

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Plánování a řízení oprav hlavních zařízení v energetickém podniku

Autor: **Ivan Bureš**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ivan BUREŠ**
Osobní číslo: **S19B0089K**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Plánování a řízení oprav hlavních zařízení v energetickém podniku**
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Charakteristika hlavních zařízení energetického podniku.
2. Údržba zařízení energetického podniku
3. Analýza současného stavu plánování a řízení oprav
4. Návrh změn při plánování a řízení hlavních oprav, vytvoření harmonogramu
5. Vyhodnocení návrhu změn při plánování a řízení oprav hlavního zařízení v energetickém podniku

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **0 výkresů**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Rakýta, Miroslav. *Údržba ako zdroj produktivity*. Žilina: GEORG knihárstvo a tlačiareň, 2002.
ISBN 80-968324-3-3.

Legát, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Praha: Professional publishing, 2016. 2. vydání.
ISBN 978-80-7431-163-5.

ČSN EN 13306. *Údržba – terminologie údržby*

ČSN EN 15628:2015. *Údržba – kvalifikace pracovníků údržby*

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant bakalářské práce: **Ivan Pavelek**
Ostrovská teplotní, a. s., Ostrov
Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. září 2019

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování:

Chtěl bych touto cestou velmi poděkovat doc. Ing. Janě Kleinové CSc. za cenné rady a odborné vedení, které mi ochotně poskytla při vypracování mé práce. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Bc. Miroslavu Malagovi za významnou pomoc při řešení vytvoření harmonogramu. Dále bych chtěl poděkovat panu Ivanu Pavelkovi a panu Ing. Michalu Tajerovi za odbornou pomoc v praktické části a mé rodině za trpělivost, laskavost a podporu po celou dobu mého studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bureš	Jméno Ivan	
STUDIJNÍ OBOR	Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana	
PRACOVISTĚ	ZČU – FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Plánování a řízení oprav hlavních zařízení v energetickém podniku		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	75	TEXTOVÁ ČÁST	43	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL, POZNATKY A PŘÍNOS	Bakalářská práce obsahuje plánování a řízení oprav hlavního zařízení energetického podniku, hledání a popis rizik při opravách hlavního zařízení, vytvoření a využití harmonogramu – Ganttův diagram.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Energetický podnik, Projekt, Řízení, Vyhodnocení, Biomassový kotel, Opravy, Odstávka, Údržba, Rizika, 5x Proč, Harmonogram, Ganttův diagram.

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Bureš	Name Ivan	
FIELD OF STUDY	Industrial engineering and management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Name Jana	
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Mastering and management of repairs of main equipment in power company		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALY	75	TEXT PART	43	GRAPHICAL PART	0
---------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTOIN TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor's thesis contains planning and management of repairs of the main equipment of the energy company, search and description of risks in repairs of the main equipment, creation and use of a schedule – Gantt chart.
KEY WORDS	Energy company, Project, Management, Evaluation, Biomass Boiler, Repairs, Downtime, Maintenance, 5x Why, Schedule, Gantt chart.

Obsah

Úvod.....	11
1. Charakteristika hlavních zařízení energetického podniku.....	12
1.1. Teplárny jako specifická forma energetických podniků	12
1.2. Charakteristika hlavních zařízení energetických podniků typu teplárna	12
2. Údržba zařízení energetického podniku	14
2.1. Charakteristika údržby.....	14
2.2. Typy údržby	14
2.3. Dělení údržby:	16
2.3. Pracovníci údržby a jejich kompetence	17
2.4. Poruchy a poruchové stavy	18
2.4.1. Typy poruch	18
2.4.2. Poruchové stavy a jejich typy	20
3. Analýza současného stavu	22
3.1. Charakteristika Ostrovské teplárenské, a.s.	22
3.2. Analýza současného stavu realizace oprav OT, a.s.....	23
3.3. Diagnostika závad na plánovanou opravu zařízení	24
3.4. Vybraná hlavní zařízení na opravu	28
3.4.1. Hlavní části biomasového kotle	28
3.4.2. Technologie kotelny	29
4. Odstávka hlavního zařízení na plánovanou opravu	31
4.1. Plánování a řízení odstávky	31
4.2. Procesní přístup k cyklu odstávky	31
4.3. Časové rozložení odstávkového cyklu.....	32
5. Plánování a řízení hlavních oprav.....	34
5.1. Tvorba plánu oprav hlavního zařízení biomasového kotle.....	34
5.2. Rozpis prací a rozdělení pracovníků.....	36
5.3. Postup oprav vybraného zařízení	37
5.3.1. Denní sklad paliva	37
5.3.2. Hydraulické pohony a hydraulické válce	38
5.4. Realizace a vyhodnocení oprav při odstávce	39
6. Návrh a vyhodnocení změn při plánování a řízení oprav hlavního zařízení	42
6.1. Změna v rozpisu oprav	42
6.2. Zahrnutí rizika do plánování oprav	42
6.2.1. Analýza a identifikace rizik	43
6.2.2. Řízení rizik oprav při odstávce	45
6.3. Využití harmonogramu prací při plánování oprav	45

6.4. Trvalé zlepšování procesů oprav hlavního zařízení	46
6.4.1. Metoda 5x Proč	46
6.4.2. Vytvoření nového plánu prací.....	47
6.5. Vyhodnocení a přínosy navrhovaných změn	47
Závěr	51
Citovaná literatura	52
Příloha č. 1	54
Příloha č. 2	66
Příloha č. 3	73

Seznam obrázků

Obrázek 2-1 Porucha převodovky [autor].....	20
Obrázek 3-1 Letecký pohled na OT, a.s. [5].	23
Obrázek 3-2 Ukázka z knihy závad – zapisování směnovými mistry [autor].....	25
Obrázek 3-3 Ukázka z knihy závad určená pro mistra SÚ [autor].....	25
Obrázek 3-4 Tloušťkoměr SONATEST B-Gage [autor]	26
Obrázek 3-5 Měřič vibrací VIBER X2 [7].....	27
Obrázek 3-6 Hlavní části biomasového kotle K4 [8].	29
Obrázek 3-7 Uspořádání kotelny biomasového kotle K4 [8].....	30
Obrázek 4-1 Rozdělení odstávky biomasového kotle K4 [9].....	32
Obrázek 4-2 Časové rozdělení odstávky [9].	33
Obrázek 5-1 Měření tloušťky hrotů vyhrnovacího žebříku denního skladu paliva [autor].....	38
Obrázek 6-1 Histogram – SÚ [15].	49
Obrázek 6-2 Histogram – Vedoucí údržby [15].....	49
Obrázek Příloha č.1-1 Hroty zavážecího lisu [autor]	55
Obrázek Příloha č.1-2 Pohyblivý vozík roštu[autor].....	56
Obrázek Příloha č.1-3 Rošt kotle [autor].....	56
Obrázek Příloha č.1-4 Deformace šneku dopravníku popele[autor].....	58
Obrázek Příloha č.1-5 Převodovka dopravníku popele – zanesení popelem[autor].	59
Obrázek Příloha č.1-6 Protokol měření chvění ložisek KV K4 [6].....	61
Obrázek Příloha č.1-7 Hydraulický agregát [20].	63
Obrázek Příloha č.1-8 Vnitřní prostor zavážecích lopat[autor].	64

Seznam tabulek

Tabulka 6-1 Tabulka rozpisu prací na opravách hlavního zařízení – SÚ [autor].....	42
Tabulka 6-2 Analýza rizik[autor].	44

Seznam zkratk

„B“ - Bezpečnostní příkaz	PoP – Pomocné provozy
BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	SÚ – Strojní údržba
„BS“ – Bezpečnostní příkaz strojní	SV – Spalinový ventilátor
CPAL – Common Public Attribution License	THP – Technicko hospodářský pracovník
ČSN – Česká státní norma	TNS – Tlaková nádoba stálá
DeNOx – Čištění spalin od oxidu dusíku pomocí vstřikování močoviny	TPM – Totálně produktivní údržba (Total productive maintenance)
EB 121 – Označení bazických elektrod	„V“ – Bezpečnostní příkaz do výbušného prostředí
EF – Elektrofiltr	VS – Výměňníková stanice
EN – Evropská norma	VT – Velín topičů
EÚ – Elektroúdržba	VÚ – Vedoucí údržby
FM – Frekvenční měnič	VN – Vysoké napětí
HV 10 – Označení denního skladu paliva	ZK – Zpětná klapka
CHÚV – Chemická úpravna vody	
K2, K4, K7 – Označení kotle	
LUWO – Ohřívák vzduchu	
MaR – Měření a regulace	
MPa – Megapascal	
MPBP – Místní pracovní a bezpečnostní předpisy	
MTZ – Materiálně-technická základna	
ND – Náhradní díly	
NDM – Náhradní díly a materiál	
OT, a.s. – Ostrovská teplárenská, a.s.	
PdM – Prediktivní údržba	
P-F – Potenciální porucha	
PM – Preventivní údržba	
PO – Požární ochrana	

Úvod

Ve světě, a hlavně v Evropě, kde se energetika vyvíjí velmi rychlým tempem, jsou kladeny stále vyšší nároky na úsporu elektrické energie, snižování emisí s důrazem na využívání obnovitelných zdrojů energie. Tomuto trendu se musí podřídit i energetické podniky typu teplárny. V České republice již začínají přecházet teplárny z parního vytápění na teplovodní, které snižuje energetickou náročnost výroby topného média. Pro účel mé práce byl vybrán podnik Ostrovská teplárenská, a.s. (OT, a.s.), který je s přestavbou již ve finálové části a ze všech parovodních kotlů zbývá poslední a už pouze jen jako záložní. Podnik se zabývá výrobou a distribucí tepelné energie do města Ostrov a zároveň výrobou a distribucí elektrické energie do energetické sítě závodu ČEZ. Dnes již spolupráce s firmou ČEZ funguje tak, že většinu vyrobené elektrické energie firma OT, a.s. využívá pro vlastní spotřebu a přebytek dodává do rozvodné energetické sítě.

Pro výrobu a distribuci tepelné a elektrické energie je zapotřebí složitého a drahého zařízení, pro které je nutné profesionálního vedení, kvalitní obsluhy a odborné údržby. Proto je velice důležitá spolupráce všech zainteresovaných složek pro bezporuchovou dodávku zmíněných energií. Vedení podniku musí odborně a citlivě přistupovat ke vzniklým problémům, obsluhy musí být neustále ve střehu při kontrole a řízení svěřeného zařízení a údržba musí podnikat veškeré kroky ke správnému chodu provozovaného zařízení.

1. Charakteristika hlavních zařízení energetického podniku

Strojní zařízení energetického podniku typu teplárna je velmi složité a početné. Pokud se má vyjmenovat veškeré zařízení, zabral by tento popis mnoho stránek a mnoho času. Pozornost bude soustředěna pouze na hlavní a nejdůležitější zařízení.

1.1. Teplárny jako specifická forma energetických podniků

Teplárna je průmyslový závod, který se zabývá kombinovanou výrobou elektřiny a tepla pro technologické účely, otop či ohřev topné a užitkové vody. Výrobou a dodávkou samotného tepla se zabývá "výtopna", u menších výkonů "kotelna". Obvykle je vodní pára, vyrobená v parních kotlích přivedena do parní turbíny, která pohání el. generátor. Z vyšších parních odběrů turbíny může být vyvedena technologická pára a z nižších topná pára pro parní dodávky tepla nebo pro ohřev topné vody pro vytápění. Parní turbíny v teplárnách menších výkonů jsou často protitlaké – pára z protitlaku o vyšším tlaku je využita pro parní síť, s nižším tlakem pro základní horkovodní ohřívák topné vody. Parní turbíny větších tepláren mají často koncový díl kondenzační a pára pro technologii i vytápění je z turbíny vyváděna z odběrů, s tlakem páry závislém na umístění odběru na tělese turbíny.

Místo parní turbíny lze využít spalovací turbínu, která pohání elektrický generátor a horké spaliny jsou využity pro dodávku tepla v páře nebo topné vodě. Další možností je paroplynová teplárna, kdy spalovací turbína pohání jeden elektrický generátor a teplo spalin je využíváno pro výrobu páry (zastupuje funkci parního kotle), která je přivedena do parní turbíny pohánějící druhý el. generátor. Teplo pro vytápění je odebíráno opět pro vytápění budov a areálů.

Další zařízení pro vytápění je kogenerační jednotka. Obvykle jde o spalovací motor, kde je nejčastějším palivem zemní plyn, který pohání elektrický generátor a produkuje "odpadní teplo", obvykle u motorů odváděné chladičem. Teplo z chlazení bloku motoru, oleje a výfukových plynů je využito pro ohřev topné vody. Elektrická energie je buďto zcela spotřebována v místě výroby, nebo může být i dodávána do veřejné elektrorozvodné sítě.

Zdrojem primární energie v podmínkách České republiky je většinou hnědé uhlí, černé uhlí, zemní plyn nebo mazut, biomasa, méně pak geotermální energie či odpad.

Teplo vyrobené v teplárně se dále rozvádí pomocí systémů dálkového vytápění k jednotlivým odběratelům [1].

1.2. Charakteristika hlavních zařízení energetických podniků typu teplárna

- **Parovodní kotle** – jedná se o složité zařízení na výrobu páry. Hlavní části kotle jsou spalovací komora, šotový přehřívák, konvekční přehřívák, ekonomizér, ohřívák vzduchu (LUWO), mechanický odlučovač popílku, látkový odlučovač popílku nebo elektrický odlučovač popílku, DeNOx, odsíření, vzduchový a kouřový ventilátor, komín. Jednotlivá části zařízení jsou velice choulostivá na poruchu, a proto musí být pravidelně kontrolována. K tomu jsou určeny obsluhy kotlů, které musí provádět řízení, dohled, kontrolu a manipulaci kotlů.
- **Horkovodní nebo teplovodní kotle** – zařízení na výrobu teplé vody s výstupní teplotou média v horkovodu nad 110 °C a v teplovodu pod 110°C. Tyto kotle pracují s uzavřeným okruhem média. Mohou spalovat jak fosilní paliva (uhlí, zemní plyn), tak tak i obnovitelné zdroje paliva (biomasa, pelety, sláma). Jednotlivé části kotle jsou

podobné jako u parovodních kotlů, jen nepracují s tak vysokými teplotami ve spalovací komoře.

- **Kogenerační jednotka** – stroj na výrobu elektrické energie. Teplo, které stroj vyvíjí jako sekundární produkt, se využívá na ohřev vody. Elektrickou energii využívá podnik pro svoji vlastní spotřebu a přebytek dodává do energetické sítě.
- **Točivá redukce** – zařízení na výrobu elektrické energie. Snižuje nevyužitelné vysoké parametry páry na hodnoty, které jsou využitelné pro další technologie. Pára prochází přes lopatky vysokoobrátkového točivého stroje, redukuje se na 3000 ot/min a roztáčí generátor proudu.
- **Velín topičů** – velmi důležitá místnost, kde se odehrávají nejdůležitější rozhodnutí při řízení kotlů. Do této místnosti je soustředěna rozhodovací moc. Nacházejí se zde panely, pro ovládání kotlů, točivé redukce, kogeneračních jednotek a řídicího dispečinku výměňkových stanic. Obsluha VT je nepřetržitá a důležitá pro znalost veškerého svěřeného zařízení.
- **Chemická úprava vody** – budova pro úpravu surové vody. Voda se odebírá z vodního zdroje, prochází přes čerpací stanici, odkud se voda čerpá do chemické úpravy vody (CHÚV). Zde se jímá do jímky surové vody, poté prochází přes pískové filtry do jímky čířené vody a odtud se čerpá přes katexové filtry do nádrží přídatně upravené vody.
- **Čerpací stanice** – budova se nachází blízko vodního zdroje. Důležitá zařízení pro hrubé čištění vody v čerpací stanici jsou strojně stíratelná česlice, jímka surové vody a čerpadla pro přepravu vody do CHÚV.
- **Bagrovací stanice** – prostor, ve které se nacházejí jímky a bagrovací čerpadla pro odvod hydrosměsi (voda s popílkem) struskovodem do úložiště popílku.
- **Zauhlování** – skládá se z dopravníkových pasů, válečků, převodovek a hlavně propeler – zařízení pro vyhrnování paliva z hlubinného zásobníku paliva.
- **Výměňkové stanice** – prostory a budovy ve městě, kde odevzdává topná voda svoji energii sekundárním rozvodům. V této místnosti se nachází čerpadla, nádrže, dávkování a řídicí systém pro dálkovou obsluhu stanice.
- **Parovodní a teplovodní rozvody** – rozvody, kudy se dopravuje médium do výměňkových stanic a předává svou energii dalším rozvodům, putujícím až do jednotlivých obytných částí.

2. Údržba zařízení energetického podniku

Údržba zařízení je kombinací technických a administrativních opatření včetně zásahu managementu během životního cyklu provozní jednotky k udržení provozuschopného stavu, případně navrácení do takového stavu, aby provozní jednotka plnila požadovanou funkci.

Údržba je soubor nejenom strojních zařízení, ale i elektrozařízení a zařízení měření a regulace (MaR) [2].

Pro potřeby tohoto bakalářského projektu se budeme věnovat nejvíce vybraným hlavním strojním zařízením v podniku OT, a.s.

2.1. Charakteristika údržby

Údržba technických systémů, přístrojů a součástek je soubor činností, které mají zajistit, že se zachová jejich provozuschopný stav, nebo při poruše bude tento stav rychle obnoven [2].

Zjednodušeně se dá údržba rozdělit do čtyř oblastí [3]:

- Dohled
- Inspekce
- Údržba
- Vylepšení

Dohled

Dohled jsou průběžně prováděné činnosti, zajišťující chod zařízení a předávání informací při zhoršujícím se stavu provozní jednotky [3].

Inspekce

Inspekce je opatření k určení skutečného stavu provozní jednotky, včetně stanovení opotřebení a vymezení nutných údržbářských prací [3].

Údržba

Údržba je činnost pro navrácení provozní jednotky do provozuschopného stavu včetně přípravy na vylepšení [3].

Vylepšení

Vylepšení je kombinace technických a administrativních opatření ke zvýšení provozní bezpečnosti, spolehlivosti a způsobilosti zařízení beze změny funkce [3].

2.2. Typy údržby

Podle ČSN EN 13306 se údržba dělí na tyto skupiny [2]:

- Preventivní údržba
- Údržba s předem stanovenými intervaly
- Diagnostická údržba – údržba podle stavu
- Prediktivní údržba
- Aktivní údržba

Preventivní údržba

Preventivní údržba je důležitá součást samotné údržby a je základem k předcházení závažných poruch. Podílejí se na ní zejména pracovníci té údržby, která je úzce spojena se samotným provozem. Zde se jedná o kategorii pracovníků údržby, kteří jsou přímo určeni do jednotlivých

směn a provádějí pravidelné preventivní pochůzky, od toho odvozen jejich název „pochůzkař strojní“ či „pochůzkař elektro“. Úzce s nimi spolupracují jednotliví pracovníci směn, kteří konají také pravidelné obchůzky po provozu, ovšem po jiných trasách a v případě zjištění závady, vše nahlásí směnovému technikovi a ten rozhodne, zdali je v silách směnové údržby si s danou poruchou poradit, nebo je již takového rozsahu, že je potřeba odbornější zásah. V tom případě provede směnový technik zápis do knihy závad a vedoucí údržby rozhodne o způsobu odstranění závady [2].

Rozsah preventivní údržby:

- Mazání, výměna olejů
- Dotahování přírub
- Dotahování ucpávek čerpadel
- Nasazování objímek na potrubní netěsnosti
- Drobné svářečské práce
- Kontrola a výměna spojek čerpadel a motorů
- Oprava či výměna izolací armatur a potrubí

Všechny tyto úkony mají za cíl předejít odstávkám v provozu, zkracovat dobu, která je potřebná pro denní údržbu. S preventivní údržbou souvisí také zásobování, které má na starosti technik - „přípravář údržby“. Tento technik se stará o plynulou dodávku náhradních dílů, zajištění výroby náhradních dílů, zajištění externích firem na složité opravy. Přitom má za úkol mít množství náhradních dílů v takové výši, aby to neohrozilo plán údržby, anebo mít zajištěnou včasnou výrobu a dodání náhradních dílů u subdodavatelů [2].

