravy musí opraváři přerušit práce na poli a vrátit se do dílny.

4.3.2. Olejové a skladové hospodářství

Do nákladních automobilů a traktorů jsou používány motorové a převodové oleje podle doporučení výrobce stroje. U starších strojů bez turbodmychadla se používá motorový olej třídy M6AD. Do starších strojů s turbodmychadly se dává olej třídy S2. Osobní automobily využívají motorový olej specifikace 15W40. Převodový olej do většiny strojů je SAE90. Skladem je také hydraulický olej HM 46 používaný v nakladačích a pro řízení strojů. Všechny oleje jsou skladovány v 50 kg sudech jednotlivě uložených ve vaničkách kvůli případnému rozlití při jeho čerpání.

Plastická maziva jsou nakupována ve 20 kg nádobách. Z těchto nádob jsou plněny ruční mazací lisy špachtlí. Obsluha stroje, která provádí mazání, dbá na čistotu plastického maziva. Nádoby se otevírají jen na dobu nezbytně nutnou a pracovníci se chovají tak, aby nedocházelo k mísení různých druhů plastických maziv.

Náhradní díly jsou převážně objednávány až v případě potřeby. Vedoucí dílny je pak vyzvedává osobně u dodavatelů. Na skladě se udržují zásoby běžně spotřebovávaného materiálu a obtížněji sehnatelné díly zejména starších strojů. V případě oprav externím dodavatelem je vše zajištěno formou služby.

4.3.3. Diagnostika poruch strojů a zařízení

Pomocí diagnostických nástrojů (zkoušečka startérů, vstřikovačů, hydraulických okruhů) jsou závady ověřovány až při podezření na poruchu stroje. Preventivní měření těmito nástroji neprobíhají. Obsluha stroje vykonává pouze subjektivní kontrolu. Jedná se zejména o jednoduché metody pozorování typických vnějších projevů strojů. Údržbáři jsou zkušení a při využití lidských smyslů (zrak, sluch, hmat a čich) často odhalí různá poškození. Jako příklad slouží barva výfukových plynů vznětového motoru, zvýšená hlučnost, přehřátí a poruchy povrchu. Tato metoda vede ke zjištění poruchy, ale často nelze identifikovat její příčinu, a tak se může opakovat i po odstranění. Během sezóny se opravují jen závažné poruchy, které by znemožnily dokončení polních prací.

4.3.4. Dokumentace údržby

V současné době v podniku neprobíhá evidence provedených údržeb a oprav žádným způsobem. Obsluha strojů pouze po sezóně sepíše nalezené poruchy. Za tímto účelem vytvoří seznam k nákupu náhradních dílů. Tyto záznamy se nikde neuchovávají, a proto není

dodatečně možné dohledat historii oprav strojů. Tento systém neumožňuje plánovat náklady údržby pro jednotlivé stroje a vyhodnotit četnost jejich oprav. Náklady na údržbu lze získat pouze z účetnictví, kde nelze rozeznat jednotlivé údaje o počtu náhradních dílů pro konkrétní stroje. Z údajů nelze zjistit, který stroj vyžadoval nejdražší údržbu a zdali je takový stroj pro společnost stále přínosem.

4.3.5. Externí údržba

Pro firmu TZK Myslív a.s. vykonávaly externí údržbu tři společnosti. Dealer společnosti Claas zajišťuje údržbu traktorů stejnojmenné značky. Druhý poskytovatel služeb v tomto směru je prodejce kolových nakladačů značky HELI. Společnost nebyla s tímto poskytovatelem služeb po skončení záruční doby zcela spokojena, a proto v současné době s tímto servisem ukončila spolupráci. Operace prováděné externí údržbářskou společností jsou převážně záruční opravy a složitější opravy, které by obsluha nezvládla. Poslední poskytovatel externí údržby je pneuservis, který dodává pneumatiky a duše na stroje. Další služba tohoto poskytovatele je přezouvání bezdušových pneumatik novějších strojů. U nákladních a osobních automobilů zde probíhá navíc i vyvažování kol.

Dodavatelé externí údržby:

- ZEMI BUILDING MACHINES a.s. – údržba kloubového kolového nakladače HELI ZL50G včetně dodávky potřebných dílů
- U+M Servis s.r.o. – údržba a opravy traktorů značky Claas
- PNEU DUCHEK HAVEL s.r.o. – dodávky pneumatik, přezouvání bezdušových pneumatik

4.3.6. Údržba strojů a zařízení

V této kapitole jsou popsány nejčtenější poruchy a preventivní údržbářské zásahy. Z důvodu neexistence dokumentace se jedná pouze o zásahy, které si obsluhy strojů pamatují.

Následující tabulka 7 ukazuje náklady na pohonné hmoty, náhradní díly a oleje a maziva pro nakladače, traktory a ostatní stroje. Nákladní automobily jsou v tabulce zahrnuté do stejné kategorie s traktory.

Tabulka 7 Náklady na údržbu

| | Náklady [tis. Kč] | | | | | | | |
|--------|-------------------|--------|---------------|-------|--------|----------------|----|----|
| | Pohonné hmoty | | Náhradní díly | | | Oleje a maziva | | |
| | N | T | N | T | OS | N | T | OS |
| 2018 | 192 | 982 | 4 | 600 | 503 | 4 | 16 | 3 |
| 2019 | 223 | 1 032 | 5 | 430 | 300 | 5 | 18 | 4 |
| 2020 | 265 | 889 | 11 | 385 | 400 | 17 | 25 | 5 |
| 2021 | 292 | 934 | 30 | 811 | 360 | 22 | 29 | 8 |
| Průměr | 243 | 959,25 | 12,5 | 556,5 | 390,75 | 12 | 22 | 5 |

Zdroj: Vlastní podle [26]

N – nakladače, T – traktory, OS – ostatní stroje

Z tabulky je patrný nárůst nákladů na pohonné hmoty pro nakladače. Tento trend je patrný i při porovnání s průměrnou hodnotou a může být způsoben více faktory (nárůst cen pohonných hmot, vyšší využití stroje, špatné seřízení stroje). U traktorů jsou náklady na palivo poměrně vyrovnané. Údaje z posledních dvou let se drží pod průměrnou hodnotou. Náklady na náhradní díly se viditelně zvyšují u nakladačů. V případě ostatních strojů se náklady oproti roku 2018 snížily a zůstávají pod průměrnou hodnotou. U traktorů je patrné postupné snižování s následným vysokým nárůstem. To by mohlo být způsobeno stářím strojů a podle obsluhy se některé nákladné opravy opakují poměrně pravidelně (např. opravy motoru na traktorech Zetor 12045 zhruba každé čtyři roky). Náklady na oleje a maziva mají rostoucí tendenci, to může být způsobeno zvyšujícími se provozními ztrátami, ale i rostoucí cenou olejů a maziv.