Údržba s předem stanovenými intervaly

Tato údržba je nutná z toho důvodu, aby byl zajištěn správný chod provozu v celé sezoně. Příkladem může být pravidelné mazání strojů a ložisek, kdy je stanoveno mazání strojů na pondělí, středu a pátek. Zároveň se kontrolují i olejové náplně v převodovkách, variátorech či ložiskách. Popřípadě se olej doplní, či vymění. Tato údržba je dána doporučením od výrobce, nebo návodem na obsluhu, či interním předpisem vztahujícím se k odjetým provozním hodinám daného zařízení [2].

Diagnostická údržba – údržba podle stavu

Také zde se jedná o preventivní údržbu, která zahrnuje diagnostiku fyzického stavu zařízení, jako jsou kupříkladu potrubní systémy, kouřovody, potrubí pro odvod hydrosměsi (popel smíchaný s vodou) – struskovod nebo ocelové konstrukce. Většinou se tato zařízení kontrolují pozorováním nebo inspekčními přístroji jako je tloušťkoměr či sonda kontrolující vnitřní systém potrubí. Při provozu kotlů se provádí každodenní monitoring s hodinovými odečty, ze kterých se zjišťuje jejich stav. Tlakový systém kotle se prověřuje tlakovou zkouškou, kdy se do systému napustí voda, kotel se řádně odvzdušní a napájecím čerpadlem se systém natlačí na příslušný tlak uvedený v místních provozních bezpečnostních předpisech. Ponechá se na daném tlaku, poté se tlak částečně upustí a provede se vizuální kontrola, při které se zjišťuje, zdali je systém těsný či nikoliv. Pokud se kdekoliv objeví voda, je nutné zjistit kde je netěsnost, provést opravu a celá zkouška se opakuje, až bude kotlový systém těsný a kotel je možný uvést do provozu. Poslední diagnostika je monitorováním parametrů, které je nutné při provozu jednotlivých kotlů provádět. Monitorování se provádí kontinuálně a v určitý čas se hodnoty zapisují a vyhodnocují. Správný topič již samotným provozováním a monitorováním kotlů

dokáže zaznamenat výchyly v chování provozu kotle a předem určit začínající závadu na svěřeném zařízení [2].

Prediktivní údržba

Údržba, která se provádí na základě předpovědi odvozené z opakované analýzy nebo ze známých charakteristik a vyhodnocení významných parametrů degradace objektu. Při prediktivní údržbě se statisticky analyzují data ze senzorů, řídicích jednotek, zpráv opravářů, reklamací, počtu nekvalitních výrobků a dalších zdrojů dat o faktorech, které mají vliv na provoz. Jako příklad se při provozu kotlů provádí každodenní monitoring s hodinovými odečty, ze kterých se zjišťuje jejich stav, a kde je možno vyčistit začínající poruchu na zařízení [2].

Aktivní údržba

Jedná se o údržbu, která se přímo zapojuje do oprav tak, aby bylo zařízení udrženo v chodu. Tato údržba se praktikuje každý všední den [2]. Dle záznamů z předešlého dne a hlášených závad z porady mistrů je údržba připravena ihned provést opravu na poškozeném zařízení. Navíc je nařízena na úseku údržby pohotovost, která je v případě nutnosti připravena v kteroukoli dobu ihned zasáhnout. Pohotovost je vykonávána jak pracovníky strojní údržby, tak i pracovníky elektroúdržby a měření a regulace (MaR). Tito pracovníci jsou v případě nutnosti schopni spolupracovat tak, aby závada byla co nejdříve odstraněna. Po odstranění závady vykonávají pracovníci následně dohled nad vykonanou opravou a zajišťují, aby se závada neopakovala.

2.3. Dělení údržby:

- Strojní údržba
- Elektroúdržba
- Měření a regulace

Strojní údržba

Posláním strojní údržby je zjišťování závad na strojním zařízení, jejich opravy, popřípadě výměny, nebo zajištění jejich oprav či výměny, pokud tyto opravy přesahují rámec možností strojní údržby. Sama strojní údržba je rozdělena na údržbu teplárny a na údržbu určenou pro výměňkové stanice (VS). V areálu teplárny se údržba ještě dělí na ranní a směnovou údržbu. Důležitým mechanismem pro strojní údržbu je sledování provozních hodin chodu jednotlivých zařízení, nebo ve spolupráci s výrobcí jednotlivých zařízení mít zpracovaný plán na obměnu vytypovaných částí dle jejich doporučení. Výměna většiny těchto součástí se dá provádět v průběhu roku, kdy se může jednotlivé zařízení odstavit při chodu jiného zařízení. Jsou ale díly, které se vyměnit jednoduše nedají, nejsou zdvojeny a musí se odstavit celé zařízení teplárny. Nejčastěji se jedná o potrubí, a to buď parovodní, nebo teplovodní potrubí, či potrubí pro úpravu vody.

Elektroúdržba

Elektroúdržba má v podstatě to samé poslání jako strojní údržba, to znamená hledání a předcházení závad na jednotlivých zařízeních, v tomto případě hlavně na rozváděcích, motorech, elektrofiltrů (EF), či frekvenčních měničích (FM). Nejdůležitější etapa při odstávce zdroje pro elektroúdržbu je plánovaný beznapěťový den. Jedná se o předem určený den, kdy se odstaví proud v celé teplárně a v rozvodnách vysokého napětí se čistí stykače, vypínače, jističe a podobné zařízení a dotahují se uvolněné kabely. Týká se to elektrozařízení, které se nedá v průběhu provozu zařízení odstavit, a nemají zdvojení. Odstávka proudu se musí oznámit

příslušným operátorům mobilních sítí, energetické společnosti ČEZ a ostatním subjektům, které jsou na teplárnu napojené.

Měření a regulace

Měření a regulace se v podstatě rozděluje na dvě části, a to na MaR pro teplárnu a MaR pro výměňkové stanice (VS). Práce pracovníků MaR je velice náročná na přesnost a na čas. V objektu firmy se jedná hlavně o regulaci samotných kotlů, měření tlaku a teplot v daných částech kotelního zařízení, což je velice důležitá práce pro plynulý chod kotlů a získávání informací pro přesnou obsluhu kotlů. Ve výměňkových stanicích je důležitá práce pracovníků MaR pro správnou a snadnou regulaci VS.

2.3. Pracovníci údržby a jejich kompetence

Kategorie pracovníků údržby

Známé jsou tři kategorie pracovníků údržby a dle ČSN EN 15628 se dělí [4]:

- Mechanik údržby
- Mistr údržby
- Manažer údržby

Mechanik údržby

Mechanikem údržby se rozumí vyškolený pracovník, který je schopen samostatně vykonávat svou profesi [4].

Mechanik údržby tyto kompetence a povinnosti [4]:

- Vykonávat údržbářské práce dle plánu údržby samostatně podle provozních zkušeností
- Kontrolovat provozní zařízení
- Koordinovat průběh opravy, pokud je potřeba spolupráce provozu
- Udržovat provozní zařízení v chodu, pokud je to možné
- Udržovat čistotu provozního zařízení
- Kontrolovat a promazávat točivé části stroje
- Dbát na bezpečnost práce a požární prevenci
- Být připraven kdykoliv zasáhnout, pokud to bude potřeba
- Umět číst ve výkresech

Mistr údržby

Mistrem údržby se rozumí pracovník se středoškolským vzděláním, který musí být schopen a ochoten vzít na sebe zodpovědnost údržby. Mistr údržby je rozdělen na mistra strojní údržby, mistra elektroúdržby (EÚ) a měření a regulace (MaR) [4].

Mistr údržby má tyto kompetence a povinnosti [4]:

- Sestavovat týdenní a měsíční plán údržby
- Koordinovat práci mechaniků údržby
- Provádět školení z bezpečnosti práce a požární ochrany pracovníků údržby
- Provádět školení z místních předpisů a vyžadovat jejich dodržování
- Zajišťovat dostupnost a dostatek náhradních dílů
- Řídit opravárenské práce
- Rozhodovat o prioritách údržby

- Zajišťovat pohotovost technickohospodářských pracovníků (THP) a mechaniků údržby
- Zajišťovat externí firmy pro rozsáhlejší opravy a vést s nimi komunikaci
- Vyhodnocovat plán oprav
- Zajišťovat školení odborných mechaniků údržby (svářečů, řidičů vysokozdvizných vozíků, jeřábníků, vazačů atd.)

Manažer údržby

Manažer údržby úzce spolupracuje s vedením podniku a je zodpovědný za celou údržbu [4].

Manažer údržby má tyto kompetence a povinnosti [4]:

- Podílet se na sestavování ročního plánu údržby a investic
- Koordinovat práci jednotlivých mistrů údržby
- Sestavovat plán generálních oprav a výměn velkých celků
- Vypisovat výběrové řízení na opravy velkého rozsahu
- Schvalovat a zajišťovat výrobu náhradních dílů
- Zajišťovat školení mistrů údržby z bezpečnosti práce a PO
- Účastnit se školení z ochrany ovzduší, životního prostředí a dalších předpisů související s předpisy firmy
- Seznamovat se s novými zákony a předpisy
- Zajišťovat dodržování příslušných zákonů, předpisů, nařízení a směrnic

2.4. Poruchy a poruchové stavy

„Porucha“ je událost na rozdíl od „poruchového stavu“, což je daný stav [2].

I přes veškerou péči a údržbu o svěřené zařízení není v silách žádného provozovatele předejít poruchám a poruchovým událostem. Pro údržbu je důležité být na tento stav připravený jak materiálně, tak i řešením pohotovostí pracovníků údržby.

2.4.1. Typy poruch

Porucha je ztráta schopnosti objektu vykonávat požadovanou funkci. Po poruše je objekt v poruchovém stavu, který může být úplný nebo částečný [2].

Poruchy se dělí dle ČSN EN 13306 [2]:

Porucha opotřebením

Porucha, jejíž pravděpodobnost výskytu vzrůstá s dobou provozu nebo počtem operací vykonaných objektem a s různým přidruženým použitým namáháním, opotřebením je fyzikální jev, který vede k úbytku, deformaci nebo změně materiálu [2].

Porucha opotřebením je velice častým jevem, kterým se dá zabránit pouze včasnou výměnou jednotlivých částí zařízení, nebo celého zařízení. Důležité je zapisovat, sledovat a vyhodnocovat provozní hodiny zřízení.

Porucha stárnutím

Porucha, jejíž pravděpodobnost výskytu vzrůstá s kalendářní dobou. Tato doba nezávisí na době provozu objektu. Stárnutí je fyzikální jev, při němž dochází ke změnám fyzikálních a/nebo chemických charakteristik materiálu [2].

Stárnutí samo závisí na prostředí, ve kterých zařízení pracuje. Pokud má zařízení optimální prostředí (správná vlhkost, teplota, osvětlení atd.), pravděpodobnost poruchy stárnutí se prodlužuje. Naopak v nevhodném prostředí (vysoké teploty, vysoká vlhkost, střídání teplot atd.) zařízení stárne rychleji.

Porucha za nesprávného použití

Porucha způsobená použitím namáháním, která překračují jak návrhové specifikace během používání, tak stanovené způsobilosti objektu [2].

Časté poruchy, kdy pracovníci nesprávně obsluhují svěřené zařízení buď z neznalosti, nebo neodborným zásahem. Proto je nutné obsluhy řádně periodicky proškolenat z MPBP a návodu výrobce, i pravidelně kontrolovat, zda správně vykonávají svoji činnost.

Degradace, zhoršení

Škodlivá změna fyzického stavu v čase, během používání způsobená vnější příčinou. Degradace většinou vede k poruše. V kontextu systému může být degradace způsobena poruchami systému [2].

Porucha, kdy se může změnit například médium dopravované čerpadlem. Pokud je čerpadlo zkonstruované na čistou vodu a nedopatřením se voda znehodnotí bahnem, popelem, pískem nebo jiným nevhodným materiálem, může se čerpadlo zadřít nebo ucpat.

Poruchy se společnou příčinou

Poruchy několika objektů způsobené stejnou přímou příčinou, pokud tyto poruchy nejsou vzájemným následkem. Poruchy se společnou příčinou mohou snižovat efekt zálohování systému [2].

Poruchy se společnou příčinou jsou málo časté, o to více nebezpečné. V teplárně by porucha se společnou příčinou měla vážné následky na provoz ostatního zařízení. Zálohování je nutnou výbavou energetického podniku, a pokud by selhalo, znamenalo by odstavení zařízení velké ekonomické ztráty pro podnik.

Primární porucha

Porucha objektu nezpůsobená přímo ani nepřímo poruchou nebo poruchovým stavem jiného objektu [2].

Sekundární porucha

Porucha objektu způsobená poruchou nebo poruchovým stavem jiného objektu [2].

Náhlá porucha

Porucha, která nemohla být předvídána na základě předchozího zkoumání nebo monitorování [2].

Náhlé poruchy nelze vyloučit, a proto je nutné, pokud to dovoluje situace, mít připravené náhradní díly nebo řešení ve formě zálohovaného zařízení. Další řešení je mít předepsané pohotovosti montérů, nebo nasmlouvané pohotovosti u externích firem. Na *obrázku 2-1* je příklad náhlé poruchy převodovky po dvou letech, kdy se přes těsnící kroužek dostal do převodovky uhelný prach, smíchal se s olejem, začal působit jako brusivo a zničil ozubení u ozubeného kola a šneku. Podle výrobce má být převodovka funkční minimálně 10 let. Náhradní převodovka nebyla k dispozici. Naštěstí měl výrobce na stavu novou převodovku a byl ochoten jí poskytnout.



Obrázek 2-1 Porucha převodovky [autor].

Skrytá porucha

Porucha, která není během běžného provozu detekována [2].

Může se jednat o poruchy dané již z výroby, či může být do zařízení dodána ve formě vyměněného dílu. Výše na obrázku 2-1 se může také jednat o skrytou poruchu. Převodovka z vnějšího pohledu nejevila známky poruchy. Po odstavení a rozebrání se porucha prokázala. Převodovka byla každý den vizuálně kontrolována, bohužel se nepřišlo na závadu těsnícího kroužku. Převodovka je ustavena šikmo a pohání vynášecí šnek popela. Odtud se dostával popílek do převodovky, a protože byla zakryta spojka převodovky, nebylo možné poruchu včas odhalit.

2.4.2. Poruchové stavy a jejich typy

Poruchový stav je stav objektu charakterizovaný neschopností vykonávat požadovanou funkci, kromě neschopnosti během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činností nebo v důsledku nedostatku externích zdrojů. Poruchový stav obvykle vyplývá z poruchy, ale za některých okolností, jako jsou specifikace, návrh, výroba nebo údržba, může existovat bez předchozí poruchy [2].

Dle literatury se poruchové stavy dělí:

Latentní poruchový stav, skrytý poruchový stav

Existující poruchový stav, který se nestal zjevným [2].

Částečný poruchový stav

Poruchový stav charakterizovaný skutečností, že objekt může vykonávat jen některé, nikoliv však všechny požadované funkce. V některých případech je možné objekt se sníženou funkčností použít [2].

Stává se, že zařízení se musí odstavit kvůli poruše a do provozu se uvede záložní zařízení. Ovšem, než se sežene náhrada za porouchané zařízení, opraví se porouchané zařízení do provizorního stavu, aby mohlo být v případě poruchy záložního zařízení uvedeno do provozu, alespoň se sníženou schopností. V energetice je někdy složité najít okamžitou náhradu za odstavené zařízení, a proto se tento stav řeší tímto způsobem, aby se nemusel odstavovat celý provoz.

Použitelný stav

Stav objektu, ve kterém je objekt schopen vykonávat požadovanou funkci za předpokladu, že jsou poskytovány externí zdroje, pokud jsou požadovány [2].

Příkladem je parovodní kotel, který má poruchu na tlakovém celku takového rozsahu, která dovoluje jeho provoz, aniž by byla nutná korekce výkonu kotle. Pokud se stačí kotel napájet vodou, je možné ho po určitou dobu provozovat. Většinou se jedná o tu dobu, než se uvede do provozu zálohový kotel, což může trvat i několik hodin. Pokud je netěsnost drobná, pouze slyšitelná, může se kotel do odstavení provozovat i několik dní.

Degradovaný stav, zhoršený stav

Stav, kdy má objekt sníženou schopnost fungovat tak, jak je požadováno, ale s přijatelně sníženou funkčností. Degradovaný stav může vyplývat z poruchových stavů na nižších stupních rozčlenění. Meze přijatelné funkčnosti se zpravidla mění podle potřeb uživatele [2].

Mezi zhoršené stavy patří opotřebení čerpadel, a to hlavně čerpadla používaná na surovou vodu nebo jinak znečištěnou vodu. Postupem času se čerpadlo opotřebovává a prodlužuje se doba čerpání. Čerpadlo může ještě určitou dobu fungovat, ovšem je již čas přemýšlet o jeho výměně.

Provozuneschopný stav – odstávka

Stav objektu, ve kterém objekt není schopen vykonávat z jakéhokoliv důvodu požadovanou funkci [2].

Už samotný název napovídá, že se jedná o provozuneschopný stav vlivem odstávky. Objekt, či zařízení není v poruše, je odstaven například z důvodu pravidelné vnitřní kontroly – např. horkovodní kotle, či z důvodu pravidelné výměny chodu zařízení – čerpadel, kdy je potřeba čerpadla pravidelně střídat, aby se prodloužila jejich životnost.

Nepoužitelný stav

Stav objektu, ve kterém objekt není schopen vykonávat požadovanou funkci v důsledku preventivní údržby nebo poruchového stavu. Nepoužitelný stav se někdy nazývá **provozuneschopný stav z vnitřních příčin** [2].

Nepoužitelný stav je nutný pro kontrolu zařízení a uvede se do takového stavu, aby se nedal použít, a to buď blokací elektrického zařízení pracovníky EÚ, nebo jiným vhodným prostředkem – odpojením od hlavního pohonu, vypuštěním média atd. Po preventivní údržbě či odstranění poruchového stavu se zařízení nebo objekt uvede opět do provozu. Neznamená to tedy, že je nepoužitelný stav stavem, kdy se již nedá zařízení dále provozovat.

Provozuneschopný stav z vnějších příčin

Podmnožina provozuneschopných stavů, kdy je objekt v použitelném stavu, ale nemá externí zdroje, nebo je provozuneschopný z důvodu jiných plánovaných zásahů, než je údržba [2].

Zde se pro vysvětlení jedná například o výpadek proudu a zařízení tak nemůže pracovat, i když mu v tom nebrání žádná porucha, ani odstávka. Může se jednat i o živelnou pohromu, například vznik záplav či požáru. Ani zde nic nebrání zařízení v chodu, ovšem obsluha zařízení nemůže vykonávat svou funkci z výše uvedených důvodů.

3. Analýza současného stavu

Pro návrhy nových metod při řízení oprav hlavního zařízení v OT, a.s. je zapotřebí provést analýzu současného stavu a zjistit, kde jsou rezervy v plánování, řízení, vedení nebo vyhodnocování plánovaných oprav hlavního zařízení.

3.1. Charakteristika Ostrovské teplárenské, a.s.

Společnost byla založena 1. 1. 1994 v souladu se zákonem. OT, a.s. vznikla privatizací teplárny Ostrov ze státního podniku ZČE Plzeň. V roce 1995 vložilo město Ostrov do majetku společnosti sekundární rozvodné sítě a výměňkové stanice ve vlastnictví města. Na *obrázku 3-1* je letecký snímek OT, a.s. V současnosti má OT, a.s. zaměstnanců [5].