Traktory

Claas axion 850, rok výroby 2012, 6800 mth

Opravy:

- Převodovka, motor (těsnění pod hlavou válců)

Výměna:

- vstřikovacích jednotek, sedačky s kompresorem, alternátoru, čidla přední nápravy, loketní opěrky s ovládáním, chladiče zplodin, ventilového bloku rychlospojek

Preventivní údržba:

- Výměna olejů, filtrů a mazání (podle návodu k obsluze), vizuální kontrola týdně

Claas Ares 836, rok výroby 2005, 15 000 mth

Opravy:

- Převodovka, generální oprava motoru, přední náprava,

Výměna:

- spojek převodovky, čidla brzd, čidla převodovky, čerpadla chladícího okruhu, klimatizace, ventilového bloku rychlospojek, ovládání pneumatických brzd, závěs, uložení kabiny

Preventivní údržba:

- Výměna olejů, filtrů a mazání (podle návodu k obsluze), vizuální kontrola týdně

Zetor 16145, rok výroby 1989

Opravy:

- Generální oprava motoru, násobiče krouťícího momentu, brzd, karoserie

Preventivní údržba:

Výměna olejů i mazání se provádí odhadem (rozbité počítadlo motohodin), subjektivní kontrola týdně

Zetor 12045 (2 ks), rok výroby 1980

Opravy:

- Motoru, převodovky, brzd (cca každé 4 roky), karoserie, násobiče, radiátoru topení

Preventivní údržba:

Výměna olejů i mazání se provádí odhadem (rozbité počítadlo motohodin), subjektivní kontrola týdně

Zetor 7745, rok výroby 1989 a Zetor 7711 (2 ks), rok výroby 1988 a 1989

Opravy:

- Generální opravy motoru, převodovky, náprav, brzdy, karoserie, elektroinstalace, hydrauliky

Preventivní údržba:

Výměna olejů i mazání se provádí odhadem (rozbité počítadlo motohodin), subjektivní kontrola týdně.

Zetor 7045, rok výroby 1980 a Zetor 7011 (4 ks), rok výroby 1982

Opravy:

- Motoru, převodovky, přední nápravy, závěsů, brzd, elektroinstalace, karoserie, hydrauliky

Preventivní údržba:

Vzhledem k malému ročnímu využití výměna motorového oleje jedenkrát za rok, převodový olej po dvou letech, mazání jedenkrát ročně, subjektivní kontrola týdně.

Zetor 6711 (4 ks), upravený na vyhrnování chlévské mrvy, rok výroby 1979 a 1980

Opravy:

- Motoru, převodovky, převodky řízení, nápravy, brzd elektroinstalace hydraulika, chladiče, alternátoru

Preventivní údržba:

- Dvakrát za rok výměna motorového oleje, převodový olej po dvou letech

Nákladní automobily

Škoda 706 (2 ks), rok výroby 1986 a 1987

Opravy:

- Motoru, pneumatik, karoserie, pérování elektroinstalace, chladiče, rámu, poloos, výměnných nástaveb – rozmetadlo RMA-8, senážní nástavba, třístranná sklápěcí nástavba

Preventivní údržba:

- Výměna oleje v motoru každý rok a převodovce za dva roky, mazání před sezónou, kontrola před technickou kontrolou, subjektivní kontrola v sezóně každý den

Praga V3S, cisterna na vodu, rok výroby 1984

Opravy:

- Nápravy, nástavby, generální oprava motoru, výměna vstříkovacího čerpadla a vstříkovačů

Preventivní údržba:

- Výměna oleje v motoru jednou ročně, v převodovce po dvou letech, mazání jednou ročně, kontrola před technickou kontrolou, subjektivní kontrola před každou jízdou

Avia A31, jednostranný sklápěč, rok výroby 1986

Opravy:

- Přední nápravy, brzd, karoserie, elektroinstalace

Preventivní údržba:

- Výměna oleje v motoru ročně, v převodovce po dvou letech, mazání jednou ročně, kontrola před technickou kontrolou, subjektivní kontrola před každou jízdou

Čelní nakladače

Heli ZL50G, rok výroby 2017, 2550 mth

Opravy:

- Startéru, navařování radlice, výměna baterie, hydraulických hadic

Preventivní údržba:

- Mazání podle návodu k obsluze (radlice po 8 mth, po 40 mth náprava a řízení, po 1000 mth kloubový hřídel, výměna oleje a filtru v motoru po 250 mth, převodovce po 1000 mth, po 2000 mth hydraulický olej, filtr hydraulického oleje po 1000 mth, filtr převodového oleje po 500 mth), subjektivní kontrola před jízdou

Nakladač Stalowa Wola L-34, rok výroby 1987

Opravy:

- Motoru, spojky, generální oprava lžice, chladiče motoru, netěsnosti hydraulických systémů, výměna hadic, čerpadla, hydromotorů

Preventivní údržba:

- Malé využití, výměna oleje v motoru a mazání jednou ročně, subjektivní kontrola před jízdou

Nakladač ZTS UN 053, rok výroby 1985

Opravy:

- Pojezd (hydromotor, čerpadlo), čerpadlo na ovládání výložníku, generální oprava lžice, přetěsnění hydraulických obvodů, chladiče, převodovky

Preventivní údržba:

- Mazání a výměna motorového oleje jednou ročně

Stroje na zpracování půdy

Dlátový podmítač Väderstad cultus 400, rok výroby 2019

Opravy:

- Výměna dlát podmítače

Polonesený pluh Pöttinger Servo 65 Nova, rok výroby 2008

Opravy:

- Výměna orebních komponent, náboj kola, přímočarý hydromotor, čepů, střížných šroubů, uložení slupic, oprava rámu

Polonesený sklopný talířový podmítač Pöttinger TERRADISC 5000 T, rok výroby 2012

Opravy:

- Výměna talířů, ložisek ve válcích, tlumících elementů, oprava pýchovacího válce

Válce Cambridge, rok výroby 1982

Oprava:

- Rámu, pýchů, výměna ložisek

Secí stroj s přípravou půdy Pöttinger TERRASEM 4000 T, rok výroby 2008

Opravy:

- Rámu, výměna ložisek, secích botek a talířů, hadice

Preventivní údržba:

U všech uvedených strojů se mažou všechna mazací místa a provádí vizuální kontrola.