- **Poslání společnosti** – teplo je jednou ze základních potřeb člověka. Hlavním posláním společnosti je proto prostřednictvím výrobních a rozvodných tepelných zařízení nacházejících se na převážně území města Ostrova, vytvářet tepelnou pohodu v zásobovaných objektech, a tak zajistit základní předpoklad, aby tyto objekty mohly řádně sloužit svému účelu. Tepelnou pohodu je nutné zajistit zákazníkům za přijatelné a konkurenceschopné ceny tepla, při splnění všech ekologických limitů [5].
- **Struktura akcionářů** – majoritním vlastníkem je město Ostrov vlastnící 161 374 akcií. Členové představenstva a dozorčí rady společnosti nevlastní žádné akcie [5].
- **Předmět podnikání společnosti** [5]:
 - Výroba tepla a elektrické energie.
 - Rozvod a odbyt tepla včetně poskytování služeb související s dodávkou, odběrem nebo používáním tepla.
 - Údržba, opravy, rekonstrukce a modernizace energetických teplárenských zařízení a zařízení dispečerské řídicí techniky.
 - Výstavba teplárenských děl a zařízení potřebných pro jejich provoz včetně dispečerské řídicí techniky a technických prostředků k řízení spotřeby tepla.
 - Zdvihací práce prováděné mobilními jeřáby.
 - Činnost účetních poradců.
 - Pronájem nemovitostí včetně poskytování jiných než základních služeb.
 - Skladování převzatých věcí.
 - Koupě zboží za účelem dalšího prodeje a prodej.
 - Koupě pohledávek za účelem dalšího prodeje a prodej.
 - Ubytovací služby.
 - Výroba, investice a opravy elektrických strojů a přístrojů.
 - Zámečnictví.
 - Vodoinstalatérství.
 - Podnikání v oblasti nakládání s odpady v režimu volné.
 - Silniční motorová nákladní doprava.
 - Realitní činnost.
- **Opravy** – Na opravy a udržování zařízení Ostrovské teplárenské, a.s. zajišťované dodavatelsky bylo v roce 2019 vynaloženo cca 7 mil. Kč, z toho na opravy rozvodů a výměňkových stanic bylo vynaloženo cca 1,2 mil. Kč a na opravy v teplárně cca 5,8 mil. Kč. Cílem prováděných oprav je především zvýšení spolehlivosti provozu. V

kotelně byla technicky nejnáročnější oprava havárie kotle K4 na biomasu za 0,6 mil. Kč. Významným způsobem se na opravách našeho výrobního a technologického zařízení podíleli také pracovníci střediska údržby společnosti. Kvalitní údržba a modernizace zařízení v uplynulých obdobích se projeví v dalším zvyšování spolehlivosti a efektivnosti výrobního zařízení [5].

V roce 2019 byly realizovány investice za cca 19 mil. Kč. Celkový finanční objem investic vycházel z dlouhodobého investičního programu zaměřeného na minimalizaci dopadů provozu teplárny na životní prostředí a zvýšení efektivnosti výroby a rozvodu tepla. Nejvýznamnější akcí v roce 2019 byla výstavba nového teplovodního akumulátoru tepla o kapacitě 22 MWh vč. připojení do systému zásobování. Finanční objem výstavby akumulátoru byl 15,8 mil. Kč. Z hlediska rozvodů ve městě nebyla prováděna žádná rekonstrukce rozvodů [5].



Obrázek 3-1 Letecký pohled na OT, a.s. [5].

3.2. Analýza současného stavu realizace oprav OT, a.s.

Dříve se opravy hlavních zařízení odehrávaly hlavně v letních měsících, kdy již průměrné venkovní teploty dovolily odstavit topný systém a v provozu bylo pouze zařízení na výrobu teplé vody. Na přelomu července a srpna probíhaly letní odstávky výroby, kdy se odstavila veškerá výroba tepla a teplé vody a odběratelé neměli po celou tuto dobu možnost používat teplou vodu (pokud si nějakou neohřáli, což se mnohokrát stávalo). Odstávky byly původně plánované jako čtrnáctidenní. Od roku 1998 se odstávka zdroje zkrátila pouze na jeden týden, a už i tato doba je pro mnohé odběratele dlouhá.

OT, a.s. se dnes nachází v přechodovém stavu, kdy se ruší po etapách veškeré parovodní zařízení a nahrazuje se teplovodním. V současné době se může uvádět do provozu jak parovodní, tak teplovodní zařízení a oprava se soustředí na ta zařízení, která se právě neprovozují, zatímco se druhým systémem plynule dodává teplo pro ohřev teplé vody do města Ostrov. Odstávka se zkracuje pouze na tu dobu, která je potřebná na opravu elektrozařízení v rozvodnách VN, což trvá zhruba 5 hodin a odehrává se vždy poslední středu v červenci. V tomto trendu se bude snažit OT, a.s. pokračovat i v příštích letech.

Bakalářská práce se zabývá opravami hlavních zařízení nového biomasového kotle K4 v podniku OT, a.s. Plánovaná oprava kotle, který se provozuje po celý rok, se provádí v jarních a podzimních měsících. Jedná se zpravidla o čtrnáctidenní opravy.

Opravy ostatních kotlů se provádějí nejčastěji v letních měsících, kdy je výroba a doprava tepla k zákazníkům nejméně náročná. Jedná se hlavně o měsíce červen až srpen, na tyto měsíce je soustředěna největší pozornost.

Po dobu oprav hlavních zařízení jsou pro pracovníky údržby dohodnuty přesčasové hodiny pro zvládnutí všech úkolů. Pro všechny pracovníky údržby je tento čas značně náročný, jak po fyzické stránce, tak i po psychické. Tyto měsíce jsou většinou tepelně nadprůměrné a pro většinu zainteresovaných pracovníků o to více náročnější. Vedení údržby má proto na starosti nejen samotné řízení prací, ale i podle potřeby pravidelné zásobování tekutinami pro pracovníky údržby. Při plánovaných opravách pomáhají subdodavatelsky i soukromé firmy, nejlépe ty, které již pro teplárnu pracovali a prostředí firmy dobře znají. Všechny tyto faktory zvyšují nároky na vedení údržby, aby se vše správně zkoordinovalo, naplánovalo a zkontrolovalo. Mnohokrát se stává, že pověřený pracovník vedením odstávky zůstává v práci daleko za pracovní hodinou, aby vše zdokumentoval a připravil práci na další den.

Po ukončení oprav se provádí vyhodnocení celé akce.

3.3. Diagnostika závad na plánovanou opravu zařízení

Plánovaná oprava hlavních zařízení se provádí na základě podmětů, vzniklých prostřednictvím *diagnostiky závad*.

Diagnostika závad se provádí různými způsoby. Zde budou uvedeny ty, které se používají v OT, a.s., významně se podílejí k odhalování závad v zařízení a přispívají k soupisu poruch, určených na opravu hlavních zařízení.

1. *Kniha závad*

Kniha závad je pro plánování oprav hlavních zařízení jedním z hlavních pomocníků pro evidenci závad, které nebrání bezprostřednímu chodu celého provozu, nebo které je nutné opravit až při úplném odstavení zařízení. Kniha závad je rozdělena na závady pro strojní údržbu (SÚ), elektroúdržbu (EÚ), měření a regulace (MaR), pomocné provozy (PoP) a bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP). Jedná se o podměty ze strany pracovníků provozu, které se mohou vyskytnout v průběhu jejich služby, a zapisuje je do knihy závad směnový technik. Na *obrázcích 3-2 a 3-3* je znázorněna část z Knihy závad OT, a.s. určena strojní údržbě a pro zapisování směnovými technikami. Další stránky patří elektroúdržbě, měření a regulaci, pomocným provozům, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Do knihy závad se zapisuje od směnových techniků:

- **Červený rámeček** – Název zařízení, na kterém se daná událost stala
- **Modrý rámeček** – Datum závady
- **Zelený rámeček** – Specifikace závady
- **Šedý rámeček** – Priorita opravy
- **Oranžový rámeček** – Vystavil – kdo závadu vystavil, funkce a označení směny

	B	C	D	E	F
4		datum zjištění, zápisu	požadavek specifikace závady	priorita	vystavil
6	kotel K4	23.04.2020	netěsnost oleje na levém hydraulickém zdroji zavázečního lisu, nejde více dotáhnout p.Pelc	lze kdykoli	ST IV.směny

Obrázek 3-2 Ukázka z knihy závad – zapisování směnovými mistry [autor].

Na mistrovi strojní údržby pak záleží, podle daných požadavků, jak a jakým způsobem nechá popisovanou poruchu opravit. Pole, které mistr strojní údržby vyplní po odstranění závady je:

- **Fialový rámeček** – Způsob odstranění poruchy – buď vlastní údržbou, nebo dodavatelsky
- **Tmavozelený rámeček** – Vydání „BS“ nebo „B“ příkazu – příkazy se vydávají, pokud je potřeba odstavit před opravou část zařízení, které je v provozu a musí se zajistit tak, aby bylo schopno opravy, a podpisem se opravář ujistí, že oprava bude bezpečná
- **Hnědý rámeček** – Vydání svářečního příkazu – vystavuje se, když se provádějí svářečské práce a je potřeba dohled po svařování
- **Žlutý rámeček** – Vydání „V“ příkazu – je součástí příkazu ke svařování a vypisuje se, pokud se svaření provádí v prostředí s nebezpečím výbuchu
- **Světle fialový rámeček** – Datum odstranění
- **Světlešedý rámeček** – Předání – kdo opravenou práci předal, funkce
- **Bílý rámeček** – Převzetí – kdo opravenou práci převzal, funkce a označení směny
- **Béžový rámeček** – Odkaz – pokud je potřeba na něco odkázat
- **Modrozelený rámeček** – Poznámky – dopisuje mistr údržby, jakým způsobem byla oprava provedena a jmenovitě kdo opravu provedl

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	způsob odstranění	"BS" příkaz; "B" příkaz	svářečský příkaz	"V" příkaz	datum odstranění	předal	převzal	odkaz	poznámka	
	dodavatelsky				12.05.2020	mistr SÚ	ST II.směny			Výroba a montáž nové hydraulické kostky, fa. SEALL

Obrázek 3-3 Ukázka z knihy závad určená pro mistra SÚ [autor].

2. Prevence

Možností pro určení stavu technologického zařízení na výměnu či opravu je vědět, kdy bylo naposledy opravované či vyměněné. Na základě těchto zkušeností je vhodné již dopředu plánovat opravu. A i když se zdá zařízení neporušeno, již zde probíhají patrné změny, které vedou k poruše materiálu. U biomasového kotle se nejčastěji jedná o hydraulické agregáty, o rozvody potrubí teplé vody, nebo o přesuvný rošt.

U parovodního kotle se pak jedná o zařízení, jako jsou ekonomizéry, přehříváky a podobně. V OT, a.s. se pro další prevenci technologického zařízení používají nejčastěji přístroj pro měření tloušťky a přístroj pro měření chvění a vůle ložisek točivých strojů.

• Tloušťkoměr

Zařízením pro preventivní zjišťování potenciálních závad pro opravu hlavních zařízení je měření tloušťky vytypovaného potrubí, nebo pohyblivých plechových částí náchylné k otěru, které by mohlo být v dalším čase po odstávce potenciálním zdrojem závad. Potrubí se dlouhodobě sleduje a vyhodnocuje, a i když se v potrubí používá upravená voda, nezabrání to ve vytváření vodního kamene uvnitř potrubí. Stejně tak například zavážecí lisy biomasy vyrobené z plechu síly 6 mm se musí sledovat jejich tloušťka, protože i když se používá pro spalování kvalitní štěpka, nevyvaruje se dodavatel paliva, že se do štěpky nepřimíchává i část zeminy nebo písku, které mají za následek obrousování vrcholů hřebenů zavážecích lisů. Ultrazvukový tloušťkoměr dokáže změřit tloušťku materiálu potrubí i plechů. Tím se dají předběžně lokalizovat části určené na výměnu.

Na *obrázku 3-4* je zobrazen ultrazvukový tloušťkoměr, který se používá v OT, a.s. Princip spočívá ve vysílání ultrazvukových vln, které se odrážejí a zpětně zobrazují tloušťku materiálu. V místě měření se musí materiál obrousit a vytvořit malou plošku, poté se na obroušenou plochu nanese gel, který je součástí vybavení tloušťkoměru. Na přístroji je kontrolní bod, kde se provede kontrolní měření a poté se může přistoupit k vlastnímu měření. Samotné měření se musí provést na více místech a provede se zprůměrování. Podle zadaných hodnot výrobce se zjistí původní tloušťka materiálu a porovná se s naměřenými hodnotami. Ze samotného vyhodnocení se rozhodne, zdali se daná část vymění či se ještě ponechá do příštího měření. V OT, a.s. se rozděluje potrubí podle média, které v něm proudí a podle toho se i dá vyhodnotit, které potrubí je více náchylné na poruchy.



Obrázek 3-4 Tloušťkoměr SONATEST B-Gage [autor]

- **Měření vibrací**

Další důležitá diagnostika je měření vibrací a vůle ložisek hlavně u toho zařízení, které pracuje po celou dobu provozu, jako jsou oběhová čerpadla, či primární a spalínový ventilátor. Zvýšení vibrací může být způsobeno opotřebením ložisek, nebo nevyvážením hřídele a díky včasné diagnostice se může předejít většímu poškození zařízení. Měření se provádí měřičem vibrací. Základní měření může provést pracovník strojní údržby. Pro přesné měření je dobré si zajistit specializovanou firmu, zabývající se danou tematikou. Po změření se hodnoty zapíše do tabulky, kde je možno sledovat stav ložisek. Firma vydá protokol o měření s uvedenými údaji o kondici ložisek. Na základě tohoto protokolu se vedoucí údržby dozví, zdali je ložisko schopné dalšího provozu bez závad, či je nutná výměna. V Příloze č. 1. je na obrázku Příloha č. 1-5 vystaven protokol měření chvění ložisek spalínového ventilátoru od firmy ZVVZ Milevsko [6].

Měřičem vibrací provedeme měření na více místech, a to jak v axiálním směru, tak i ve směru radiálním. Na obrázku 3-5 je měřič vibrací značky VIBER X2 [7], který se používá v OT,a.s. Měření se provádí na vybraných zařízeních periodicky, například ložiska hřídele spalínového ventilátoru biomasového kotle K4 jednou měsíčně, nebo po opravách, popřípadě při podezření na poškození – například zvýšená hlučnost, nebo chvění.



Obrázek 3-5 Měřič vibrací VIBER X2 [7].

3. Doporučení výrobce

V dnešní době se na doporučení výrobce přikládá stále větší váha, hlavně proto, že svůj výrobek dokonale zná a ví, které součásti se nejdříve opotřebují. V řadě případů dodávají zhotovitelé zařízení jmenný seznam doporučených součástí na výměnu se jmény výrobců i s časovým harmonogramem výměny. Dost často je uvedena i cena náhradního výrobku. Vždy poté záleží na samotném provozovateli, jestli se bude doporučením výrobce řídit. V této chvíli záleží i na zkušenosti mistra údržby, jak bude dál postupovat. Všechna tato doporučení se vztahují na pozáruční servis. Je pochopitelné, že výrobce či zhotovitel zkracuje dobu výměny součástí, aby předešel poničení celého výrobku. Naopak provozovatel by nejraději provedl výměnu součástky v co nejpozdějším termínu z ekonomického důvodu. Proto je nutné zvolit vhodný kompromis mezi výrobcem a provozovatelem.

4. Revize

Povinností provozovatele energetického zařízení je provádět pravidelné revize venkovního i vnitřního zařízení, ze kterých je vystavena revizní zpráva s doporučením na opravu či výměnu

součástí či části energetických objektů. Revizi provádí vždy nasmlouvaný revizní technik, který není zaměstnancem firmy z důvodu podjatost. Revize se týkají všech vyhrazených zařízení jako jsou například parní a teplovodní kotle, tlakové nádoby stálé (TNS), plynová zařízení, elektrická zařízení, zdvihací zařízení

3.4. Vybraná hlavní zařízení na opravu

Zařízení, kterého se bude oprava týkat:

- *Teplovodní biomasový kotel s označením K4*

Dále se pravidelně v letním období provádějí opravy na těchto zařízeních:

- *Kogenerační jednotka*
- *Parovodní kotel*
- *Točivá redukce*
- *Chemická úpravna vody*
- *Čerpací stanice*
- *Bagrovací stanice*
- *Výměňníkové stanice*
- *Parovodní a teplovodní rozvody*

3.4.1. Hlavní části biomasového kotle

Kotel je samonosný, celosvařované skříňové konstrukce. Spodní část kotle tvoří ohniště se svným šikmým roštem.

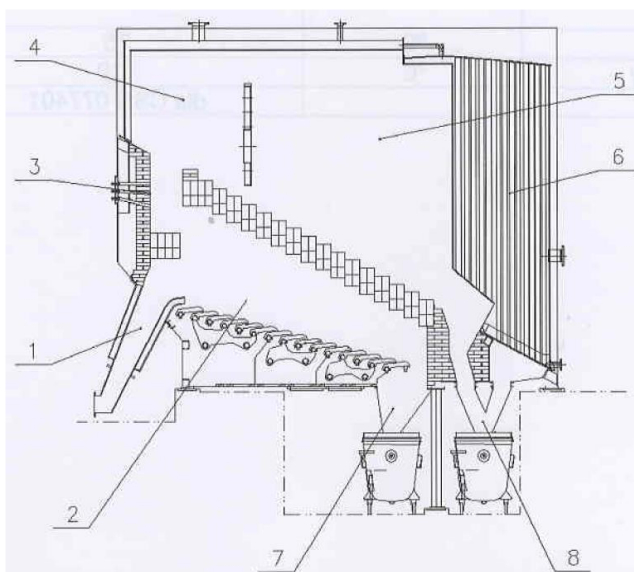
Rošt je ovládán hydraulickým mechanismem, je chlazený pásmovaným primárním vzduchem. Horní část ohniště je opatřena chlazenými stěnami sálavé části výměňníku dílu, dále jsou spaliny zchlazovány v odděleném trubkovém výměňníku. Kotel je opatřen tepelnou izolací, krytou ocelovým plechem s plastovým povlakem. *Obrázek 3-6* představuje vnitřní rozložení kotle a jeho jednotlivé části.

Palivo je na rošt kotle podáváno přes chlazený vstup na šikmý posuvný rošt poháněný hydraulikou. Pod rošt kotle je přiváděn primární spalovací vzduch. Spalovací komora je opatřena mohutnou keramickou vyzdívkou. Nad roštem je umístěna šikmá keramická klenba, která směřuje spaliny nad hořícím palivem k průduchu u čelní stěny kotle, kde je vhnán sekundární spalovací vzduch. Klenba zároveň působí jako zrcadlo – urychluje vrchní zápal.

Nad spalovací komorou je umístěny výměňníky kotle. Výměňník se skládá z části sálavé a konvekční. Sálavá část výměňníku tvoří stěny vírové a objemné dohořivací komory. Konvekční výměňník je tvořen třemi tahy svislých žárových trubek. Konstrukce a geometrie výměňníku zaručuje nepřetržitý provoz kotle bez nutnosti čištění 4 000 hodin.

Výměňník kotle je bohatě dimenzovaný pro dokonalé využití energie paliva (minimalizování komínové ztráty). Při nominálním výkonu kotle a běžném znečištění výměňníku vychlazuje spaliny pod 150°C. Aby byl umožněn provoz kotle s čištěním spalin elektrofiltrem i při omezeném výkonu na 30 %, je kotel vybavený regulací minimální teploty spalin na 130°C [8].

Hlavní části kotle



- 1 Vyhříváný vstup paliva
- 2 Ohniště
- 3 Trysky sekundárního vzduchu
- 4 Vírová komora
- 5 Dohořivací komora
- 6 Třítahový trubkový výměník
- 7 Roštový popel
- 8 Úletový popel

Obrázek 3-6 Hlavní části biomasového kotle K4 [8].

3.4.2. Technologie kotelny

Suvné tyče skladu paliva (Hv 10) jsou umístěny v betonovém žlabu vně kotelny. Jsou v tlačném uspořádání (hydraulické válce jsou na opačné straně, než je vynášení paliva) a tlačí biomasu do vnitřního prostoru zavážecího lisu.

Podlaha betonového žlabu je v úrovni +2,23 m (+0,00m = podlaha kotelny).

Denní sklad paliva má půdorysný rozměr 13,5 x 4,4 m, má užitečný objem 170 m³.

Zavážecí lis (Zl 08) prochází obvodovou stěnou kotelny, příjmovou část má umístěnou vně kotelny pod přeřadovou hranou žlabu denního skladu paliva, kompresní část je za stěnou v kotelně. Pracovní dno zavážecího lisu je v úrovni +1,19 m. Hydraulické válce zavážecího lisu dopravují biomasu na rošt kotle.