Stroje na zpracování píce

Diskové žací stroje Claas Disco 305 a Claas Disco 3100 F (pro čelní a zadní nesení), rok výroby 2006 a 2007

Opravy:

- Rámu, výměna nožů, výměna usměrňovací plachty, bezpečnostní spojky proti přetížení

Obraceč Claas VOLTO 680, rok výroby 2006

Opravy:

- Rámu, pojezdových kol, krytů kol, výměna per

Shrnovač píce Claas LINER 650 TWIN rok výroby 2005

Opravy:

- Rámu, podvozku, hrabic, výměna per, ozubených kol a ložisek rotoru

Preventivní údržba u této skupiny:

Mazání mazacích míst, kontrola nožů, per, hrabic, pneumatik

Vleky a návěsy

Sběrací návěs Horal STS Toužim MV3-047 (3 ks), rok výroby 1990

Opravy:

- Sbíráání, rám, karoserie, převodovky, výměna ložiska

Preventivní údržba:

- Kontrola sbíráání, rámu, řetězů, listových per a vodících drah, mazání během sezóny každý den, výměna oleje převodovky jednou za rok, vizuální kontrola

Traktorový návěs Pronar T669/1, rok výroby 2010

Opravy:

- Elektroinstalace, listová pera

Preventivní údržba:

- Mazání, vizuální kontrola

Traktorový vlek 9t (2 ks), rok výroby 1986 a 1987 a 7t (2 ks), rok výroby 1975

Opravy:

- Rámu, bočnic, brzd, nábojů kol, výměna ložisek, výměna ložiska oje

Preventivní údržba:

- Mazání, vizuální kontrola

Cisterna HTS 100 (10 m³, 2ks), rok výroby 1990

Opravy:

- Lepení laminátové nádrže, brzd, vývěvy, karoserie, výměna přetlakového ventilu

Preventivní údržba:

- Mazání, vizuální kontrola

Krmný vůz Luclar Pegasus, rok výroby 2007

Opravy:

- Míchací zařízení, karoserie

Preventivní údržba:

- Mazání, vizuální kontrola

5. Návrh zlepšení systému údržby

Zemědělské podniky jsou typické pro svoji práci v silně sezónním režimu. Je proto výhodné klást důraz na předsezónní údržbu, která by měla zajistit co možná nejvyšší spolehlivost strojů během pracovního období. Některé stroje jsou využívány pouze zřídka, zpravidla nízké jednotky měsíců v roce, avšak jsou pro svoji funkci v podniku velmi důležité. Z tohoto důvodu je vhodné u většiny strojů v zemědělství provádět údržbu mimo sezónu.

5.1. Návrh plánování a evidence údržby

Plán údržby se tvoří pro předem určené časové období, většinou se jedná o rok. Ze znalosti provozní doby stroje a mezních limitů provozu vychází plánování preventivních údržeb. Správně vypracovaný plán údržby podporovaný počítačem obsahuje:

- Stroj, který bude opravován a co bude opravováno

- Složitost a dobu opravy
- Potřebné náhradní díly a náradí
- Datum údržby a kdo ji bude provádět
- Plánované náklady údržby

Počítačový systém může poskytnout i řadu dalších analýz např. dobu mezi poruchami, pracnost údržby po poruše, měsíční náklady na údržbu nebo celkové údaje zvoleného stroje. Data se musí pravidelně aktualizovat, což přináší větší administrativní zátěž. Ale na druhé straně odpadá složité ruční sestavování plánů údržeb, výpočtů měsíčních nákladů a soupis spotřebovaného materiálu. Rozhodující pro výběr softwaru je cena. Je potřeba si ujasnit, jaké analýzy budeme potřebovat. Pokud je takovýto software zakoupen, musí být využíván nejen jako kartotéka, ale také jako systém určený ke zvyšování efektivnosti a hledání slabých míst údržby. [27] [28]

Stroje je vhodné rozdělit do skupin podle důležitosti a tím určit typ údržby. K tomuto účelu se využívá rozdělení do skupin označovaných ABC.

Skupina A (cca 10 % strojů) – diagnostická údržba

Stroje, které jsou nejvíce využívány a jejich porucha by způsobila vysoké náklady.

- S vysokými pořizovacími náklady
- Nenahraditelné
- Denně používané
- Pro podnik nejdůležitější

Skupina B (cca 40 % strojů) – preventivní údržba

Tyto stroje jsou méně důležité, ale i tak jsou náklady na opravy vysoké.