Kotel je umístěný v kotelně.

Podlaha kotelny má úroveň +0,00m.

Spalovací komora se sálavým výměníkem je ustavena na nohách svařených z válcovaných profilů, které jsou ukotveny na ocelových kotevních deskách, uložených na podlaze kotelny. Na horní plošinu kotle je z úrovně +0,00 m rozmístěna galerie, soustava schodišť a lávek po obvodových stěnách kotelny.

Oddělený konvekční výměník je umístěn vedle kotle na vlastních nohách výsypky spodní vratné komory na úrovni +0,0 m.

Vedle kotle na ocelové konstrukci budovy na úrovni + 4,50 m je postaven multicyklon.

Spaliny procházejí z kotle přes multicyklon do elektrofiltru, umístěného vně budovy kotelny, odtud následně kouřovým, spalínovým ventilátorem, který je umístěn uvnitř budovy na ocelové konstrukci budovy v úrovni +5,50 m.

Ze spalínového ventilátoru jsou spaliny odtahovány do komína.

Produkty spalování (popílek) jsou automaticky odváděny:

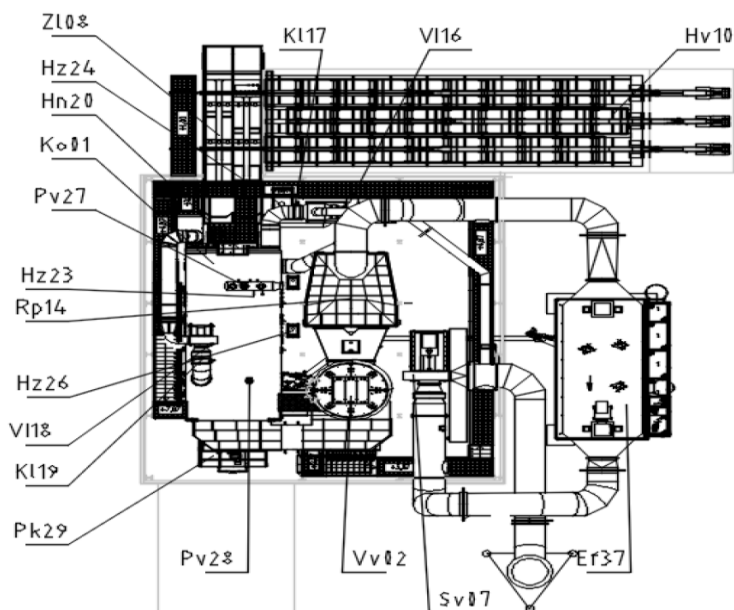
- z roštové komory,
- z prostoru pod roštem,

- z prostoru dohořivací komory nad klenbou,
- ze spodní vratné komory externího trubkového výměníku,
- z výsypky multicyklonu,
- z výsypky elektrofiltru,

Soustavou dopravníků jsou soustředěny v popelovém kontejneru o objemu 10m³ umístěném přímo pod kotlem na úrovni - 2,60 m [8].

Na obrázku 3-7 je znázorněno uspořádání kotelny biomasového kotle K4.

Uspořádání biomasové kotelny.



Obrázek 3-7 Uspořádání kotelny biomasového kotle K4 [8].

Legenda

Zl 08	Zavážecí lis paliva	Vl 18	Ventilátor sekundárního vzduchu
HZ 23	Hydraulický zdroj kotle	Kl 17	Klapka primárního ventilátoru
HZ 24	Hydraulický zdroj zavážecího lisu	Kl 19	Klapka sekundárního ventilátoru
HZ 26	Hydraulický zdroj dopravy popele	Pk 29	Popelový kontejner
Hv 10	Hydraulický vyhrnovač skladu paliva	Vv 02	Oddělený výměník
Ko 01	Spalovací komora kotle	Sv 07	Spalinový ventilátor
Pv 27	Pojistný ventil	Ef 37	Elektrofiltr
Pv 28	Pojistný ventil	Hn 20	Hasící nádrž
Rp 14	Rotační podavač popele multicyklónu		
Vl 16	Ventilátor primárního vzduchu		

4. Odstávka hlavního zařízení na plánovanou opravu

Pro opravu hlavního zařízení biomasového kotle je nutné kvalitně naplánovat odstávku kotle. Plánování odstávky je stejně důležité, jako samotné opravy hlavního zařízení. Bez odstávky zařízení se nemůže ani nelze oprava vykonat. Odstávka hlavního zařízení se musí pečlivě připravit i kvůli zálohování zařízení. Odstávka začíná v určený den – nejčastěji v neděli – tím, že se biomasový kotel odstává, kotel se intenzivně chladí a poté se zajistí tak, aby bylo možné opravy provést. Což znamená, že se zařízení zajistí po elektrické i po strojní stránce. Vše se запиše do strojního „B“ příkazu, který popisuje přesné zabezpečení strojního i elektro zařízení s příslušnými podpisy odpovědných pracovníků. Od domluveného data od 6⁰⁰ hodin začínají samotné opravy na vybraných zařízení biomasového kotle a odstávka končí zpravidla pátkem čtrnáctou hodinou. Pokud je nutné, opravy mohou dle dohody s příslušnými pracovníky trvat od 6⁰⁰ hod do 18⁰⁰ hod denně. Vždy záleží na okolnostech a složitostech prací a na časovém rozvrhu. Každý den se schází v 7⁰⁰ hodin technici s koordinátorem na poradě a upřesňují se úkoly, které se budou ten konkrétní den provádět. Další porada se koná ve 13⁰⁰ hodin, kde se již vyhodnocuje provedené práce, a určují se úkoly na příští den, popřípadě se řeší události, které zdržují pracovní postup odstávky. Pokud je daná událost většího charakteru, musí se tomu pružně přizpůsobit i plán odstávky, následně se upraví i harmonogram odstávky.

Vždy se musí ale dodržet časový plán odstávky. Pokud se zjistí, že se časový plán oprav rozchází s časovým plánem odstávky, je nutné část oprav přesunout na další termín odstávky zařízení a zahrnout tyto opravy do dalšího plánu oprav hlavního zařízení. Na úplný konec odstávky se již provádějí kontrolní úkony, jako je kontrola svarů, kontrola armatur, kontrola a promazání pohyblivých částí kotle, kontrola a doplnění olejů, kontrola dotažení přírubových spojů, kontrola izolací. V ten den se již také začíná s najížděním opravovaného zařízení, kotel se plní vodou, provede se tlaková zkouška po opravách, které se týkaly samotného tlakového celku kotle, proto je nutné směřovat ukončení hlavních opravárenských prací o den dříve, nejpozději do 18⁰⁰ hodin. Vše se zaznamenává jak do knihy porad, tak do e-knihy oprav a po ukončení odstávky zařízení se celá akce vyhodnocuje.

4.1. Plánování a řízení odstávky

Plánování a řízení odstávky zařízení na opravu vyžaduje náročný cyklus při opravách biomasového kotle K4. Plánování se řeší opět s dostatečným předstihem v kooperaci s vedením provozu, aby odstávka zařízení co nejméně narušila chod provozu, výrobu tepelné a elektrické energie.

Opravy kotle s označením K4 se plánují již začátkem roku. Plánování jarní odstávky biomasového kotle je složitější tím, že termín začátku oprav je úzce spjat s vývojem počasí. Termín odstávky se naplánuje pouze přibližně a upřesňuje se až přímo v jarních měsících, kdy je již předpověď počasí přesnější a dá se celkem dobře odhadnout jeho vývoj. Složitě je takové plánování pro dodavatelské firmy, které mají více zákazníků a musí si pečlivě plánovat práci tak, aby jim plynule navazovala.

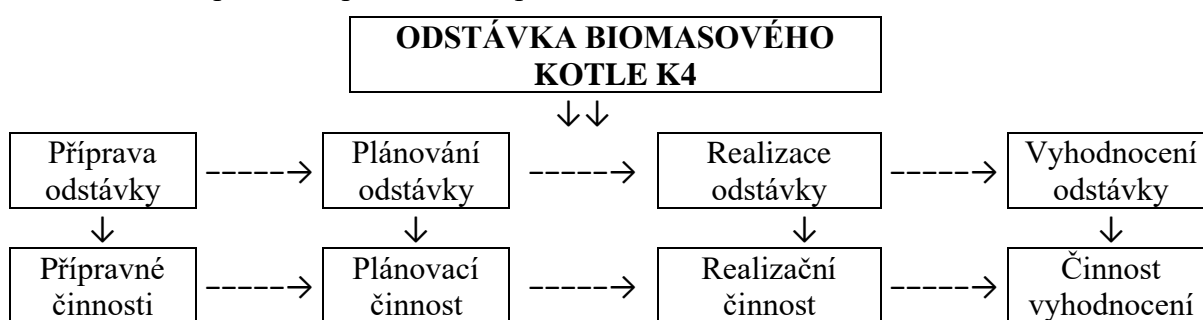
4.2. Procesní přístup k cyklu odstávky

Z důvodů obecné platnosti principů metodiky cyklu odstávky, je u biomasového kotle, bez vlivu rozdílných organizačních struktur ve společnosti, pro popis činností použit procesní přístup [9].

Cyklus odstávky kotle K4 se skládá ze čtyř podprocesů [9]:

1. Příprava odstávky
2. Sestavení plánu odstávky
3. Realizace odstávky
4. Vyhodnocení odstávky

Všechny tyto podprocesy je důležité dodržovat pro zachování ideálního cyklu odstávky kotle K4. Z těchto podprocesů nelze žádný vynechat. Procesní přístup k cyklu odstávky se neliší od cyklu oprav hlavního zařízení biomasového kotle. Rozdíl je v dodržení plánu odstávky a plánu oprav, zde mohou vznikat rozdíly, opravy ještě nejsou dokončeny, ale odstávka již končí a opravované zařízení biomasového kotle se již musí uvést do provozu. V tomto případě nastane problém, který je nutné řešit již v přípravě odstávky na opravy. V případě odstávky biomasového kotle je řešení takové, že se opravy, které jsou nutné vykonat v jarním termínu, upřednostní a méně důležité opravy se nechají na závěr odstávky, nebo se případně mohou odložit na další podzimní plánovanou opravu.



Obrázek 4-1 Rozdělení odstávky biomasového kotle K4 [9].

Odstávka jako taková je hlavním procesem pro opravu hlavního zařízení. Čtyři podprocesy již byly vyjmenovány a na obrázku 5-1 [9] jsou k podprocesům přiděleny soubory činností, které přesně vystihují, co se má v daném procesu vykonávat. V přípravné činnosti se jedná například o určení rozsahu prací na odstávku, určení nákupu materiálu a náhradních dílů, výběr dodavatelů a zhotovitelů na opravy hlavního zařízení při odstávce kotle K4. Plánovací činnost je zaměřena hlavně na časový, technický či kontrolní průběh při opravách. Samotná realizační činnost je již o práci při odstávce biomasového kotle, řízení prací, vyhodnocování po určitých předem stanovených jednotlivých časových úsecích a určování dalšího taktického plánu pro následující dny, pokud by měly nastat změny při opravách kotle K4. Vyhodnocovací činnost následuje ihned po ukončení prací na opravách hlavního zařízení kotle a prakticky se dá říci, že volně navazuje na přípravu podzimní odstávky. Při vyhodnocování oprav při odstávce se veškeré údaje, které se během oprav zaznamenaly, zpracovávají, třídí a poté vyhodnocují, aby se mohly případné problémy či nedostatky napravit pro příští řízenou opravu hlavního zařízení biomasového kotle.

4.3. Časové rozložení odstávkového cyklu

Pro zahájení přípravných prací je vstupem závazný plán odstávky kotle K4, odsouhlasený všemi zainteresovanými stranami v předem dohodnutém termínu a impulsem je příkaz k přípravě odstávky podle interního plánu [10] [11].



Obrázek 4-2 Časové rozdělení odstávky [9].

U biomasového kotle K4 je odstávkový cyklus půlroční. Obrázek 5-2 [9] představuje časové rozložení odstávkového cyklu. Pro tento kotel je výhodnější odstávku rozdělit na 6měsíční časový odstávkový cyklus s 14denní pracovní dobou, kdy se první odstávka uskuteční v jarních měsících, nejčastěji v posledních 14 dní v květnu. Termín odstávky je časován hlavně s ohledem na ekonomickou výhodnost odstávky. Proto je nutné provést z jara opravu biomasového kotle co nejdříve, jelikož se poté kotel provozuje samostatně po celé letní období. Navíc se přes léto plánuje oprava ostatních kotlů a nezbyl by již čas na kompletní opravu biomasového kotle. Poslední výhodou je, že kotel dokáže pracovat ve velkém výkonovém rozpětí, což je jeho výhoda. Dokonce se může biomasový kotel uvést do spánkového režimu, pokud město neodebírá teplo a teplou vodu. Do útlumu se dává většinou v noci, kdy je nejnižší odběr tepelné energie.

Druhá odstávka se uskuteční v podzimních měsících opět s ohledem na ekonomickou výhodnost. V tento čas se již začíná provozovat podle potřeby teplovodní uhelný kotel s označením K7 a k němu se přiřadí opravený biomasový kotel K4.

Na podzim se jedná o obrácenou verzi, kdy je nutná oprava kotle, jelikož se poté provozuje přes zimu společně s jedním nebo více kotli.

Odstávkový cyklus v OT, a.s. má svůj daný časový harmonogram, kterým je nutné se řídit už kvůli dodržování výroby a zásobování teplem do města. Časové rozložení se mění podle naléhavosti, důležitosti a potřeby firmy, a hlavně odběratelů ve městě. Pro každý odstávkový cyklus je časové rozložení jiné. V energetickém podniku je maximální doba mezi přípravou a vyhodnocením odstávky 12 měsíců.

5. Plánování a řízení hlavních oprav

Pro dokonalé naplánování opravy biomasového kotle je zapotřebí provést analýzu současného stavu kotle K4 a jeho hlavních zařízení (viz kapitola 3.4.1). Pro úplný rozbor je potřebné znát, z jakých částí se kotel skládá, které součástky jsou nejvíce namáhány, a na které je potřeba soustředit největší pozornost.

Příprava oprav předchází plánování a probíhá již krátce po ukončení a vyhodnocení předešlých oprav. Provádí se průzkum části zařízení, které je nejvíce namáháno, a které je v provozu po nejdelší dobu. Studuje se i dokumentace od výrobce, který vydává doporučení na výměnu exponovaného zařízení. Dále se rozhoduje o způsobu oprav i o tom, kdo bude zařízení opravovat. Zda naplánované opravy zvládnou kmenoví pracovníci strojní údržby, nebo zda je nutné nasmlouvat specializovanou firmu na opravu, či se osloví přímo výrobce zařízení na zajištění oprav.

5.1. Tvorba plánu oprav hlavního zařízení biomasového kotle

Plán je tvořen na základě podnětů pracovníků provozu, doporučení výrobce i z hlášení z kontrolních obchůzek samotných pracovníků strojní údržby. Plán je rozdělen zvláště pro pracovníky SÚ, EÚ, MaR, pracovníků Pomocných provozů (PoP) i pro externí firmy. Plán se upravuje podle naléhavosti a potřeby nutných oprav. Při tvorbě plánu oprav hlavního zařízení je naplánována i odstávka kotle. Při přípravě plánu je odstávka plánována pouze přibližně a poté se podle vývoje počasí určí přesné datum odstávky – oprav biomasového kotle. Tento způsob plánování oprav je dost náročný pro najímání externích a specializovaných firem. Každá firma má většinou již zpracovaný plán prací a je poté pro ně náročné plán měnit při změně data odstávky v OT, a.s. Dalším úzkým místem při plánování oprav hlavního zařízení biomasového kotle je skloubení začátku operací pro pracovníky PoP, údržbáře a externí pracovníky. Při odstavení biomasového kotle je nutné nejprve kotel chladit, potom vyčistit denní sklad paliva a zavážecí lis od zbytků štěpky, přesuvný rošt od vyhořelého paliva a vnitřní prostory kotle a dodatkové plochy od nánosů popele. Teprve pak se může začít s opravami na hlavním zařízení. Plán oprav proto musí být upraven tak, že SÚ a externí firmy nejprve provedou práce, které nezasahují do chlazení a čištění kotle, a poté se mohou provádět opravy na vyčištěném zařízení. Pro plánování oprav biomasového kotle je proto důležité vhodně skloubit včasné odstavení, vychlazení, vyčištění a opravy kotle. Odstavení kotle je proto nutné naplánovat časově naprosto přesně, aby nevznikaly buď prostoje, nebo časová tíseň. Protože se má kotel chladit více jak 12 hodin, je nutné kotel odstavit den předem, aby byl již v 6⁰⁰ hodin ráno byl kotel vychlazený a připravený na čištění. Vyčištění denního skladu paliva a zavážecího lisu od štěpky se podle plánu provede ihned na začátku oprav, aby se mohlo poté na tomto zařízení pracovat. Čištění dodatkových ploch od popele se naplánuje na noční směny, aby nezasahovalo do prací pracovníků SÚ a ostatních firem. Dál se s pracemi pokračuje podle plánu schváleným před plánovanou odstávkou hlavního zařízení. Dalším kritickým místem plánování oprav je dokončování oprav hlavního zařízení. Protože se pracuje ve většině případů na zařízení, které je po ukončení nutno odzkoušet, je zapotřebí, aby pracovníci SÚ a externí firmy ukončili opravy ve shodné době. Odzkoušení proběhne současně a zároveň se biomasový kotel uvede do provozu.

Plán oprav biomasového kotle lze rozdělit na:

- Technický plán oprav
- Časový plán oprav

- Pracnost údržbářské práce
- Kapacita údržby
- Průběžná doba oprav

Technická příprava oprav

Při opravách hlavního zařízení biomasového kotle je technická příprava svázán s důležitostí jednotlivých oprav. Nutností je předem vyhodnotit prioritu jednotlivých prací. Zde se vždy musí přihlížet na potřeby a provoz OT, a.s. Nejdůležitější opravy jsou na zařízení, která nemají zdvojení a nedají se v průběhu chodu odstavovat, aniž by to narušovalo provoz biomasového kotle.

Technická příprava oprav je úkolem hlavně technických pracovníků, kteří znají zařízení, jehož se opravy týkají a dokáží připravit pracovníkům údržby dokonalé podmínky k opravám. Jsou to zejména správně vypracované technologické postupy oprav, zajištění výroby náhradních dílů, nákup spotřebního materiálu a potřebného náradí, či objednání speciální firmy na zajištění složitých a náročných oprav. Dále je to také kontrola a příprava potřebného náradí jako jsou pohyblivé části nástrojů a náradí, revize řetězových zvedáků, úvazků a podobně.

Časová příprava oprav

Časová příprava oprav hlavního zařízení biomasového kotle musí vhodně doplňovat technickou přípravu. Pro energetický podnik typu OT, a.s. je důležité dodržet naplánovaný čas vymezený na opravu. Poté se již musí uvést opravované zařízení do chodu.

Časový harmonogram oprav je úzce spjat s nároky na zadanou práci. Čím je práce náročnější, tím je spotřeba času na opravu větší. Proto je potřeba zařadit tyto práce na začátek samotných oprav. Pracovníci údržby jsou seznámeni s tím, že při opravách kotle je pracovní doba prodloužena na 12hodinovou pracovní dobu a opravy se z důvodů složitosti budou provádět i v sobotu a v neděli. Oprava se časově zhustí na co nejkratší dobu, aby byl prostor pro případné nedodělky, nebo pro nečekané události, které by mohly prodloužit dobu odstávky.