- Dostupná náhrada poškozeného
- Větší počet stejného typu

Skupina C (cca 50 % strojů) – údržba po poruše

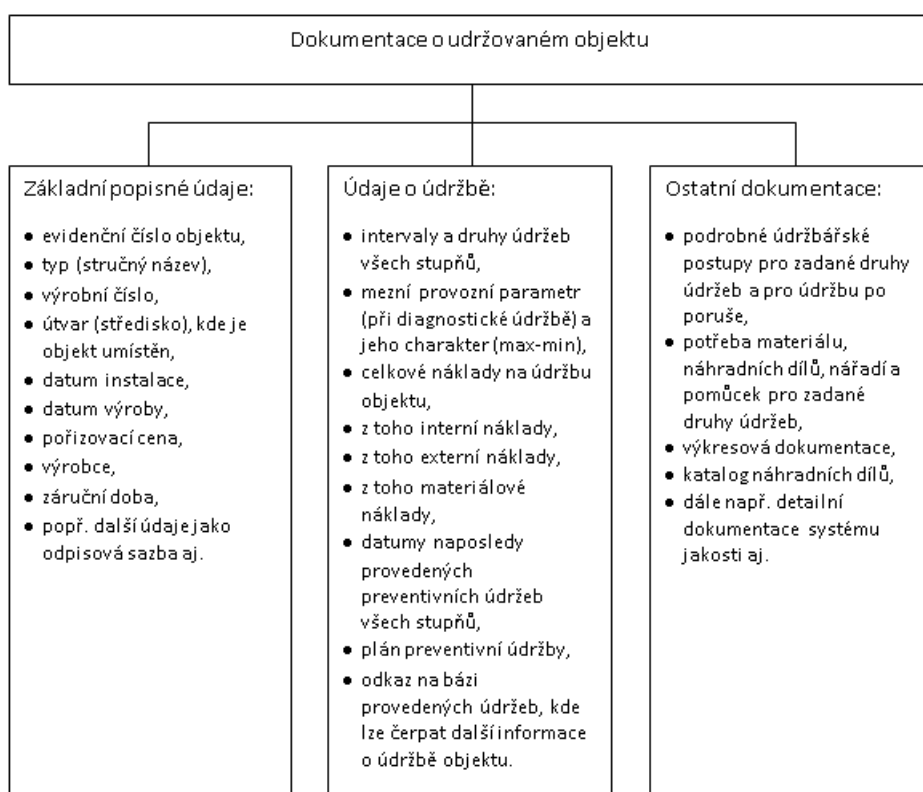
Porucha těchto strojů téměř neovlivňuje chod výroby.

- Technicky jednoduché

- Málo používané

Pracovník, který se plánováním údržby zabývá, zpravidla využívá informační systém údržby (ISÚ). Ten může být v tabulkovém procesoru nebo specializovaný program. Ještě existují podniky, které údržby evidují pouze v papírové formě. Tato evidence je velice nepřesná, protože ne každý pracovník zodpovědně zapisuje každou provedenou údržbu. Každá dokumentace stroje (viz obrázek 9) by měla obsahovat tyto údaje. [2] [29] [30]

Obrázek 9 Evidované údaje o objektech



Zdroj: [2]

5.1.1. Návrh dokumentace pro TZK Myslív a.s.

V této společnosti se ještě stále řídí helem, když se něco rozbije, tak se to opraví. Neřeší se, proč k tomu došlo, jestli se tomu dalo předejít preventivními zásahy. Společnost ani nevede žádnou dokumentaci údržby. Nejistí se, jaké jsou skutečné náklady na údržbu.

Navrhuji zakoupit počítač, který bude obsluhovat vedoucí dílny. Tento počítač bude pracovat s tabulkovým procesorem. Například lze zakoupit aplikaci MS Excel v rámci balíčku MS 365, cena se pohybuje kolem 150 Kč měsíčně. Tam je potřeba zadat základní údaje o strojích a údaje o údržbě. Jako příklad slouží tabulka 8. Z těchto údajů lze získat

informace o nákladech na údržbu pro jednotlivé stroje, a tím zjistit, zda je daný stroj pro společnost ještě výhodný. Lze také přehledně zobrazit, jaká údržba byla prováděna, nejčastější poruchy, dobu trvání opravy, spotřebované náhradní díly a mnoho dalších informací. Vytvoření tabulek je jednoduché, ale administrativně náročné, není však potřeba absolvovat školení.

Tabulka 8 Vzor evidence pro Zetor 7745

| Evidenč. číslo | Rok výroby | Výrobce | | Stručný název | | | Záruka | Pojistka |
|----------------|--------------------|-------------|-----------------|---------------|----|----------|--------|--------------------------------------|
| 3 | 1989 | Zetor | | Traktor 7745 | | | ne | ne |
| Náklady | | | | | | | | |
| Plán údržby | Druh údržby | Datum | Interval údržby | In | Ex | Materiál | Celkem | Potřebný materiál |
| Březen 2021 | P – výměna oleje | 10.03. 2021 | 250 | 500 | | 900 | 1400 | 10 l olej, 2 l technický benzín |
| Červenec 2021 | P – výměna oleje | 12.07. 2021 | 250 | 500 | | 1000 | 1500 | 10 l olej, 2 l technický benzín |
| | PP – výměna světel | 06.12. 2021 | | 300 | | 1300 | 1600 | 2 ks světlo, 4 ks žárovky, konektory |

P – preventivní údržba, PP – údržba po poruše, In – interní, Ex – externí

Zdroj: Vlastní

Tato tabulka 8 obsahuje vzor dokumentace k traktoru Zetor 7745. Všechny zmíněné údaje jsou pouze orientační. Jsou zde obsaženy základní informace o daném stroji (evidenční číslo, rok výroby, název a další). Dále tabulka obsahuje informace o všech provedených opravách i preventivní údržbě. Uvedeny jsou náklady a potřebný materiál. Z celkových nákladů je možné vyvodit, jaká je finanční náročnost na provoz stroje. Dokumentace je propojena s ročním plánem údržby. Je patrné, že údržba provedená v březnu a červenci byla realizována podle plánu. Podle potřeby lze dokumentaci rozšířit o další údaje (např. kdo prováděl údržbu, dobu trvání údržby a další).

Doporučuji zde také plánovat preventivní údržbu v rámci ročního plánu (viz tabulka 9). Dobré je do plánu zařadit odložené opravy po poruše. Pokud by společnost chtěla podrobnější analýzu a přehlednější plánování údržby, navrhuji zakoupit speciální software pro management údržby. Práce s tímto softwarem je jednodušší, ale musí se přihlídnout k nákladům na jeho pořízení, které jsou mnohonásobně vyšší než pořizovací cena počítače

s balíčkem MS 365. Myslím si, že pro malou společnost, jako je TZK Myslív a.s., by tento specializovaný software byl příliš nákladný. Ale v případě, že by se společnost rozhodla pořídit stroje s podporou IoT, bylo by výhodné využívat takový ISÚ, jenž tento systém podporuje.

Tabulka 9 Vzorový roční plán údržby pro vybrané stroje

| Roční plán údržby | | | | | | | |
|-------------------|------|------------------|-----------------|-------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
| Datum údržby | | Stroj (zařízení) | Evidenční číslo | Doba opravy | Náhradní díly | Plánované náklady | Kdo opravuje |
| prosinec | 2021 | Claas 850 | 1 | 4 h | 25 l olej, filtry | 8 000 Kč | U+M Servis |
| srpen | 2021 | Heli ZL50G | 2 | 4 h | 25 l olej, filtry | 4 500 Kč | obsluha stroje |
| březen | 2021 | Zetor 7745 | 3 | 4 h | 10 l olej, 2 l technický benzín | 1 500 Kč | obsluha stroje |
| červenec | 2021 | Zetor 7745 | 3 | 4 h | 10 l olej, 2 l technický benzín | 1 500 Kč | obsluha stroje |

Zdroj: Vlastní

V tabulce 9 je zpracován vzorový roční plán údržby. Hodnoty, které jsou v tabulce uvedeny, jsou pouze orientační. Pro účely demonstrace plánu jsem zvolil traktory Claas 850, Zetor 7745 a nakladač Heli ZL50G. Tento plán se zaměřuje pouze na preventivní výměnu oleje. Tímto způsobem je vhodné zpracovat všechny preventivní údržby, které se pravidelně vykonávají. Z údajů v tabulce můžeme vyčíst, kdy se daná údržba bude provádět. Dalším důležitým údajem jsou předpokládané náklady. Zjistíme i potřebné náhradní díly a orientační časovou náročnost opravy.

Obsluha se na strojích značky Zetor často střídá. Aby byla každému dostupná informace, kdy se má vyměnit olej, doporučil bych do každého stroje pořídit sešit. V něm by byly uvedeny motohodiny výměny oleje. Tento papírový systém evidence údržby je pouze podpůrný, ale pomůže obsluze traktorů snadno zjistit, kdy se má olej vyměňovat.

5.2. Návrh systému údržby

Nastavení systému údržeb v podniku zemědělské prvovýroby není možné vzhledem k velké různorodosti realizovat plošně pro všechny stroje. Vzhledem ke stáří strojů a také patrnému Paretovu pravidlu, kdy 80 % všech operací v podniku vykonává 20 % strojů, je velmi vhodné údržbu rozdělit. Ve společnosti TZK Myslív a.s. jsou těmi důležitými stroji

Claas Axion 850, Claas Ares 836, nově také Claas Axion 810 a jejich příslušenství. Dalším velmi využívaným traktorem je Zetor 16145, z čelních nakladačů to je Heli ZL50G. U těchto strojů je velmi vhodné cílit na jejich spolehlivost, tedy se zaměřit na preventivní údržbu. Ta by měla na denní bázi probíhat subjektivní diagnostikou a samozřejmě důsledným dodržováním mazacích plánů.

U ostatních strojů, zejména traktorů Zetor není bezpodmínečná spolehlivost nutná, protože se jedná o stroje, kterých společnost vlastní větší množství a jsou tedy bez větších potíží nahraditelné.

Společnost parkuje většinu strojů po celý rok venku. Navrhuji postavit krytý přístřešek alespoň pro nejdražší stroje. Tím se omezí působení vnějších přírodních vlivů, které způsobují např. korozi.

Výhodnější je vykonávání údržby vlastními silami v podniku, pokud se jedná o běžné údržbářské zásahy. Obsluha bude provádět kontrolu stroje podle návodu k obsluze. Zde jsou nejdůležitější úkony, které musí dodržovat. Běžné opravy (např. karoserie, elektroinstalace, výměna orebních těles) i generální opravy (např. motorů a převodovek traktorů Zetor) zajistí podle svých znalostí a možností údržbáři sami. Specializované zásahy, které by byly mimo zkušenosti a schopnosti pracovníků údržby ve společnosti, doporučuji zajistit externími dodavateli.

Záruční servis u nových strojů bude kompletně poskytovat dealer. Bude provádět diagnostiku, kde připojením stroje k počítači zjistí závady uložené v paměti a zajistí opravu. Na strojích po záruce bude tato diagnostika prováděna také. Zjištěné závady se rozdělí na ty, které údržbáři odstraní sami. Ostatní opravy bude provádět externí servis prodejce.

Výměnu pneumatik bude realizovat externí společnost. Navrhuji pneuservis Nepomuk, se kterým společnost dlouhodobě spolupracuje.

Pro veškerou techniku navrhuji dodržovat doporučení sepsané v kapitole 1.5. *Doporučené činnosti preventivní údržby.*

5.2.1. Nakladače

Z této skupiny strojů je pro společnost nejdůležitější čelní kloubový nakladač Heli ZL50G. Pro práce jako je nakládání slámy, vyhrnování a vrstvení hnoje je v provozu třikrát týdně během zimního období a během letního (kdy je většina skotu na pastvách) jeden až

dvakrát týdně. Dále v letním období zajišťuje vrstvení siláže a senáže. Aktuálně se počítá s ještě větším využitím v následujících letech z důvodu vykonávání služeb.

Z tohoto důvodu doporučuji důslednou subjektivní diagnostiku. Další doporučení je důsledné dodržování mazacích plánů, pravidelné výměny olejů a dalších úkonů podle doporučení výrobce. V příručce na obsluhu stroje je důkladně popsáno, jakým způsobem a kdy se mají tyto operace provádět.

Příklady operací z návodu k obsluze:

- Kontrola hladiny provozních náplní, vizuální kontrola každý den
- Výměna motorového oleje a filtru, kontrola klínových řemenů po 250 mth
- Výměna palivového filtru, kontrola dotažení šroubových spojů po 500 mth
- Výměna převodového oleje a filtru, filtru hydraulického systému po 1000 mth
- Výměna hydraulického oleje a filtru, kontrola brzd po 2000 mth nebo každý rok
- Kontrola motoru (vstřikovací trysky, palivové čerpadlo, turbodmychadlo) po 6000 mth nebo každé dva roky [31]

Navrhuji také kontrolu hydraulického oleje tribotechnickou diagnostikou, orientační cena je 2000 Kč. Touto metodou zjistíme stav oleje a stroje. Na základě výsledků tribotechnické diagnostiky by mohla být výměna olejů zkrácena nebo prodloužena. Zkrácení intervalu výměny olejů má za následek snížení možnosti poškození stroje, ale zvyšuje náklady na údržbu. Prodloužení intervalu má samozřejmě opačný účinek. Při použití RMF by mohlo dojít k prodloužení intervalu výměny oleje bez negativních účinků, proto je nutné zvážit všechny varianty.