Určení termínů pro průběh oprav biomasového kotle:

- Termín zahájení oprav
- Termín pro zajištění zařízení na opravy
- Termín pro vyčištění zařízení
- Termín pro předání zařízení do oprav
- Termíny pro ukončení jednotlivých prací
- Termín pro odzkoušení zařízení
- Termín pro odstranění případných závad zjištěných po zkouškách
- Termín pro opětovné najetí provozu

Pracnost údržbářské práce

Pro plánování oprav hlavního zařízení biomasového kotle je nutnost znát pracnost údržbářské práce. Tato pracnost souvisí i s počtem pracovníků, které je nutné na jednotlivé práce nasadit. Na složitější opravy je potřeba nasadit více pracovníků, nebo použít více času. Na složitější opravy je potřeba i speciálního náradí. Mnohdy je nutné najmout na složité opravy speciální firmu, která se danou problematikou zabývá. Proto je nutné přesně znát, které zařízení je nutné na biomasovém kotli opravit a v jakém rozsahu.

Kapacita údržby

Dalším úkolem v plánování oprav je prověřit skutečnou kapacitu údržby, a to nejen co do počtu údržbářů a jejich kvalifikace, ale i do vybavenosti údržbářské dílny. Je nutné prověřit, zda je údržbářská dílna odborně připravena na výkon oprav hlavního zařízení biomasového kotle K4. Je nutné také ověřit, zda současné vybavení je dostačující a odpovídající plánovaným opravám. Při ověřování vybavenosti dílny strojní údržby je nutné provést opravy autogenních souprav, provést revizi utahovacího zařízení, nakoupit nové utahovací klíče.

Průběžná doba oprav

Průběžná doba oprav je dána časovým úsekem od začátku první operace technologického postupu až do konce operace poslední. Průběžná doba je ovlivněna [9]:

- Pracností
- Počtem pracovníků
- Typem opravovaného zařízení
- Technologičností a udržitelností zařízení
- Organizační práce

5.2. Rozpis prací a rozdělení pracovníků

K rozdělení pracovníků na opravy hlavního zařízení kotle K4 patří rozpis prací, který je zpracováván na jednotlivé úseky a jeho složitost a obtížnost odpovídá jednotlivým zařízením. Rozpis prací je důležité vytvořit i z důvodu seznámení pracovníků jak s jednotlivými pracemi na opravy, tak i s tím, kde se budou vykonávat. Postup se vypracovává tak, že se pro jednotlivé dvojice zadává rozpis prací na jedno určené pracoviště, a to z důvodu snadné dostupnosti zadané opravy. V praxi to vypadá tak, že je výhodné nasadit skupinu pracovníků údržby na obdobný typ opravy, například na výměnu šneků vyhrnovačů popele a na opravu uzavíracích desek škváry s opravou výsypky popele. Všechna vyjmenovaná zařízení se nachází v prostoru popelového hospodářství biomasového kotle, než zvat na každou opravu skupinu pracovníků údržby a zbytečně přesouvat pracovníky po celém prostoru kotelny.

Jelikož se opravy většinou provádějí dvojicí pracovníků, je výhodnější přiřadit k sobě profesně pracovníky, kteří se doplňují a mají s vybranými opravami zkušenosti. Zkušený svářeč potřebuje ke zdárnému splnění úkolů zdatného pomocníka, který ví, jak správně připravit potrubí ke svařování. Stejně tak zkušený opravář armatur potřebuje pomocníka, který ví, co údržbář potřebuje k výkonu své práce. Při opravách biomasového kotle musí údržba pracovat rychle, kvalitně a bez zbytečných prostojů. Vedoucí údržby musí být i trochu psycholog, aby dokázal k sobě spojit pracovníky údržby nejen profesně ale i povahově. Jedině tak lze zvládnout plánované opravy bez úhony. Proto je důležité seznámit pracovníky údržby s dostatečným předstihem s plánem oprav. Zavedená praxe je taková, že se zaměstnanci měsíc dopředu dozví, kdo s kým bude pracovat a jaké budou jejich úkoly a podle plánu oprav si minimálně týden před začátkem oprav připravují a upravují materiál a provádějí svářečské práce, které se dají předem provést.

5.3. Postup oprav vybraného zařízení

Pro opravu biomasového kotle bylo na základě vyhodnocení, výsledků kontroly a předešlých analýz vybráno hlavní zařízení:

- Denní sklad paliva
- Zavážecí lis
- Posuvný rošt
- Dopravníky popele
- Spalinový ventilátor a ventilátor primárního vzduchu
- Elektrofiltr
- Převodovky dopravníků popele
- Hydraulické pohony a hydraulické válce
- Uzavírací a zpětná klapka

Postup prací oprav biomasového kotle K4 je zpracován standardně pro všechna uvedená zařízení, na ukázkou je vybrán postup pro **Denní sklad paliva** a ostatní postupy jsou uvedeny v *Příloze č. 1* i s fotodokumentací. U popisu oprav **Hydraulických pohonů a hydraulických válců** je vyjmuta část zjišťování úniku oleje u hydraulických válců s metodou „5x proč“, kterou se dosáhne vylepšení povrchové úpravy pístnic hydraulických válců.

5.3.1. Denní sklad paliva

Denní sklad paliva se nachází u vnější stěny kotelny, na *obrázku 3-6* je pod označením Hv10. Palivo je do žlabu denního skladu paliva naskladňováno čelním nakladačem. Z betonového žlabu denního skladu paliva je palivo automaticky dle okamžitých potřeb kotle dopravováno do prostoru zavážecího lisu a odtud přes zavážecí hubici na rošt kotle [8].

Není zakrytý a zavážecí žebříky jsou tudíž více náchylné na korodování. Vlhkost se na betonové dno dostává i ze samotného paliva – štěpky, která také obsahuje až 55% vlhkosti v objemu paliva. Klínové unášeče vyhrnovacích žebříků se také obušují posuvem paliva do zavážecího lisu. Diagnostikou byl změřen podstatný úbytek materiálu unášečů i táhel vyhrnovacích žebříků. Původní tloušťka materiálu u nižších unášečů byla 4 mm a po odjetí 20 000 hodin se materiál ztenčil až na 1,6 mm. Stejně tak hlavních vyhrnovacích unášečů byla původní síla materiálu 8 mm a nyní dosahuje něco málo přes 5 mm. Na *obrázku 4-1* jsou patrné terčíky pro měření tloušťky materiálu a u každého zapsání změřených hodnot. Při revizních prohlídkách byl zjištěn i úbytek materiálu na kluzných plochách vyhrnovacích žebříků denního skladu paliva a zanesení průchodů táhel hydraulických válců přes stěnu denního skladu paliva.

- Denní sklad paliva Hv 10 [8].
 - je opatřen trojicí tlačných tyčí pohybujících se přímočarým vratným pohybem po dně zásobníku štěpky
 - tyče jsou opatřeny unášeči s klínovým profilem



Obrázek 5-1 Měření tloušťky hrotů vyhrnovacího žebříku denního skladu paliva [autor].

Příprava na opravu

- Vystavit technický a časový plán prací
- Vypracovat harmonogram prací
- Nasmlouvat odbornou firmu na opravu
- Seznámit firmu s pracovištěm
- Proškolit z BOZP
- Sepsat smlouvu
- Vypracovat seznam rizik
- Objednat materiál
- Vyrobit náhradní díly

Postup při opravách

Poškozený materiál vyřezat a odstranit. Provést kontrolu ložných ploch a poškozené části opravit navařením materiálu bazickou elektrodou EB 121. Po nanesení kovu ložnou plochu zabrousit do hladka. Připravit nový materiál do betonového lože denního zásobníku. Navařit nová oka pro táhla vyhrnovacího žebříku. Do ok vsunout nová táhla. Mezi táhla přivařit nové hrotové unášeče žebříku. Na hrany prvních tří řad vyhrnovacích unášečů nanést vrstvu z tvrdokovu elektrodou OK Wearode 60T. Provést odzkoušení nových vyhrnovacích žebříků.

Vyčistit průchody táhel vyhrnovacích žebříků stěnou denního skladu paliva. Provést kontrolu tří hydraulických válců.

Pro odborné firmy platí, že předepsaný postup při opravách je pouze doporučený, ale časový plán je pevný a neměnný. Je vypracován harmonogram prací, platný pro koordinátora oprav a vedoucího údržby pro kontrolu průběhu prací oprav hlavního zařízení biomasového kotle.

5.3.2. Hydraulické pohony a hydraulické válce

U hydraulických válců může nastat v důsledku provozu problém úniku oleje kolem pístních tyčí, vlivem poškození pístních kroužků. Při pravidelných kontrolách bylo zaznamenáno vnikání štěpky do vnitřních prostor zavážecí lopaty, kde se nachází pracovní prostor

hydraulických válců. Při další práci pístnic se štěpka, která obsahuje i malé procento lesní hrabanky, zeminy nebo kamínků, tře o pracovní plochu pístnice a zanechává na povrchu vrypy, ty způsobují unikání oleje z pracovního prostoru hydraulického válce. Pro údržbu je složité vyčistit vnitřní prostor lopaty, štěpka se totiž zhutní pohybem pístnic do takové míry, že je nutné použít i sekáčů pro její odstranění. Povrch pístnice se proto narušil i nechtěným seknutím do jejího pláště.

Metoda 5x proč

Při zjišťování možného úniku oleje z hydraulických válců, byla použita metoda 5x proč.

1. Otázka: „Proč je nižší hladina v hydraulickém pohonu?“

Odpověď: „Protože uniká olej.“

2. Otázka: „Proč uniká olej?“

Odpověď: „Protože netěsní hydraulické válce.“

3. Otázka: „Proč netěsní hydraulické válce?“

Odpověď: „Protože jsou na pístnicích vrypy.“

4. Otázka: „Proč jsou na pístnicích vrypy?“

Odpověď: „Protože je povrch pístnice měkký.“

5. Otázka: „Proč je povrch pístnice měkký?“

Odpověď: „Protože není kalený.“

Tímto způsobem byl zjištěn fakt, že dodavatel kotle namontoval hydraulické válce s pístnicemi pouze povrchově chromované. Na dotaz přímo výrobce, zda by mohl dodat pístnice povrchově kalené, bylo sděleno, že vyrábí také indukčně kalené pístnice, které se dodávají i do stavebních strojů a záleží vždy na zákazníkovi, které pístnice si objedná. Pro výměnu hydraulických válců budou objednány válce s indukčně kalenou povrchovou úpravou pístnic.

5.4. Realizace a vyhodnocení oprav při odstávce

Realizace odstávky biomasového kotle bývá shodná s realizací oprav. Důležitým rozdílem mezi opravami a odstávkou je časové plánování. Odstávka má daný časový harmonogram, který je nutné dodržet, jak již bylo dříve uvedeno. K realizaci jarní odstávky kotle K4 je upřena veškerá pozornost vedení podniku, pracovníků kmenové údržby i dodavatelských firem. Do realizace odstávky musí být již veškerá příprava hotova, náradí připraveno, náhradní díly nakoupeny, výměnné části přichystány. Ukázka časového harmonogramu odstávky s postupem prací je zobrazena v *Příloze č. 3*.

Vyhodnocení oprav hlavních zařízení následuje ihned do ukončení odstávky biomasového kotle. Týden po odstávce přichází tzv. „hrubé“ vyhodnocení, které se zaměřuje na největší nedostatky při opravách zařízení, nebo je diskuze zaměřena na plánované části oprav, které se nepodařilo uskutečnit a museli být přesunuty na další odstávku hlavního zařízení z důvodů časové tísně, nebo nedodání náhradních dílů, či nenadálé poruchy jiného zařízení.

Vyhodnocení oprav hlavního zařízení při odstávce biomasového kotle K4 se dá rozdělit na:

- Celkové vyhodnocení oprav při odstávce
- Vyhodnocení oprav při odstávce z hlediska kmenové údržby
- Vyhodnocení oprav při odstávce z hlediska dodavatelských firem
- Kontrola provedené práce po uvedení biomasového kotle do provozu
- Vyhodnocení spotřeby náhradních dílů
- Předpříprava na další opravy hlavního zařízení

Celkové vyhodnocení oprav při odstávce

Pro komplexní obraz výsledků oprav hlavního zařízení při odstávce je vhodné si zpracovat nejprve celkové vyhodnocení oprav bez ohledu na to, zda danou práci uskutečnili pracovníci mateřského podniku, či dodavatelské firmy. Důležité je, zda byly naplánované práce zhotoveny v daných termínech a v potřebné kvalitě. Dále se vyhodnocuje, zda realizace plánovaných oprav při odstávce proběhla bez problémů, či se vyskytly vady, kterým je nutné se při dalších opravách vyvarovat. To samé se vyhodnocuje pro samotné řízení odstávky.

Vyhodnocení oprav při odstávce z hlediska kmenové údržby

Pro kmenovou údržbu je vyhodnocení oprav při odstávce nejnáročnější, protože je pro ni naplánována největší část oprav. Proto je na vlastní údržbu soustředěna největší pozornost.

Vyhodnocení se týká:

- kvality práce,
- dodržování bezpečnosti práce,
- dodržování časového rozvrhu,
- spotřeby náhradních dílů,
- dodržování pořádku na pracovišti

Vyhodnocení oprav při odstávce z hlediska dodavatelských firem

Pro dodavatelské firmy platí podobná pravidla jako pro kmenovou strojní údržbu. Dodavatelské firmy pracují na základě smlouvy, a proto se vyhodnocuje hlavně plnění a dodržování smlouvy, a to jak po technickém směru, tak i z časového hlediska. Dále se vyhodnocují vícepráce či méněpráce, pokud se v průběhu oprav vyskytly.

Kontrola provedené práce po uvedení biomasového kotle do provozu

Po každé opravě zařízení, po každé odstávce se kontroluje zařízení, které se uvádí do provozu. Kontrolu provádí technik údržby, technik BOZP, koordinátor oprav a odstávky, pracovníci údržby i pracovníci dodavatelských firem. Každý z těchto pracovníků provádí kontrolu ze své pověřené pozice. Vedoucí údržby poté vše zastřešuje a zpracovává poznatky dodané jednotlivými pracovníky. Kontrola opravovaného zařízení po uvedení do provozu přináší zásadní poznatky pro další odstávku. Projeví se, jak kteří pracovníci zvládli zadané úkoly. Toto platí i pro dodavatelské firmy, zde si vedení údržby prověřuje, zda je firma vhodná pro vykonávání určité práce, či je potřeba nalézt nového dodavatele. Kontrolu provádí i samotní pracovníci obsluhující svěřené zařízení, kteří mají o chodu provozovaného zařízení největší znalosti. Pokud se při odstávce biomasového kotle K4 instaluje nová část zařízení, vždy je potřeba obsluhu náležitě seznámit s provozem nového zařízení, poučit je s riziky a proti podpisu

potvrdit, že rozumí, jak obsluhovat nový stroje a budou v maximální míře dodržovat bezpečnost práce při provozu nového zařízení.

Vyhodnocení spotřeby náhradních dílů

Vedoucí údržby společně s vedoucím materiálně technické základny (MTZ) provedou vyhodnocení spotřeby náhradních dílů (ND). Vyhodnocení je důležité pro příští plánování odstávky. Při přebytku ND a spotřebního materiálu se již pro další opravy nemusí nakupovat více ND, než bude nezbytně nutné. Naopak při jejich nedostatku je nutné ND v průběhu odstávky kotle K4 složitě shánět a může to mít vliv na časový plán odstávky. Je proto nutné velice dobře naplánovat nákup ND, při nadbytku se opravy prodraží, naopak při nedostatku se prodlouží opravy hlavního zařízení nad plánovanou dobu odstávky.

Vyhodnocení spotřeby ND se hlavně týká:

- nakoupených ND
- vyrobených ND
- dodaných ND
- nakoupeného materiálu pro výrobu ND
- nakoupeného spotřebního materiálu

Předpříprava na další opravy hlavního zařízení

Předpříprava se zahajuje ihned po ukončení oprav a trvá přibližně 2 měsíce, kdy se veškeré získané informace z předchozí odstávky biomasového kotle K4 vyhodnotí, roztřídí a upotřebí v přípravě plánování oprav na další plánovanou odstávku, která volně navazuje na předpřípravu oprav hlavního zařízení.

6. Návrh a vyhodnocení změn při plánování a řízení oprav hlavního zařízení

Z návrhu plánování a řízení oprav vyplývají určité změny ve vztahu k současnému stavu. Tyto změny jsou popsány a vyhodnoceny.

6.1. Změna v rozpisu oprav

Dosud se plánovaly opravy a odstávky jednodušším způsobem. Byl vypracován seznam úkolů, které se mají během odstávky vykonat, ale nevypracovával se již například seznam rizik, nebo harmonogram. Pouze se dvakrát za směnu kontrolovalo plnění úkolů a postup prací při odstávce zařízení.

OPRAVA ZAŘÍZENÍ 2020 - SÚ								
11.5. - 22.5.2020								
						P	Den	H
1.skupina	Petr	Kotel K4	Dopravníky popelé	1.	Montáž lešení pod dopravníky popele		Po-Út	
				2.	Výměna podavače popele Dp 34-2	P	St-Pá	
	Pavel		Dp 34-1 a Dp 34-2	3.	Výměna podavače popele Dp 34-1	P	Po-St	
				4.	Demontáž lešení		Čt-Pá	
2.skupina	Martin Jan	Kotel K4	Oprava zavážecího lisu	1.	Oprava hrotů zavážecího lisu	P	Po-St	
				2.	Oprava - kontrola táhel zavážecího lisu	P	St-Pá	
				3.	Oprava oplechování zavážecího lisu		Po-Čt	
3.skupina	Luboš	Kotel K4	Oprava uzávěrů	1.	Montáž lešení pod uzávěry škváry		Po-Út	
				2.	Kontrola a oprava uzávěrů škváry	P	St-Pá	
	Pavel		škváry a výsycky	3.	Kontrola a oprava výsycky popele	P	Po-St	
				4.	Demontáž lešení		Čt-Pá	

P1 = Priorita č. 1, P = Priorita
H = Práce hotova + zkontrolována

Tabulka 6-1 Tabulka rozpisu prací na opravách hlavního zařízení – SÚ [autor].

Tabulka 6-1 ukazuje původně používaný rozpis na opravu zařízení biomasového kotle při odstávce zařízení pro pracovníky SÚ. Stejný rozpis byl vyhotoven i pro externí firmy. Rozpis prací je velice zjednodušený a heslovitý. Pro koordinátora nebo vedoucího údržby (VÚ) je poté složitější kontrolovat a dohlížet na postup prací při opravách hlavního zařízení. Proto se navrhované změny při opravách hlavního zařízení v OT, a.s. týkají zapracování rizik při plánování oprav a jejich identifikaci, analýzy a řízení. Dále vypracování trvalého zlepšování procesů údržby a oprav, vytvoření harmonogramu a zavedení TPM do systému řízení oprav zařízení OT, a.s.

6.2. Zahrnutí rizika do plánování oprav

Riziko je pravděpodobnost, že nastane určitá událost a ta ovlivní průběh oprav při odstávce [9]. V OT, a.s. se pravděpodobnost rizik eliminuje vydáním strojním „B“ příkazem, příkazem ke svařování, školení z BOZP a PO a vydáváním vnitropodnikových směrnic nebo příkazy generálního ředitele. Jmenovitě a detailně ale nejsou rizika před odstávkou biomasového kotle identifikována a pojmenována. V průběhu přípravy a plánování oprav hlavního zařízení biomasového kotle bude nutné rizika najít a aktivním řízením a řešením jim předejít.

6.2.1. Analýza a identifikace rizik

K identifikaci rizik poslouží informace z minulých oprav při odstávce a zkušenosti jednotlivých dlouhodobých pracovníků údržby při opravách hlavního zařízení. Všechny tyto zkušenosti je vhodné zanést do databáze rizik, vytvořit registr rizik [9].

V OT, a.s. jsou rizika zčásti opakující a zčásti nová, protože se v rámci legislativních změn přetváří koncept výroby tepelné a elektrické energie. Z parního systému se přechází na teplovodní. Parovodní kotle jsou nahrazovány teplovodními spalující biomasu i fosilní paliva, jako je uhlí či plyn. Proto je analýza rizik složitá, nová, ale nutná.

Analýza rizik se provádí s využitím identifikace rizik, která využívá informace a zkušenosti z minulých odstávek [9]. Nově vytvořená *Tabulka 6-2* zobrazuje výsledky podrobné analýzy rizik při opravách hlavního zařízení biomasového kotle.