Nakladač Stalowa Wola L-34 je již využíván spíše sporadicky, obvyklé využití je na tvorbu stohů slámy s příslušným nástavcem a jako záloha v případě poruchy Heli ZL50G. Proto doporučuji využití konzervačních technik pro dlouhodobé uskladnění. Nejdůležitější je kontrola akumulátorů. Nápravy by měly být podloženy tak, aby pneumatiky nebyly zatíženy. Protože nakladač je uskladněn venku, je vhodné použití antikoroziního nátěru. Stejnou techniku bych zvolil u nakladače ZTS UN053, jenž je málo využíván.

5.2.2. Traktory Claas

Traktory Claas 850, Claas Ares 836 a nově traktor Claas 810, který je v podniku od začátku roku 2022 s 1300 mth jsou zřejmě pro společnost nejdůležitější traktory a zajišťují nejdůležitější úkony. Proto navrhuji pro tyto stroje důslednou subjektivní diagnostiku a v případě podezření na poruchu objektivní diagnostiku. Pro nejpoužívanější traktor (Claas Ares 836) by bylo vhodné jednorázové použití tribotechnické diagnostiky motorového oleje, z důvodu předejití případným poruchám. Z této diagnostiky lze zjistit stav motoru (pronikání vody, glykolu a paliva do oleje). Cena této analýzy se pohybuje okolo 3000 Kč. Pokud se včas zjistí zhoršený stav oleje, lze předejít nákladným opravám. Pro všechny traktory Claas navrhuji diagnostiku převodového oleje a použití RMF. To by mělo umožnit pozdější výměnu oleje při zachování jeho vlastností. Cílem filtrace olejů však primárně není prodloužená (neomezená) životnost oleje, ale zabránění poškození stroje nečistotami. Pro ověření se použije právě tribotechnická diagnostika. Samozřejmostí je důsledné dodržování mazacích plánů, výměna olejů a dalších doporučení výrobce. V příručce na obsluhu stroje je podrobná tabulka s úkony, které se mají provádět.

Příklady operací z návodu k obsluze:

- Výměna motorového oleje a filtru po 500 mth
- Výměna filtrační vložky paliva a hydraulického okruhu po 500 mth
- Výměna převodového oleje po 1000 mth
- Kontrola vahadel ventilů po 2000 mth [32]

5.2.3. Traktory Zetor

Ze skupiny těchto strojů je nejdůležitější traktor Zetor 16145, který v této skupině nemůže jiný traktor nahradit. Ostatních traktorů má společnost více kusů a lze je mezi sebou zastupovat. Na základě těchto informací doporučuji Zetor 16145 důsledněji diagnostikovat. Pro ostatní stroje této značky bude postačovat běžná subjektivní diagnostika. Pro zmíněný nejdůležitější traktor této značky a další hojněji používané doporučuji pravidelné výměny olejů (motorový po 250 mth, převodový po 500 mth). Většina traktorů Zetor nemá funkční počítadlo motohodin. Důrazně doporučuji výměnu počítadel. Jejich pořizovací cena není

vysoká a umožní přesné počítání motohodin, a tím stanovit čas výměny oleje. Samozřejmě je dodržování mazacích plánů.

5.2.4. Nákladní automobily

Nákladní automobily Škoda 706 jsou využívány jen zhruba dva měsíce v roce. Během žní, kdy slouží k odvozu sklizených plodin do výkupu a odvozu hnoje na polní hnojiště. Dále jsou využívány s nástavbou RMA-8 ke hnojení statkovými hnojivy. V současné době se zvyšují legislativní poplatky na provoz nákladních automobilů, proto při takto malém využití a značném stáří se předpokládá jejich poměrně brzké vyřazení a nahrazení traktorovými návěsy. S přihlédnutím k těmto informacím doporučuji subjektivní diagnostiku a drobnější opravy. Pokročilejší údržba v tomto případě nemá velký smysl, neboť každá nákladnější porucha jen urychlí přechod na nový traktorový návěs.

5.2.5. Ostatní stroje a zařízení

Do této skupiny patří stroje na zpracování půdy (např. pluh, talířový podmítač, dlátový podmítač). Doporučuji vizuální kontrolu částí, co zpracovávají půdu. Důležité je mazání mazacích míst.

Pro stroje zpracovávající píci doporučuji kontrolu podobnou. Před použitím zkontrolovat stav nožů, per, hrabic a rámů strojů. Samozřejmě je správné mazání.

Radíme sem i vleký a návěsy (např. vleký, rozmetadla, samosběrací vozy). Opět je důležitá vizuální kontrola. Musí být kontrolovány rámy zařízení, aby se odhalily možné praskliny. U rozmetadel a samosběracích vozů se často poškozují řetězy, ložiska, převodovky. Doporučuji se soustředit na tyto součásti. Při mazání je potřeba nevynechat žádná mazací místa a provádět ho pravidelně.

5.3. Produktivita systému údržby

Při provozu výrobních zařízení se často sleduje jejich efektivnost. Sleduje se především jakost produkce, výkonnost a pohotovost strojů. V oblasti údržby je poměrně těžké určit vhodné ukazatele pro zjištění efektivnosti. Díky měření efektivnosti údržby lze posoudit, zda je zvolený systém správně nastaven. K maximální efektivnosti se nemůžeme přiblížit u nepřetržitých provozů, protože jsou nutné prostoje na vykonávání preventivní údržby. Ukazatel produktivity jde určit relativně dobře ve srovnatelných podmínkách (činnosti stejné náročnosti a rozsahu např. mazání strojů stejného typu). Dosažení těchto

podmínek je v oblasti údržby značně obtížné. Většina manažerů údržby nedisponuje dostatečným množstvím validních údajů a ani softwarem pro určení indikátorů efektivity. [33]

5.3.1. Návrh ukazatelů produktivity pro TZK Myslív a.s.

Vhodné ukazatele pro společnost jsou z mého pohledu tyto: počet údržeb po poruše a počet poruch během sezóny. Vhodně nastavený systém údržby by měl vést ke zvyšování efektivity, což znamená snížení počtu poruch v obou ukazatelích. Po čase může dojít k zastavení poklesu. To může znamenat, že je systém na maximální možné efektivity.