Součástí analýzy rizik musí být protokol posouzení vlivu rizik na opravy hlavního zařízení při odstávce. Po každém ukončení oprav se provede nová analýza rizik z důvodu aktualizace dat, tak aby došlo ke snížení rizik v dalším cyklu oprav.

Analýza rizik by měla začít co nejdříve před realizací oprav a odstávky, nejlépe při zahájení přípravných prací a jmenování řídicího týmu odstávky. Výsledky analýzy rizik pak jsou zařazeny na program pravidelných jednání řídicího týmu odstávky, kde se hodnotí vývoj rizik a akčního plánu pro snížení nebo odstranění rizika [9].

pracoviště	operace	č.o.	popis operace	riziko	eliminace rizika
kotel K4	výměna šneku popela Dp 3.1	1.	odpojení motoru od el. proudu	úraz el. proudem	vypnutí el. proudu, vyjmutí pojistek
		2.	demontáž motoru s převodovkou od šneku	velká hmotnost motoru s převodovkou	použit řetězový zvedák s příslušnými popruhy
		3.	uvolnění šroubů příruby starého šneku	vysmeknutí klíče, ukroucení šroubu	použit prsténkový klíč, uvolňovací sprej
		4.	uvolnění šneku z pozice	nebezpečí pádu z výšky 4 m	montáž plošiny pod šnekem
		5.	usazení nového šneku na pozici	vysmeknutí šneku při usazování na pozici	zajištění úvazů do označených míst pro uchycení
		6.	utahování šroubů na přírubě nového šneku	vysmeknutí klíče, pád z plošiny	použit prsténkový klíč, mazací sprej, zachycovač pádu
		7.	zpětná montáž motoru s převodovkou	velká hmotnost motoru s převodovkou	použit řetězový zvedák s příslušnými popruhy
		8.	zapojení motoru k el. proudu	úraz šroubovákem	požít správný typ šroubováku
kotel K4	oprava a kontrola posuvného roštu	1.	vyčištění roštu od nánosů škváry	možné přidušení	prostor nad roštem důkladně odvětrat
		2.	demontáž roštnic	propadnutí do prostoru podroští	použit podlážky, jistící prvky
		3.	uříznutí horní části kachlí na bočních stěnách roštu	úraz úhlovou bruskou	použit správné řezné kotouče, kryt brusky
		4.	navaření nových horních částí kachlí	úraz elektrickým proudem, popálení	provést důkladnou kontrolu všech částí svářečky, použití svářecích rukavic a oděvu
		5.	kontrola pohyblivých částí posuvného roštu v podroští	možnost úrazu pádem do prostoru podroští	jistit se vázacími prostředky, mít k dispozici sedák
		6.	výměna starých spálených roštnic za nové	možný úraz pádu roštnice na dolní končetinu	použití speciálních prostředků na dopravu roštnic

Tabulka 6-2 Analýza rizik[autor].

6.2.2. Řízení rizik oprav při odstávce

Řízení rizik je činnost, která musí být zastoupena ve všech fázích odstávkového cyklu kotle K4. Účelem řízení rizik oprav při odstávce je analyzovat v průběhu přípravy a plánování realizace rizika a připravit taková opatření, která přispějí k úspěšnému splnění všech vytčených cílů oprav a odstávky [9].

U biomasového kotle se rizika nacházejí v proudícím médiu horké vody, hydraulického oleje, dopravě škváry a popeloviny a podobně. Stejně tak se jedná o horká tělesa, jako je teplovodní potrubí, či čerpadla přepravující horká média. Dále se působení rizik musí zahrnout i točivá zařízení, která se v prostoru biomasové kotelny nacházejí.

Jedná se hlavně o:

- Čerpadla,
- Převodovky a variátory,
- Pohyblivé rošty,
- Dopravníky popele,
- Hydromotory,
- Elektrická zařízení,

Další rizika se týkají práce ve výškách. V tomto případě se jedná hlavně o páci na lešení, kde se provádí montážní a svářečské práce.

Je pravda, že se při opravách hlavního zařízení o možných rizicích ví, ale dosud nebyly fakticky popsány a evidovány. Proto je nutné sestavit akční plán rizik, plán zabránění, nebo maximální eliminaci rizika, a v přípravné době provést monitoring náhodného vývoje rizik.

V OT, a.s. se nachází i plynová stanice, od které vede plynové potrubí k zapalovacím hořákům kotlů i k samotnému plynovému kotli. V tomto případě je riziko jakéhokoliv zásahu maximální a musí se postupovat při opravách s největší opatrností.

6.3. Využití harmonogramu prací při plánování oprav

Harmonogram je zvláštní plán nebo seznam, který harmonizuje postup nějaké, hlavně lidské činnosti z časového hlediska. Je to časový rozpis (rozvrh) nebo časový plán praktických kroků, které je potřeba provést při realizaci nějakého většího, či rozsáhlejšího díla, či společenské události. Harmonogramy se běžně používají všude tam, kde je potřeba v dlouhém časovém úseku přesně a podrobně zkoordinovat a harmonizovat činnost většího množství subjektů [12].

Harmonogramy mohou být vhodně doplněny dalšími technickými a organizačními pomůckami, kupříkladu sítovými grafy, či Ganttovo diagramy, které postup všech prací a činností znázorňují přehledným způsobem v grafické podobě, kde mohou být zobrazeny vazby na další činnosti a podobně [12].

Ganttův diagram je druh pruhového diagramu pojmenovaný po H. L. Ganttovi, průmyslovém inženýrovi, který byl za první světové války průkopníkem v jeho používání. Ganttův diagram se využívá při řízení projektů pro grafické znázornění naplánování posloupnosti činností v čase [13]. Harmonogram – Ganttův diagram je nově vytvořen na základě plánu oprav hlavního zařízení biomasového kotle. Diagram je oproti plánu přehlednější a srozumitelnější.

Provede se rozpis prací na opravu hlavního zařízení, který je uveden v *Příloze č. 2* bez časového omezení. Poté se vytvoří Ganttův diagram. Takový harmonogram je přesnější a přehlednější, čímž se eliminuje šance, že se některé skupiny dostanou do kolize. Každá jednotlivá dvojice či skupiny pracovníků mají k dispozici přesný popis práce, podle kterého mohou lépe vykonávat opravy během odstávky. Ganttův diagram má k dispozici i koordinátor jednotlivých prací, který dohlíží na průběh prací. Zkrátí se možnost prostojů a může se sledovat, zda došlo ke snížení časové náročnosti oprav. Ganttův diagram, uvedený v *Příloze č. 3*, je sestaven pro opravu biomasového kotle K4, která se uskutečnila od 11.5 do 22. 5. 2020.

Začátek byl naplánován na neděli 10. 5. 2020 v 18^o hodin. V tento čas se odstaví kotel a začíná se s intenzivním chlazením tak, aby bylo zařízení připraveno již ráno na opravy. V diagramu je rozepsáno, kdo bude odstavení a chlazení provádět a jak dlouho. Od pondělí 11. 5. 2020 se již začalo s opravami hlavního zařízení kotle K4. Na pondělí se do diagramu zavedl údaj vyčištění denního skladu paliva a zavážecího lisu, které provedli pracovníci pomocných provozů. Pro opravu denního skladu paliva byla nasmlouvaná externí firma, a proto se oprava posunula až na úterý ráno. Další práce se již vyvíjely podle diagramu. Harmonogram – Ganttův diagram se každý den sledoval a aktualizoval. Podle aktualizace bylo zřejmé, jak se plán oprav vyvíjel, kde bylo slabé místo, kde se musely opravy urychlit, nebo kde byly opravy v časovém předstihu.

6.4. Trvalé zlepšování procesů oprav hlavního zařízení

Trvalé zlepšování procesů oprav musí být nutností i jednou z priorit v energetickém podniku. S tím, jak se vyvíjí technologie zařízení, musí se vyvíjet i procesy přípravy, plánování, řízení, kontroly a vyhodnocení oprav hlavního zařízení v OT, a.s. Jak se modernizuje zařízení, zvyšují se i nároky na údržbu. Navíc se stále více na opravy musí najímat specializované firmy, jelikož se snižuje obsazenost pracovníků údržby. Jestliže bylo ještě v roce 1990 v OT, a.s. na úseku strojní údržby 12 pracovníků a na úseku údržby výměňkových stanic 7 pracovníků, dnes pracují v dílně 4 pracovníci a na výměňkových stanicích ve městě 3 pracovníci. Stejně tak se snižují i roční finanční výdaje na údržbu. Proto je mnohdy velice náročné splnit plán oprav v daném roce. Z tohoto důvodu je nutné opravy detailně plánovat, nenechat nic náhodě a pečlivě rozhodovat, které opravy uskutečnit a v jaké cenové relaci. Pokud jsou opravy většího rozsahu, je zapotřebí využít i pomoci pracovníků provozu na zvládnutí rozsahu naplánovaných oprav.

6.4.1. Metoda 5x Proč

V kapitole 4.3.2. je uvedena metoda 5x Proč, která se vyzkoušela pro zjištění poruchovosti hydraulických válců zavážecího lisu. Tato technika se osvědčila, je rychlá, a proto se bude aplikovat na další zjišťování a odstraňování poruch u hlavního zařízení biomasového kotle K4. Jelikož je metoda 5x Proč velice jednoduchá a úspěšná, je nutné ji rozvíjet a naučit se ji i správně používat. Při nesprávném výkladu, nebo nevhodných otázkách se není možné dobrat kýženému výsledku a může být i zavádějící.

Metoda 5x Proč je metoda pro zjištění skutečné základní příčiny poruchy, vady výrobku, defektu zařízení atd. Rozpoznání základní příčiny je nezbytným předpokladem k jejímu odstranění a tím k odstranění jejích nežádoucích důsledků. Odstraněním příčiny, která není základní, nelze vyřešit problém beze zbytku, v takových případech dochází k opakování nežádoucího stavu, defektu ap. A právě opakování defektu bývá často signálem o tom, že

odstraněná příčina nebyla právě ta základní, pomineme-li nedůslednost, selhání a jiné další možné faktory [14].

6.4.2. Vytvoření nového plánu prací

Pro přehlednější zvládnutí oprav biomasového kotle K4 při odstávce je vypracován plán prací pro jednotlivé opravované zařízení bez časového zařazení, který se předá jednotlivým pracovníkům, podílejících se na opravách hlavního zařízení biomasového kotle. Plán prací musí stručně popisovat jednotlivé operace tak, jak postupují za sebou i s pracemi, které vykonávají jiní opraváři. Například při demontáži podavačů popele je nutné odpojit motory od šneků podavačů, které musí odpojit pracovníci EÚ proškolení z platné vyhlášky.

Dříve používaný plán byl v popisu prací strohý a zahrnoval pouze pracoviště, na kterých se práce měla konat a jednoduchou definici opravy. Například montáž lešení byla v minulém plánu zvýrazněna jinou barvou, ale nebylo jasně stanoveno, kdo lešení postaví. Automaticky se předpokládalo, že montáž provedou pracovníci pomocných provozů a pak mohla při odstávce vzniknout kolize, kdy opraváři potřebovali postavit lešení a pracovníci PoP se museli soustředit na jinou práci. Současný plán toto vylučuje. Je obsáhlejší, přehlednější a doplňuje se s časovým harmonogramem prací.

6.5. Vyhodnocení a přínosy navrhovaných změn

Pro porovnání původního a nově navrženého způsobu plánování bylo nutné ověření v praxi. Pro termín oprav hlavního zařízení biomasového kotle bylo nejprve vybráno posledních čtrnáct dní v dubnu 2020. Začátkem března se termín změnil na datum 18. 5. až 29. 5. 2020. Pro vážnou závadu přepouštěcí kostky hydraulického agregátu byl nakonec termín přesunut na 11. 5. až 22. 5. 2020. V tomto termínu byly zahájeny opravy biomasového kotle a ukončily se již 15. 5. Některé opravy nebyly vykonány a mnoho jich bylo zhotoveno v předstihu. Oprava biomasového kotle K4 byla provedena v takovém rozsahu poprvé, a proto byly některé opravy v plánu nadhodnocené a pouze se odhadovalo, kolik času by mohly trvat. Jelikož se kotel odstavil dříve, než bylo plánováno, byl i u vedení firmy vysloven požadavek, aby se i odstávka zkrátila o dobu, kdy musel být kotel předčasně odstaven. Pracovníci SÚ a extérních firem pracovali 12 hodin denně a opravy proběhly hladce, bez závad. Díky kvalitnímu naplánování a velkému nasazení pracovníků se mohly opravy ukončit předčasně. Uvedení biomasového kotle do provozu proběhlo opět bez závad.

1. Nový plán oprav

Podstatnou změnou je vypracování nového přehledného plánu prací, který jasně popisuje, co se má v průběhu řízené odstávky opravit a jakým způsobem. V *Příloze 2* je celý plán prací na opravu hlavního zařízení biomasového kotle K4 vypracován po jednotlivých úsecích v OT, a.s. Takto zpracovaným plánem se řídí pracovníci údržby, či dodavatelských firem a vhodně doplňuje časový harmonogram prací.

Přínosem nového plánu oprav je přehlednější a podrobnější popis prací oprav hlavního zařízení. Opravy se zrychlují, protože pracovníci nemusí tolik přemýšlet o postupech při opravách.

Nedostatkem může být opomenutí určité operace a poté vznik určitých problémů při postupu oprav.

2. Rizika

Novým prvkem v řízení je v konkrétním vypracování plánu rizik při opravách hlavního zařízení biomasového kotle K4. Při hledání, sepisování a vyhodnocování zařízení na opravu se vyhledávají i rizika spojená s opravami. Každý pracovník i dodavatelská firma je předem seznámena s možností rizik a jejich maximální eliminací. Pokud je riziko příliš vysoké, je nutné přijmout taková opatření, aby se vyhodnocené riziko eliminovalo na co nejmenší úroveň. Může to znamenat i prodloužení odstávky, nebo uskutečnění samostatné odstávky na opravu daného zařízení mimo periodické odstávky. Samotní pracovníci mají právo se vyjádřit systému vyhodnocení rizik při opravách hlavního zařízení, a pokud se jim zdají přijatá opatření k zamezení rizik nedostatečná, mají právo danou práci odmítnout a požadovat přijetí přísnějších opatření. Pro vybranou opravu biomasového kotle se hlavní rizika týkají hlavně vnitřních prostor spalovací komory, prostor denního skladu paliva, zavážecího lisu a prostoru popelového hospodářství pod kotlem, kde je nutná montáž lešení na opravu.

Soupis rizik zamezil úrazu opravářů i pracovníků externích firem. Firma OT, a.s. a většina firem již má soupis rizik vypracován, ale jsou značně obsáhlá a zahrnují veškerá rizika, která mohou vzniknout při jakékoliv práci. Zde se jedná o konkrétní rizika na konkrétní opravy. Každý z pracovníků byl s riziky seznámen a při opravách biomasového kotle věděl, která nebezpečí mu mohou hrozit.

Přínosem vypracování konkrétních rizik je minimalizování vzniku úrazů při opravách. Každý pracovník má k dispozici podrobný soupis rizik na konkrétní práce a je jednoduché se s nimi seznámit.

Nedostatkem může být opět náhodné opomenutí určitého rizika a poté vznik úrazu či nehody, a s tím související prodloužení oprav a odstávky.

3. Metoda 5x Proč

Nová metoda, vyzkoušena na závadách hydraulických válců zavážecího lisu, se u techniků setkala s poměrně kladným ohlasem. Při správném rozvíjení a zdokonalování by se tato metoda do budoucna mohla stát skvělým pomocníkem při hledání příčin poruchovosti.

Přínosem je jednoduchá metoda pro hledání nedostatků při provozu zařízení a možná jejich okamžitá náprava.

Nedostatkem může být nesprávně položené otázky a poté nezjištění skutečné poruchy na zařízení.

4. Harmonogram

Poslední změnou způsobu řízení oprav hlavních zařízení biomasového kotle je vypracování harmonogramu – Ganttova diagramu. Gantův diagram byl použit při opravách hlavního zařízení ve dnech 11. 5. – 22. 5. 2020.

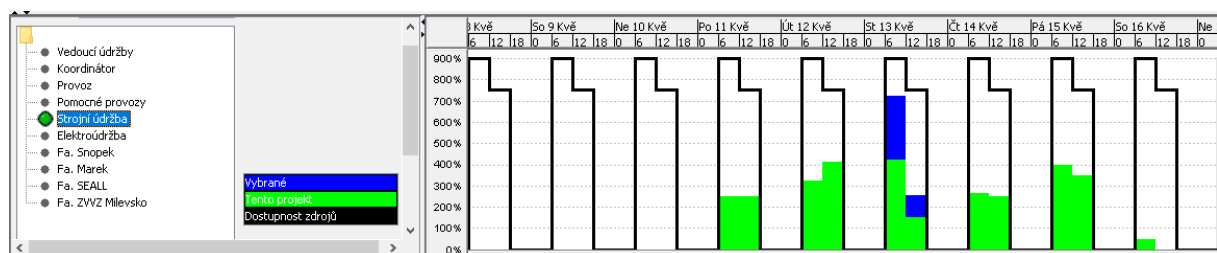
Každý den po opravách byl diagram aktualizován. Podle aktualizace se podařilo opravy ukončit již v pátek 15. 5. 2020. Největší část oprav se povedla uskutečnit již v pondělí 11. 5. a úterý 12. 5. 2020. Výměna hydraulických válců zavážecího lisu nebyla provedena. Výrobce dodal hydraulické válce s jiným připojením hydraulických hadic. Tato závada byla u výrobce reklamována a zboží zasláno zpět na opravu. Oprava hydraulických válců se u výrobce nestihla provést do termínu odstávky, a proto byla výměna odložena na podzimní odstávku. Vše bylo zaznamenáno do Ganttova diagramu. Kritickým bodem při opravách biomasového kotel byla prasklá přepouštěcí kostka hydraulického agregátu zavážecího lisu, kvůli které se musel kotel

odstavit dříve. Externí firmě se povedlo vyrobit novou přepouštěcí kostku do pátku 15. 5. 2020 a ještě ten den byla přepouštěcí kostka namontována do hydraulického agregátu zavážecího lisu a odzkoušena.

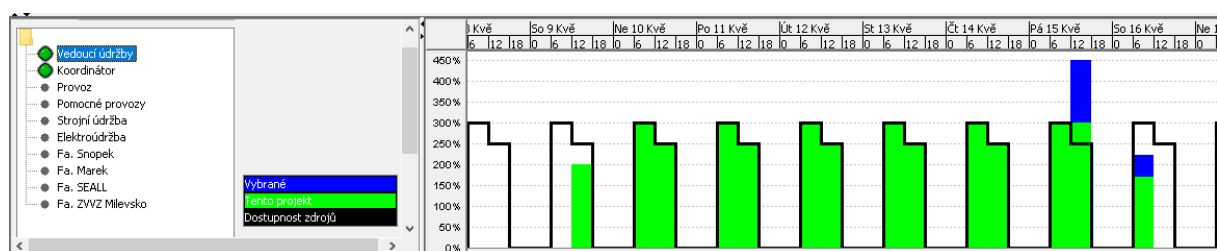
Ganttův diagram se při opravách hlavního zařízení biomasového kotle osvědčil, neboť na opravu hlavního zařízení lze pohlížet jako na samostatný projekt. Z toho důvodu bylo možno využít metodiku tvorby Ganttova diagramu v software *ProjektLibre* [15]. Projekt se bude využívat i při dalších údržbářských pracích, které se do budoucna budou v OT, a.s. vykonávat, a který by se mohl používat nejen pro řízení oprav hlavního zařízení energetického podniku, ale i pro veškeré práce, které se v OT, a.s. provádějí a vyžadují věcnou a časovou návaznost. V příloze 3 jsou pouze ukázky z vypracovaného Ganttova diagramu. Kompletní diagram je na přiloženém CD nosiči, kde je možno detailně sledovat Ganttův diagram, síťový diagram i histogram.

V diagramu je zobrazena i kritická cesta, která určuje termín ukončení celého projektu. Pokud se zpozdí úkoly na kritické cestě, zpozdí se celý projekt. Na diagramu prochází kritická cesta od intenzivního chlazení kotle, přes vyčištění zavážecího lisu, pokračuje úkoly SÚ a končí vyhodnocením projektu. Ukázka kritické cesty je zobrazena v Příloze č. 3, v projektu je vyznačena červeně a v síťovém diagramu je ohraničena červenými rámečky.