6. Ekonomické zhodnocení navrženého systému

Při správně prováděné preventivní údržbě s jistotou dojde ke snížení nákladů. Čím lepší preventivní údržba, tím méně údržeb po poruše. Vhodné je využívání subjektivní diagnostiky obsluhou stroje, neboť ta si může jako první všimnout nežádoucích změn. Ke zjištění závady dochází během prohlídky před použitím stroje nebo během provozu. Z toho důvodu tato diagnostika je v poměru k užítku velice levná. V případě podezření na závadu je vhodné ji ověřit objektivní diagnostikou.

Pokud dochází ke zvyšování nákladů na údržbu, tak byla zřejmě nevhodně a zbytečně používána dražší objektivní diagnostika. Tento systém by sice přinesl zlepšení spolehlivosti, ale za vysokou a pro společnost neakceptovatelnou cenu. Provozování takového systému by bylo zcela neefektivní. Pokud by takový případ nastal bylo by nutné přehodnocení daného návrhu údržby s cílem optimalizovat náklady na údržbu.

Zavedení nového systému údržby by mělo mít za následek zvyšování produktivity. Po čase nejspíše efektivita systému začne stagnovat a v takovém okamžiku pravděpodobně bude na jejím maximu.

Používání tabulkového procesoru nebo specializovaného softwaru by mělo umožnit identifikaci nevýhodných strojů. Práce s počítačem však přináší náročnější administrativu. Náklady na pořízení softwaru zaměřeného na management údržby jsou znatelně vyšší, proto je důležité důkladně zvážit jeho pořízení. Pokud by nedocházelo k využívání analýz, které nabízí za účelem dalšího vyhodnocování, nebylo by to ekonomicky výhodné.

Náklady na pořízení notebooku s kancelářským balíkem MS 365 a zvýšené náklady na administrativu budou pravděpodobně několikanásobně menší než náklady uspořené pomocí vhodného systému údržby. Proto tato investice do údržby v budoucnu přinese nemalé úspory.

Použití tribotechnické diagnostiky na první pohled přináší jen další náklady. Ovšem je nutné si uvědomit, že tato diagnostika se provádí za účelem zjištění důležitých informací o oleji a stroji. Špatně nastavený interval výměny oleje může mít katastrofální následky, a to nejen finanční z poruchy stroje a prostojů, ale i ekologické, případně ohrožení zdraví a života lidí. Proto při zohlednění všech těchto aspektů není cena diagnostiky příliš vysoká. Cena se liší podle typu oleje, kdy se pro motorový pohybuje okolo 3000 Kč¹, převodový a hydraulický 2000 Kč¹. Další náklady pak tvoří hodinová taxa pracovníka odebírajícího vzorky olejů (hodina práce 900 Kč¹) a náklady na dopravu (7,5 Kč za km¹).

Čištění olejů systémem ELC by v tomto malém podniku nedávalo smysl. I když je možné čistit oleje mobilních strojů, je tento systém výhodný spíše pro stroje s vysokou pořizovací cenou, velkým množstvím oleje a vysokými náklady na prostoje. Jedná se o stroje, kde pořizovací cena tohoto zařízení (začíná na 200 000 Kč¹) pojme jen malý zlomek nákladů uspořených.

Filtrování olejů RMF je pro tento zemědělský podnik výhodnější. Tento systém se může instalovat do tlakové větve a nepotřebuje žádné napájení elektřinou. Obsahuje také indikátor zaplnění pro snadné určení výměny. Cena tohoto systému se pohybuje v závislosti na požadavcích filtrování od 10 000 Kč do 80 000 Kč.¹

¹ Orientační ceny jsou získány od společnosti Kleentek s.r.o.

7. Závěr

V první části je zpravována teorie přístupů k řízení údržby. Jsou zde popsány jednotlivé typy údržby a jaké výhody a nevýhody přinášejí. Preventivní a prediktivní údržba hraje velmi důležitou roli. Důležitá je vizuální kontrola, při které se často odhalí maličkosti, které mohou způsobit i velmi nákladnou poruchu. Uplatnění má i objektivní diagnostika, která se často používá pro ověření subjektivní diagnostiky a umožňuje přesně stanovit stav stroje.

Z provedené analýzy přístupu k údržbě ve společnosti TZK Myslív a.s. jsou patrné nedostatky v řízení údržby. Mezi tyto nedostatky patří zejména neexistující dokumentace provedené údržby. Není tak možné zjistit, jaká údržba na objektu proběhla, jaké byly její náklady ani použitý materiál. Většina údržeb je po poruše, a to je pro společnost nevýhodné. Zvyšuje se tak počet prostojů a nákladných oprav. Je důležité se více soustředit na preventivní a prediktivní údržbu. V souvislosti s tím je patrné, že takto nastavený systém nemůže být produktivní a vyžaduje změnu.

Nejdůležitější je vytvořit dokumentaci ke každému stroji. Pro účely evidence strojů je vhodné použití podpory počítačového programu. Dokumentace v počítači umožní provádět analýzy pro získání dalších důležitých údajů o údržbě. Mezi tyto údaje patří např. počet poruch, počet poruch v sezóně (neplánované prostoje), použité náhradní díly a celkové náklady pro každý stroj. Jako druhotná evidence je doporučena papírová forma. Papírová dokumentace je příhodná pro stroje, kde se často střídá obsluha a její zavedení ji informuje o potřebných preventivních operacích pro správnou funkci stroje. Důležité informace zde obsažené jsou například, kdy byl naposledy měněn olej a jakým způsobem má probíhat mazání stroje.

Doporučuji důsledné dodržování preventivních prohlídek před každým použitím stroje a dodržovat pokyny uvedené v návodu k obsluze. Velký potenciál vidím v zavedení informačního systému údržby, který výrazně zpřehlední celý systém údržby. Dále navrhuji pokračovat ve vývoji systému údržby a zavádění moderních technologií. Do údržby se musí pravidelně investovat, protože vhodně použité peníze v údržbě přinesou v budoucnu značný užitek. Správně nastavený systém údržby zajistí kvalitní péči o stroje, ta se projeví poklesem počtu oprav po poruše. Tím dojde ke snížení provozních nákladů a zvýšení efektivity údržby stroje.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] INSTITUT, Český normalizační. *ČSN EN 13306 Terminologie údržby = Maintenance terminology*. Dostupné také z: <https://go.exlibris.link/fqHNS2Jj>
- [2] LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Vyd. 1. [Praha]: Kamil Mařík - Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [3] BEDNARČÍK, Zdeněk a Ladislav PILAŘ. *Marketing a management*. Vydání: první. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019. ISBN 978-80-213-2985-0.
- [4] VYSKOČIL, Vlastimil a František KUDA. *Management podpůrných procesů: facility management*. 2., dopl. vyd. [Praha]: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-046-1.
- [5] VEBER, Jaromír. *Management: základy, prosperita, globalizace*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2000. ISBN 80-7261-029-5.
- [6] ŽENÍŠEK, David, Michal ŠIMON, Josef BASL a Peter POOR. *Údržba v Průmyslu 4.0 dnes. Průmyslové inženýrství 2019: Mezinárodní studentská vědecká konference* [online]. Západočeská univerzita v Plzni, 2019, - [cit. 2022-02-22]. ISBN 9788026108948. Dostupné z: [doi:10.24132/PI.2019.08948.169-176](https://doi.org/10.24132/PI.2019.08948.169-176)
- [7] LASI, Heiner, Peter FETTKE, Hans-Georg KEMPER, Thomas FELD a Michael HOFFMANN. *Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering* [online]. 2014, **6**(4), 239-242 [cit. 2022-02-15]. ISSN 1867-0202. Dostupné z: [doi:10.1007/s12599-014-0334-4](https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4)
- [8] *Řízení a údržba průmyslového podniku: Role údržby v koncepci Průmysl 4.0 – 1. část*. 2020, . ISSN 1803-4535. Dostupné také z: <http://predplatitel.trademedi.cz/media/ewydanie/flipbook/15b40b5a416af17720b30780a1cb4da8/mobile/index.html>

- [9] LEVITT, Joel. *Complete guide to preventive and predictive maintenance*. Second edition. New York: Industrial Press, 2011. ISBN 978-0-8311-3441-9.
- [10] PEXA, Martin, Bohuslav PETERKA a Zdeněk ALEŠ. *Technická diagnostika* [CD]. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2011 [cit. 2022-03-12]. ISBN 978-80-213-2177-9.
- [11] REMEK, Branko. *Provozní údržba a diagnostika vozidel*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02615-9.
- [12] POŠTA, Josef. *Technologie údržby strojů I. p: preventivní údržba*. Vydání první. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2017. ISBN 9788021327665.
- [13] POŠTA, Josef. *Technologie údržby strojů: Mazání strojů*. Vydání první. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2021. ISBN 978-80-213-3121-1.
- [14] KUMHÁLA, František. *Příručka pro opravy a údržbu zemědělské techniky*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2004. ISBN 80-86726-07-X.
- [15] MAŠEK, Jiří a Petr HEŘMÁNEK. *Zemědělec: údržba techniky zvyšuje životnost* [online]. 2008 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/udrzba-techniky-zvysuje-zivotnost/>
- [16] *Konferenční seminář pro TOP manažery 2017: Management a inženýrství údržby a jeho informační systém podle požadavků Průmysl 4.0 : zámeck Liblice 19. a 20.4.2017*. Vydání: první. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017. ISBN 978-80-213-2756-6.
- [17] *Průmysl 4.0: Příležitost nebo hrozba?* [online]. [cit. 2022-02-23].
- [18] DVOŘÁK, Jiří. *Expertní systémy* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky, 2004,

- 92 s. [cit. 2022-03-06]. Dostupné z:
<http://www.uai.fme.vutbr.cz/~jdvorak/Opory/ExpertniSystemy.pdf>
- [19] CELBOVÁ, Iva. *Úvod do problematiky expertních systémů* [online]. Ikaros, 1999, [cit. 2022-03-06]. ISSN 1212-5075. Dostupné z:
<http://ikaros.cz/node/10378>
- [20] *Techmagazín: Tribotechnické informace* [online]. 2021, [cit. 2022-02-22]. Dostupné z:
http://www.techmagazin.cz/ke_stazeni/tribo/tribotechnika2021_01.pdf
- [21] *Kleentek* [online]. Praha [cit. 2022-03-23]. Dostupné z:
<https://www.kleentek.cz>
- [22] *Intribo* [online]. [cit. 2022-03-23]. Dostupné z: <https://www.intribo.com/rmf>
- [23] POŠTA, Josef, Milan DVOŘÁK a Petr VESELÝ. *Degradace strojních součástí: monografie*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2002. ISBN 80-213-0967-9.
- [24] *Zajištění údržby v systému managementu spolehlivosti: materiály z 36. setkání odborné skupiny pro spolehlivost : Praha, září 2009* [online]. Praha: Česká společnost pro jakost, 2009 [cit. 2022-03-22]. ISBN 978-80-02-02703-4.
- [25] NOVÁK, Pavel. *Koroze kovů: konzervování a restaurování kovů* [online]. Praha, 2011 [cit. 2022-02-15]. Dostupné z:
<https://ukmki.vscht.cz/files/uzel/0016736/Koroze%20kovu.pdf?redirected>
- [26] *Interní dokumentace společnosti TZK Myslív a.s.*
- [27] JURČA, Vladimír, Tomáš HLADÍK a Zdeněk ALEŠ. *Možnosti zpracování a využití dat z řízení údržby*. Vyd. 1. Praha: Česká společnost pro jakost, 2004. ISBN 80-02-01595-9.

- [28] LEGÁT, Václav. *Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.
- [29] PAVLŮ, Jindřich. *Jakost, spolehlivost a obnova strojů* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2019 [cit. 2022-03-21]. ISBN 978-80-213-2926-3.
- [30] *Řízení a údržba průmyslového podniku: Role údržby v koncepci Průmysl 4.0 – 2. část*. 2021, . ISSN 1803-4535. Dostupné také z: <https://www.vseoprumsly.cz/knihovna/řízení-a-údržba/řízení-a-údržba-prumysloveho-podniku-1-2021.html>
- [31] *Návod k obsluze kloubového nakladače Heli ZL50G*.
- [32] *Návod k obsluze traktoru Claas*.
- [33] ALEŠ, Zdeněk, Václav LEGÁT a Vladimír JURČA. *Měření výkonnosti údržby prostřednictvím ukazatelů efektivnosti* [online]. [cit. 2022-02-20]. Dostupné z: <https://adoc.pub/meni-vykonnosti-udrby-prostednictvim-ukazatel-efektivnosti.html>