Z histogramu je možno zjistit vytížení a případné přetížení zdrojů. Jak lidských, tak například i materiálových. Na obrázku 6-1 je histogram strojní údržby bez přetížitelnosti, naopak je na obrázku 6-2 histogram vedoucího údržby s přetížitelností v pátek 15. 5., kdy opravy a odstávka končí a je vhodné provést vyhodnocení odstávky i na úkor pracovní doby.



Obrázek 6-1 Histogram – SÚ [15].



Obrázek 6-2 Histogram – Vedoucí údržby [15].

Celý harmonogram – Ganttův diagram je přehledný a lépe se v něm vedoucí a koordinátor řízení oprav biomasového kotle K4 orientují. Ganttův diagram byl vypracován v softwarové aplikaci *ProjectLibre* [15], který dostatečně nahrazuje Microsoft Project.

Přínosem vytvoření Ganttova diagramu je přehledný časový rozpis prací se zobrazenou kritickou cestou, zobrazením histogramu a případné jeho přetížitelnosti.

Nedostatkem může být možné složité či nesprávné zpracování diagramu, a i možné složité orientování se v Ganttově diagramu.

Je potřebné také uvažovat o zavedení TPM do systému řízení a oprav zařízení. Ze systému TPM je vhodné pro malý podnik jako je OT, a.s. vybrat prvky preventivní a prediktivní údržby, což jsou procesy, které je nutné zavést pro všechny složky teplárny a pro každodenní provoz, ne pouze po dobu oprav hlavního zařízení a odstávky. Tyto procesy jsou dlouhodobé a je nutné do nich zapojit všechny složky teplárny.

Závěr

Teoretická část v úvodu bakalářské práce se věnuje energetickému podniku, představení teplárny jako specifické formě energetického podniku, dále údržbě v energetickém podniku, její typy a následně poruchám a poruchovým stavům.

V praktické části bakalářské práce je představena OT, a.s. jako energetický podnik s provedenou analýzou současného stavu teplárny. Je vybrán biomasový kotel s označením K4 na opravu hlavního zařízení. Další kapitola je popsána odstávce biomasového kotle, její plánování a řízení. Poté je věnována pozornost plánování a řízení hlavních oprav, tvorbě plánu, rozpisu prací a rozdělení pracovníků, postup oprav na vybraném zařízení. Nakonec je vypracován návrh a vyhodnocení změn při plánování a řízení oprav hlavního zařízení biomasového kotle.

Důraz je věnován změně rozpisu oprav, zahrnutí rizik do plánu oprav, využití metody 5xProč, a hlavně vytvoření harmonogramu – Ganttova diagramu pro plánování a řízení oprav hlavního zařízení.

Ostrovská teplárenská, a.s. prochází přerodem a v dnešní fázi, kdy jsou v provozu oba dva systémy, a to jak parovodní, tak i horkovodní, není nutná týdenní odstávka celé výroby. Plynule se může přecházet z jednoho systému do druhého a opravy se poté plánují na zařízení, které je momentálně odstavené. Druhý systém dostatečně uspokojuje potřeby odběratelů města Ostrova.

Úplné odstavení výroby páry se plánuje na přelom roku 2022–2023, po tomto datu je již aktuální opětovná týdenní odstávka výroby tak, jak se prováděla při provozu pouze parovodního systému. V tomto případě je užitečné se dopředu připravovat a seznamovat s novými způsoby řízení a projektování či programování. Poté bude po roce 2023 připravenost úplná. Tato bakalářská práce představuje nový způsob řízení odstávky pro biomasový kotel K4. Pro zapracování do systému oprav v OT, a.s. bude tento projekt výhodný a přínosný.

Citovaná literatura

- [1] Wikipedie, „*Teplárna*,“ Produkce Creative Commons, 28 květen 2012. [Online]. Dostupné z.: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Teplárna>. [Přístup získán 18 červen 2020].
- [2] ČSN EN 13306, *Údržba - terminologie údržby*, Praha: Česká agentura pro normalizaci, třídící znak:010660, katalogové číslo:505705, 10.2018.
- [3] Vrána, Jakub; Gschiedle, Rolf, „*Údržba*,“ Wikipedia, 2007. [Online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Údržba>. [Přístup získán 2 listopad 2018, ISBN 978-80-247-1588-9].
- [4] ČSN EN 15628, *Údržba - kvalifikace pracovníků údržby*, Praha: Česká agentura pro normalizaci, třídící znak:010666, katalogové číslo:96617, 2.2015.
- [5] Představenstvo, Ostrovské teplárenské a.s., *Výroční zpráva Ostrovské teplárenské, a.s. za rok 2019*, Ostrov: Ostrovská teplárenská, a.s., 2019.
- [6] Dolejší, Jiří, *Protokol o měření chvění - radiál. ventilátor, číslo protokolu - 1*, Milevsko: ZVVZ Enven s.r.o., 2020.
- [7] Hejda, Jakub, „*Lami Kappa*,“ Klikmedia, 1 březen 2003. [Online]. Dostupné z: www.lamikappa.cz/viber-x2/. [Přístup získán 26 červen 2020].
- [8] Pavelek, Ivan, *Místní provozní bezpečnostní předpis K4*, Ostrov: Ostrovská teplárenská. a.s., 2017.
- [9] Legát, Václav, *Management a inženýrství údržby*, Praha, 2. vydání: Professional Publishing, 2016, ISBN 978-80-7431-163-5.
- [10] Makarand, Joshi, Shut down management for coal handling plant of thermal power station, 8. str., 2001.
- [11] Woodhouse, John, *Asset Management: concept & practices*, 13. str., 2004.
- [12] Petráčková, Věra; Kraus, Jiří, „*Harmonogram*,“ ManagementMania.com, 2020. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs>. [Přístup získán 26 červen 2020].
- [13] Calde, James; Yeates, Donald, „*Ganttův diagram*,“ Pears Education Limited, 2008, ISBN 978-0-13-206858-1. [Online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ganttův_diagram. [Přístup získán 26 červen 2020].
- [14] Liker, Jeffry K., „*5 Whys, Jak to dělá Toyota*,“ Creative Commons, 26 květen 2019. [Online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys. [Přístup získán 6 duben 2020].

- [15] O'Brien, Marc., Chretienneau, Laurent., „*ProjektLibre*,“ 19 srpen 2012. [Online]. Dostupné z: www.projectlibre.org. [Přístup získán 26 červen 2020].
- [16] Witter, Jon, PhD, „*Free Project Planner Template for Exel*,“ Gant Chart Template, 6 únor 2019. [Online]. Dostupné z: <https://www.vertex42.com/ExcelTemplates/exel-gantt-chart.html>. [Přístup získán 18 únor 2020].
- [17] Legát, Václav, „*Plánování zdrojů v údržbě a jejich optimalizace*,“ v *Zborník odbornej konferencie Národné fórum údržby*, Žilina, 2009.
- [18] Roather, Mark, „Abeceda prediktivní údržby,“ *Řízení & údržba průmyslového podniku*, č. 1, pp. 34 - 36, září 2008.
- [19] Stuchlík, Vladimír; Poprocký, Roman; Rakyta, Miroslav; Grenčík, Juraj, *Navrhovanie procesov údržby*, Žilina: Edis, 2017, ISBN 978-80-5541-315-0.
- [20] Izák, Jakub, „*Dokumentace - Hydraulický pohon Hz 24*,“ ARGO-Hytos, Protech s.r.o., Vrchlabí, 2014.
- [21] Nakajama, Seichi, *Introduction to TPM. Productivity Press*, Cambgridge, USA: Inc. Cambridge, 1988, ISBN-10:0915299232, ISBN-13:978-0915299232.
- [22] Rakyta, Miroslav, „*Údržba ako zdroj produktivity*,“ Žilina: GEORG knihárstvo a tlačiareň, 2002, ISBN 80-968324-3-3.
- [23] Asset Management, „*Vše o průmyslu*,“ 2 říjen 2017, TRADEMEDIA, International. [Online]. Dostupné z: <http://www.vseoprmyslu.cs/udrzba-a-diagnostika/asset-management/prediktivni-vs-preventivni-debata-a-budoucnost.html>. [Přístup získán 20 únor 2020].

Příloha č. 1

Popis oprav hlavního zařízení biomasového kotle

➤ *Zavážecí lis*

Zavážecí lis se nachází pod denním skladem paliva a štěpka se přesouvá pomocí zavážecích tyčí do vnitřního prostoru zavážecího lisu. Proti přeplnění a vyprázdnění je prostor zavážecího lisu hlídán ultrazvukovou sondou. Odtud se palivo tlačí suvnými tyčemi přes zavážecí hubici do kotle. Zavážecí lis prochází z venkovní části do vnitřní části kotelny. Na *obrázku 3-6* je zavážecí lis označen písmeny a čísly *Z1_08*. V zadní části zavážecího lisu jsou hydraulické válce, které tlačí palivo do kotle. *Obrázek Příloha č. 1-1* ukazuje opotřebení hrotů klínů pro posun paliva do kotle.

- Zavážecí lis má dvojí funkci [8]:
 - zabezpečuje dopravu paliva od denního skladu paliva HV 10 přes chlazený vstup paliva na rošt kotle,
 - v klidové poloze píst lisu tvoří požární clonu proti prošlehnutí plamene z šachty do dopravní cesty paliva.
- Skládá se [8]:
 - z dopravního žlabu na zadní straně opatřeného konzolami hydraulických válců,
 - z přední části, ve které je uzavřená skříň opatřená kanály pro omezení přísávání vzduchu a trubicemi automatického hašení, skříň je zakončena přírubou pro připojení na šikmý chlazený tunel – vstup paliva na rošt spalovací komory,
 - z dvojice suvných tyčí s klínovými unášeči, která je každá poháněna trojicí hydraulických válců.



Obrázek Příloha č.1-1 Hroty zavážecího lisu [autor]

Příprava pro opravu zavážecího lisu

- Vytvořit plán oprav
- Vytvořit harmonogram oprav
- Připravit plán oprav pro pracovníky SÚ
- Provést školení z PO a BOZP
- Sepsání rizik oprav zavážecího lisu
- Nakoupit materiál pro opravu
- Výroba náhradních dílů
- Kontrola a oprava náradí na opravu

Postup při opravách

Provést opravu klínových unášečů přeplátováním novými deskami. Provést kontrolu ložné plochy zavážecího lisu a opravit poškozené části ložné plochy vyříznutím ocelového dna a vsazením nové desky, zavařit po celé délce a zabrousit úhlovou bruskou svár do hladka. Provést opravu poškozených táhel vyvařením a zabroušením. Zkontrolovat přepadovou hranu žlabu denního skladu paliva, přeplátování novými plechy, provést svary po celé délce přepadové hrany tak, aby štěpka nemohla vniknout mezi starý a nový plech. Provést opravu vnitřní části uzavřené části zavážecího lisu přeplátováním poškozených částí, zavaření plátů. Provedení nátěrů.

Pro pracovníky strojní údržby platí, že budou postupovat podle zhotovených pracovních postupů, také budou dodržovat časový plán oprav a koordinátor a vedoucí údržby je budou kontrolovat podle harmonogramu. Všichni pracovníci se budou řídit plánem rizik, se kterým budou seznámeni před zahájením oprav. Svými podpisy potvrdí, že rozuměli plánu rizik a budou ho dodržovat.

➤ *Posuvný rošt*

Posuvný rošt se nachází ve vnitřním prostoru kotle zobrazený na *obrázku 3-6* pod ohništěm – číslo 2. Posuvný rošt je rozdělený na čtyři pásma, pod které se vhání primárním ventilátorem vzduch podle potřeby hoření paliva. Na posuvný rošt se ze zavážecí hubice tlačí palivo na posuvný rošt nad první pásmo, kde se štěpka vysouší, poté se posouvá nad druhé pásmo, kde již palivo hoří, nad třetím pásmem dřevní štěpka dohořívá a nad posledním čtvrtým pásmem se z aktivního paliva stává popel a škvára, která padá do výsypky a z výsypky se dostává do popelového kontejneru.



Obrázek Příloha č.1-2 Pohyblivý vozík roštu[autor]



Obrázek Příloha č.1-3 Rošt kotle [autor]

Posuvný rošt kotle je nejvíce exponovaným zařízením, namáhaným na teplo a na obrus bočního plátování, tzv. kachlí chránící vyzdívku. Na *obrázku Přílohy č. 1-3* jsou kachle patrné u stěny vyzdívky na kraji roštu. Rošt se pohybuje na pohyblivých vozících pomocí hydraulických válců, umístěných na vnější boční části. Na *obrázku Přílohy č. 1-2* je vidět spodní část roštu s pohyblivým vozíkem, který se pohybuje v kloubech spojenými čepy.

Příprava na opravu posuvného roštu

- Příprava plánu opravy roštu
- Vypracovat harmonogram prací
- Provést diagnostiku roštu a podroští
- Vyhodnotit závěry z diagnostiky
- Sepsat plán rizik
- Projednat plán BOZP
- Objednat náhradní díly u výrobce
- Nakoupit materiál
- Seznámit pracovníky s opravou roštu

Postup při opravách

Při diagnostice roštu je určeno, které části roštu se vymění, a které stačí opravit. Pro kontrolu a opravu posuvného vozíku se musí odstranit roštnice a sestoupit do podroští. Zde se musí provést kontrola uchycení pohyblivých částí posuvného vozíku, provést kontrolu vyhrnovacího vozíku popele a opravit poškozené části. Provést uříznutí označených horních částí poškozených kachlí na boku roštu a navařit nové kachle. Zabrousit sváry. Vyměnit poškozené roštnice a sesadit rošt. Proveďte se kontrola funkčnosti roštu. Je zkontrolován i vnitřní prostor zavážecí hubice paliva, poškozené části opraveny. Při provozu kotle je namáhána žárem i výsypka roštu, která je vyrobená z ocelových plátů a vysokou teplotou trpí a deformuje se. Poničené části výsypky vyřezat a nahradit novými částmi kotlového plechu tloušťky 3 mm. Provést kontrolu funkčnosti celého roštu.

Oprava roštu a celého podroští je velmi náročná a namáhavá práce, kterou musí vykonávat větší počet pracovníků. Na opravu je vyčleněn tým opravářů v počtu 4 zkušených pracovníků, kteří mají zkušenosti s opravou takového zařízení. Pro firmu OT, a.s. to znamená nasmlouvat si opět odbornou firmu, pro kterou budou platit stejné podmínky jako pro kmenové pracovníky strojní údržby. Po ukončení práce na roštu a podroští se firma podílí na dalších předem domluvených opravách biomasového kotle K4.

➤ *Dopravníky pro úletový popel a svodky pro roštový popel*

Dopravníky popele slouží k vyhrnování spáleného paliva z dohořivací komory kotle, ale i z odděleného výměníku, multicyklonu, elektrofiltru a ostatních popelových tras. Konstrukčně jsou dopravníky popele vyrobeny jako uzavřená skříň, ve které se pohybuje pomocí převodovky a motoru spirála. Venkovní provedení dopravníků jsou zkonstruovány z dvojitého pláště, kudy prochází teplá voda a chrání vyhrnovaný popel v zimním období před zamrznutím.

Při běžných kontrolách biomasového kotle je zřejmé, že vyhrnovače popele s označením Dp 34.1 a Dp 34.2, zabudované na nejnižším místě kotle, trpí při provozu zařízení na maximální výkon stejným způsobem jako rošty. Stává se, že palivo není dokonale vyhořelé a sálá ještě v dopravnících popela. Na *obrázku Přílohy č. 1-4* je ukázka jakým způsobem jsou vyhrnovače po odjetí 20 000 provozních hodin zdeformované, a proto musí se vyměnit.

Svodky pro roštový popel mají za úkol rozrušovat nahromaděnou strusku ze spalovací komory a při postupném otevírání, zavírání a přesouvání svodek padá vyhořelé palivo přímo do kontejneru. Svodky jsou namontované před dopravníky pro úletový popel. Jsou zkonstruované nad sebou vždy po dvou kusech a otevírají se postupně. Nejprve se otevrou horní svodky, poté

se uzavřou. Mezi svodkami hydraulická vyhrnovací lišta, která se pohybuje zleva doprava a rozrušuje velké kusy škváry. Poté se otevřou spodní svodky a popel se vysype do kontejneru. Celý postup se několikrát opakuje. Svodky se pohybují pomocí hydrauliky. Svodky roštového popele trpí vysokou teplotou stejně, jako dopravníky úletového popele. Rozdíl je pouze v tom, že svodky jsou vyrobené z kvalitní kotlové oceli třídy P265GH, proto vydrží větší tepelné namáhání. Při výměně dopravníků popele je potřebné zkontrolovat i zařízení svodek a jejich funkčnost.



Obrázek Příloha č.1-4 Deformace šneku dopravníku popele[autor]

Příprava na výměnu dopravníků popele

- Vytvoření plánu prací
- Vytvoření harmonogramu
- Příprava plánu výměny dopravníků a svodek
- Školení pracovníků z BOZP
- Soupis rizik
- Objednání NDM
- Kontrola nářadí
- Určení pracovníků na výměnu dopravníků

Postup při výměně dopravníků popele

Pod dopravníky popele je vsunut kontejner, do kterého se popel ukládá a při naplnění se kontejner vyváží. Pro výměnu dopravníků se kontejner vyveze a na jeho místo se postaví lešení. Provede se odpojení motorů a převodovek. Převodovky se ve spojce odpojí od šneků dopravníků a provede se jejich demontáž. Poté se demontuje krátký dopravník popele s označením Dp 34.2 se zpětnou klapkou. Provede se demontáž příčného dopravníku popele Dp 34.1. a očistí se dosedací plochy. Oba dopravníky se odstraní z lešení. Usadí se příčný dopravník popele pomocí řetězových zvedáků, do otvorů v přírubách se nasadí šrouby a mezi příruby se vsune ucpávková šňůra. Kolem dokola se dotáhnou šrouby. Stejný postup se uplatní

i u krátkého dopravníku. Provede se zpětná montáž převodovek, připojí se spojky, zapojí se motory a vše se odzkouší.

Pracovníci se přesunou pod svodky roštového popele a zkontrolují funkčnost svodek a vyhrnovací lišty. Provedou opravu poničených částí. Poté provedou kontrolu opláštění svodek, funkčnost hydraulických válců a těsnost olejového potrubí. Nakonec se odstraní lešení a zpět se vsune kontejner.

Opravu a kontrolu provedou pracovníci SÚ.

➤ *Převodovky dopravníků popele*

Převodovky dopravníků popele jsou choulostivá zařízení, která mají za úkol převádět točivý moment z motoru na šneky dopravníků. V celém prostoru biomasové kotelny je 8 převodovek pro pohon podavačů, z toho se nacházejí dvě převodovky vně kotelny pod elektrofiltrem. Problém nastává u podavačů, které jsou v šikmém uložení a popílek má snahu se dostat přímo mezi ozubená kola převodovky. I když jsou převodovky chráněné pryžovými kroužky (gufera) proti vniknutí cizích těles do vnitřního prostoru převodovky, je míra obrusu popílku u šikmých dopravníků tak veliká, že i přes ochranný prvek se popílek může dostat do vnitřních prostor. Ozubená kola jsou v převodovkách vyrobená ze slitiny mosazi a snadno se obrousí. Převodovka poté již neplní svou funkci. Na *obrázku Přílohy č. 1-6* je ukázka zanesení vnitřní plochy převodovky po vniknutí popele přes gufero.



Obrázek Příloha č.1-5 Převodovka dopravníku popele – zanesení popelem[autor].

Příprava na kontrolu a opravu převodovek

- Vypracování postup práce
- Vypracování harmonogram
- Provést školení pracovníků
- Vypracování soupisu rizik
- Sepsání „BS“ příkazu a příkazu „B“ elektro
- Kontrola nářadí
- Nákup NDM

Postup při kontrole a opravě převodovek

Motory převodovek se odpojí od elektrického napětí a zajistí se vypnutím jističů. Připraví se „BS“ příkaz a „B“ příkaz elektro, kde je popsán postup zabezpečení zařízení pro opravu a seznámí se s příkazy dotyční pracovníci. Po podpisu příkazů údržbáři provedou odpojení motorů od převodovek a převodovky od šneků dopravníků. Vyjmou se staré pryžové kroužky a vnitřní prostor převodovek se vyčistí. Ozubená kola se promažou, dolije se olej ke kontrolnímu otvoru a nasadí se nová gufera. Převodovka se nasadí na hřídel spirály dopravníku, a nakonec se namontuje motor. Motor se zapojí a odjistí. Převodovky se odzkouší. Odepíše se „B“ příkazy a zařízení se předá obsluhám do provozu.

Kontroly a opravy převodovek se bude provádět v rámci strojní údržby OT, a.s. pokud bude převodovka v takovém stavu, že nebude možné ji dále provozovat, vymění se za novou. Proto bude nutné před opravou a kontrolou mít nové převodovky v rezervě na skladě. Oprava či výměna převodovek nepředstavuje specializovanou práci, a proto ji mohou vykonávat kmenoví pracovníci.

➤ *Spalinový a vzduchový ventilátor*

Spalinový (někdy také kouřový) ventilátor (SV) pomáhá odtahovat spaliny ze spalovací komory, a navíc vytváří v kotli podtlak, který nedovolí spalinám unikat do kotelny. Spalinový ventilátor je na *obrázku 3-6* pod označením Sv 07. Spaliny prochází přes elektrofiltr, kde se z kouře odloučí pevné částice a pokračují přes ventilátor do komína. Při správné funkčnosti EF a SV musí z komína odcházet pouze bílý kouř, zbavený veškerých nečistot.

Vzduchový ventilátor – označovaný také jako primární ventilátor, vhání pod rošt kotle vzduch pro podporu spalování. Vzduchový ventilátor je na *obrázku 3-6* označen jako Vl 16. vzduchový ventilátor odebírá vzduch z horní části kotle a částečně ho přimíchává s odebraným vzduchem za kouřovým ventilátorem a zpět ho vhání pod rošt.

U ventilátorů se nejčastěji měří chvění v ložiskách a usazení spojky mezi motorem a ventilátorem. Při posledním měření přístrojem VIBER X2 bylo zjištěno chvění nad přípustné hodnoty. Pro opravu kotle byla oslovena specializovaná firmy, která se zabývá výrobou a opravou vzduchotechniky na výměnu ložisek, kontrolu a očištění ventilátorů a kontrolu elektrofiltru. Po ukončených opravách se od firmy dostaví technik, který provede měření ložisek a seřídí spojky. Z výsledného měření vystaví protokol a potvrzení, že opravené zařízení je schopné dalšího provozu. Na *obrázku Přílohy č. 1-5* je ukázka vystaveného protokolu. Specializovaná firma vystaví i záruční protokol. Ve většině případů se záruka poskytuje na půl roku až jeden rok.

Příprava na opravu spalinového a vzduchového ventilátoru

- Výběr specializované firmy na opravu
- Vytvoření harmonogramu
- Sepsání smlouvy s firmou
- Předání pracoviště na opravu
- Školení pracovníku specializované firmy
- Vytvoření soupisu rizik
- Objednání NDM
- Převzetí vykonané práce, kontrola

		ZVVZ-Enven Engineering, a.s. Sažinova 1339 399 01 Milevsko		Číslo protokolu/Protocol Number: 1	
PROTOKOL O MĚŘENÍ CHVĚNÍ- RADIÁL.VENTILÁTOR PROTOCOL - MEASURING OF VIBRATIONS- RADIAL. FAN					
Akce: Deal: T.P.OSTROV n. OHŘÍ		Číslo zakázky:OM2017603 Number of order:		Zákazník:T.P. Customer: OSTROV n. OHŘÍ	
Typ měř.zař./Type of measuring instrum.: SPALINOVÝ VVS1120		Výr.číslo/Product.number: Projekční značení/ Projection marking: K 4		Počet otáček/speed: 1465	
Uložení: Bedding: P		Klas.tř.: Classification: 6		Výkon elmotoru/ Output of motor: 55 KW	
Měření provedeno VIBROMETREM: Measured by VIBROMETER: SCHENCK					
Pásma klas.třidy/Band of classification:				Rozsah v mm/s: Range in:	
A - velmi dobrý stav/very good: B - přípustný provozní stav/admissible for operation: C - přechodně přípustný stav/temporary admissible: D - nepřípustný stav/inadmissible:				Měřeno při 79%výkonu vent.	
NAMĚŘENÉ HODNOTY/READ MEASURED VALUES					
Místo měření: Measuring place of vibration:		Radiální/Radial		Axiální/Axial	
		horizontální: Horizontal:	vertikální: Vertical:		
		mm/s	mm/s	mm/s	
VENT. FAN	ložisko u spojky Coupling bearing (vnější ložisko) Outside bearing	0,4	0,8	0,5	
	ložisko u OK Rotor bearing (vnitřní ložisko) Inside bearing	0,7	0,8	0,4	
MOTOR	ložisko u spojky Coupling bearing	0,5	1,1	0,8	
	zadní ložisko Rear bearing	0,5	1,7	0,9	
Potvrzujeme že výsledek výše uvedených kontrol je-není ¹⁾ ve shodě s výrobní dokumentací We hereby confirm that the result of the test is-is'nt ¹⁾ in accordance with production documentation					
Datum/Date: 22.2.2020		Jméno/Name: Dolejší		Podpis/Signature: 	
		ZVVZ-Enven Engineering, a.s. Sažinova 1339, 399 01 Milevsko IČ: 25696882, DIČ: CZ25696882 REALIZACE STAVEB 4			

1) Nehodící se škrtně/cross out what does not apply

Obrázek Příloha č.1-6 Protokol měření chvění ložisek KV K4 [6].

Postup při výměně ložisek spalinového a vzduchového ventilátoru

Oba dva ventilátory se odpojí od spojek motorů. Odstraní se přední část nasávání ventilátorů a celá oběžná kola se vysunou pomocí stahovacích třmenů z hřídelí a kola se vyjmou ze spirálních skříní. Poté se demontují horní části ložiskových domků. Uvolní se jazýčky zajišťovacích podložek na zářezu matic, matice se vyšroubují. Kuželová pouzdra se uvolní na hřídelích a ložiska SKF 22213 K a SKF 22217 K se vysunou z hřídelí. Po očištění hřídelí se nasunou nová ložiska s kuželovými pouzdry a maticemi se zajišťovacími podložkami, vše se usadí do nových ložiskových domků a matice se dotáhnou, po překontrolování správnosti usazení ložisek se matice zpětně zajistí jazýčkem na zajišťovací podložce. Očistí se vnitřní prostor spirálních skříní a oběžná kola ventilátorů. Oběžná kola se vrátí zpět do spirálních skříní a nasunou se na hřídele. Na příruby se nalepí ucpávková šňůra. Nasadí se přední nasávací část spirálních skříní a dotáhnou se šrouby. Provede se sesazení spojek a provede se změření správnosti sesazení. Odkouší se oba ventilátory, a přitom se změří chvění ložisek. O všem se provede zápis a vystaví se protokol.

Specializovaná firma si veškeré pracovní postupy vypracuje sama a nechá si je schválit u objednavatele. Materiál i NDM si také zajišťuje a na opravu ventilátorů je použije. Pro správnost postupů oprav je firmou OT, a.s. domluven koordinátor, který ručí za kvalitu odvedené práce. Firma si také vede montážní deník, který předkládá k podpisu koordinátorovy.

➤ *Elektrofiltr*

Pro kvalitní vyčištění kouřových spalin je vedle kotle vybudováno zařízení, přes které prochází kouř a kde se ve větší míře odlučují částice, které jsou škodlivé pro životní prostředí. Elektrofiltr (EF) pracuje na bázi elektrod, kdy jedna deska je kladně nabitá a druhá záporně. Částice spalin se usazují na deskách a po určité době se desek uvolní nalepené částice oklepem. Pevné části spadnou do výsypky odlučovače a šnekovými dopravníky se odvedou do kontejneru. Na *obrázku 3-6* je elektrofiltr pod označením Ef 37.

Při maximálním výkonu kotle jsou spaliny značně horké a desky elektrofiltry trpí teplotní deformací. Při provozu není možné vnitřní prostor odlučovačů zkontrolovat, pouze se dá odhadovat podle velikosti proudu, zda zařízení pracuje podle výkonu kotle, nebo je již poškozen a je nutná jeho oprava. Při kontrolách a opravách biomasového kotle se kotel musí odstavit a zde je možnost provést kontrolu u EF.

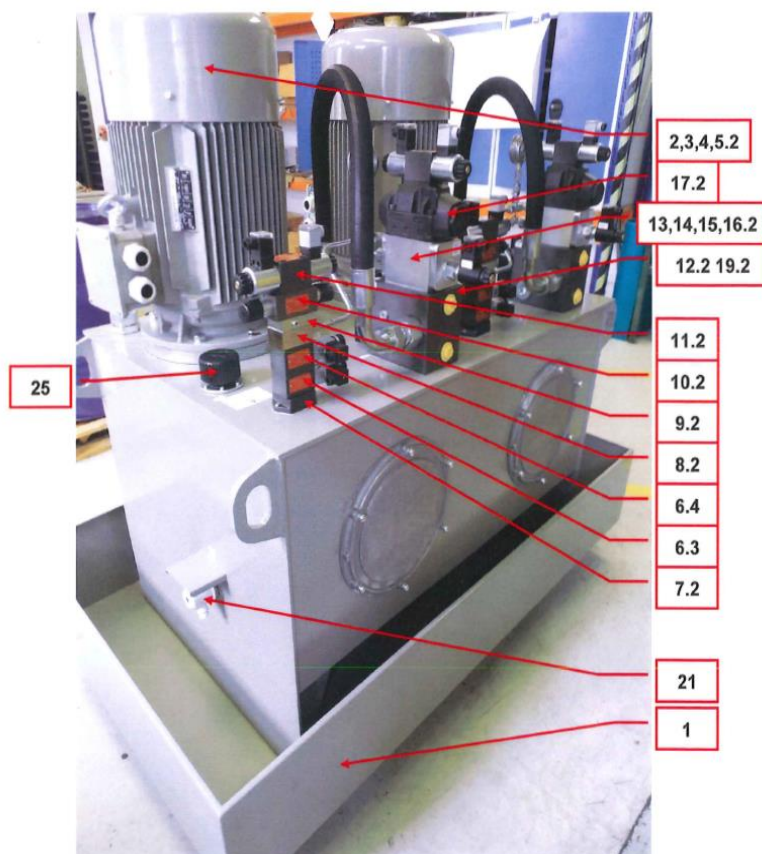
Postup při kontrole EF

EF se odpojí od elektrického proudu a zajistí se. Otevřou se vstupy do odlučovače a provede se zkratování ocelovým lankem. Očistí se desky elektrod a provede se kontrola jejich desek. Poté se zkontrolují oklepy a uchycení sršících tyčí. Očistí se konstrukce a zkontroluje se, zda nejsou poničené vysokou teplotou. Očistí se a zkontrolují se izolátory. Provede se oprava poničených částí a odkouší se funkčnost odlučovače. Odpojí se zkratování a uzavřou se vstupy. Zapojí se elektrický proud a elektrofiltry jsou schopny dalšího provozu.

Pro kontrolu tohoto složitého zařízení se opět nasmlouvá specializovaná firma, která má oprávnění provádět zásahy na daném zařízení. Firma bude ta, která provede opravu ventilátorů kotle. Platí tudíž pro ni stejné zásady, které již byly uvedeny.

➤ *Hydraulické pohony a hydraulické válce*

Nachází se v přízemí kotelny a dopravují olej do hydraulických válců. Hydraulické válce posouvají pomocí vyhrnovacích žebříků palivo do kotle, nebo pohybují roštovými vozíky. Hydraulické pohony jsou v kotelně čtyři, jeden pro pohon hydraulických válců denního skladu paliva, druhý pro hydraulické válce zavážecího lisu, třetí pro válce pohonu vozíků roštu a poslední pro hydraulické válce pohonu uzavírací desek. Na obrázku Přílohy č. 1-7 je znázorněn hydraulický pohon zavážecího lisu. Jedná se o složité a důležité zařízení. K němu se váží i přídatné komponenty jako jsou hydraulické hadice, trubky, spojky. Hydraulické pohony přepouštějí zjednodušeně olej do hydraulických válců a obráceně. Vždy dle potřeby.



Legenda:

1. Havarijní vana
2. Regulační píst
3. Náhon hydrogenerátoru
4. Spojka
5. Elektromotor
6. Tlakový spínač
7. Připojovací deska
8. Blok
9. Krycí deska
10. Pojistný ventil
11. Elektromagnet. rozváděč
12. Řadová deska
13. Mezideska
14. Sedlový ventil
15. Pilot ventil
16. Škrťací ventil
17. Elektrohydraul. rozváděč
19. Přepouštěcí ventil
21. Topné těleso
25. Plnicí zátka

Obrázek Příloha č.1-7 Hydraulický agregát [20].

Dalším zařízením vztahujícím se k hydraulickým pohonům jsou hydraulické válce. Jak již bylo dříve zmíněno, hydraulické válce jsou napojené na vyhrnovací žebříky, tlačné tyče, roštové vozíky a uzavírací či vyhrnovací desky dopravující palivo do kotle, či pomáhající vyhrnout vyhořelé palivo z kotle do kontejneru.

Při posledních kontrolách byl při provozu hydraulických pohonů zjištěn únik oleje kolem motorů agregátů a také provést kontrolu hydraulických hadic. Hadice jsou pryžové a za určitý čas degradují, navíc se v nich tvoří tlak až 15 MPa. Hadice se po čase nafukují a hrozí jejich prasknutím.

Dále se provádí pravidelná kontrola hydraulických válců zavážecího lisu. U hydraulických válců nastává problém úniku oleje kolem pístních tyčí, vlivem poškození pístních kroužků. Při pravidelných kontrolách bylo zaznamenáno vnikání štěpky do vnitřních prostor zavážecí

lopaty, kde se nachází pracovní prostor hydraulických válců. Při další práci pístnic se štěpka, která obsahuje i malé procento lesní hrabanky, zeminy nebo kamínků, tře o pracovní plochu pístnice a zanechává na povrchu vrypy, ty způsobují unikání oleje z pracovního prostoru hydraulického válce. *Obrázek Příloha č. 1-8* ukazuje otevřený vnitřní prostor zavážecí lopaty, kde je vidět natlačená štěpka, která se do vnitřních prostor dostává ze zadní otevřené strany. Pro údržbu je složité vyčistit vnitřek lopaty, štěpka se totiž zhutní pohybem pístnic do takové míry, že je nutné použít i sekáčů pro její uvolnění. Pístnice se proto narušit i nechtěným seknutím do jejího povrchu.



Obrázek Příloha č.1-8 Vnitřní prostor zavážecích lopat[autor].

Dodavatel kotle namontoval hydraulické válce s pístnicemi pouze povrchově chromované. Na dotaz přímo výrobce, zda by mohl dodat pístnice povrchově kalené, bylo sděleno, že vyrábí také indukčně kalené pístnice, které se dodávají i do namáhaných částí stavebních strojů a záleží vždy na zákazníkovi, které pístnice si objedná. Pro výměnu hydraulických válců budou objednány válce s indukčně kalenou povrchovou úpravou pístnic.

Příprava na opravu hydraulických pohonů a válců

- Výběr specializované firmy
- Vytvoření harmonogramu
- Sepsání smlouvy
- Školení pracovníků specializované firmy
- Předání pracoviště
- Průběžná kontrola prováděné práce
- Převzetí pracoviště a vykonané práce
- Konečná kontrola hotové práce

Postup při opravě hydraulických pohonů a válců

Motory se odpojí od elektrické energie a zajistí se. Napíše se příkaz „B“ stojní a nechá se seznámit a podepsat pracovníky specializované firmy. Provede se kontrola hydraulických

pohonů. Vypustí se starý olej a naleje proplachový olej a agregát se zapne. Po propláchnutí vnitřních prostor se proplachový olej vyleje, vnitřní prostor se vyčistí a naleje se nový olej. Vyhledá se únik oleje pod motory a provede se přetěsnění. Zkontrolují se hadice hydraulických pohonů. Pokud je některá poničená, vymění se za novou hadici.

Provede se výměna hydraulických válců zavážecího lisu. Hadice se odmontují od hydraulických válců. Otevře se víko vnitřního prostoru zavážecí lopaty a vysunou se čepy pístnic. Poté se odstraní čepy ustavujících kostek a z kostek se vysunou čepy hydraulických válců. Starý válců se odstraní. Obráceným způsobem se namontují nové hydraulické válce s indukčně kalenými pístnicemi. Uzavřou se víka a zavážecí lopaty se odzkoušejí.

Pro práci s hydraulikou je objednaná specializovaná firma, která má s hydraulickým zařízením bohaté zkušenosti. Pro práci s hydraulikou je specifická ochrana životního prostředí, proto se musí pracovat oleji opatrně, aby nedošlo k úniku hydrauliky do vody nebo do země. Specializovaná firma musí vlastnit certifikát pro nakládání s nebezpečnými látkami.

➤ *Zpětná a uzavírací klapka*

Zabudované v horkovodním potrubí nedovolí kapalině vratný pohyb při vypnutých čerpadlech, nebo pomáhají při uzavírání média v potrubí v dalším proudění. Při běžných odstávkách kotle se ukázala nefunkčnost jak zpětné klapky (ZK), tak i uzavírací klapky, která je umístěná přímo nad ZK.

Příprava na výměnu ZK a uzavírací klapky

- Vypracování harmonogramu
- Vypracování postupu prací
- Vypsání strojního „B“ příkazu
- Školení pracovníků z BOZP
- Návrh plánu na výměnu klapky
- Nákup NDM
- Kontrola nářadí

Postup při výměně ZK a uzavírací klapky

Při výměně klapky je nutná odstávka kotle z důvodu vypuštění horké vody ze systému. Po odstavení a vychlazení kotle se horká voda ze systému vypustí. ZK se vyjme z pozice, příruby se očistí na dosedacích plochách a vystřihne se těsnění. Vsune se nová ZK, nasadí se těsnění a dotáhnou se šrouby. Poté se provede výměna uzavírací klapky. Postup se opakuje jako u ZK. Výměna obou klapky není složitá a nezabere mnoho času. Výměnu provedou pracovníci SÚ.

Příloha č. 2

Rozpis prací

pozice	Rozpis prací na řízenou opravu hlavního zařízení biomasového kotle s označením K4	poznámky
	<i>Popelové cesty</i>	
1.	<u>Výměna dopravníků popele Dp 34-1 a Dp 34-2</u>	
	Vyjetí veškeré škváry a popele z popelových cest	provést před odstávkou
	Montáž lešení pod dopravníky popele	provedou pracovníci PoP
	Odpojení kabelů motorů od elektrické energie	provedou pracovníci EÚ
	Demontáž převodovek a motorů od šneků dopravníků popele	
	Demontáž dopravníku popele Dp 34-2	
	Demontáž dopravníku popele Dp 34-1	
	Oprava uchycení skříně dopravníku popele Dp 34-1	
	Montáž nového dopravníku popele Dp 34-1, vsazení těsnění	
	Montáž nového dopravníku popele Dp 34-2, vsazení těsnění	
	Montáž převodovek a motorů ke šnekům dopravníků popele	
	Připojení kabelů motorů šneků dopravníků popele	provedou pracovníci EÚ
	Kontrola provedené práce	
2.	<u>Kontrola a oprava uzávěrů škváry a výsypky</u>	
	Vyjetí veškeré škváry z kotle	provést před odstávkou
	Kontrola desek uzávěrů škváry	
	Oprava poničených desek	
	Kontrola výsypky popele	
	Oprava poničených částí výsypky	
	Demontáž lešení v prostoru popelového hospodářství	provedou pracovníci PoP
	Kontrola provedené práce	

	<i>Teplovodní filtry</i>	
3.	<u>Čištění filtrů teplovodního potrubí</u>	
	Uzavření armatur před a za filtry teplovodního potrubí	
	Otevření armatury vypouštění, vypustit horkou vodu	
	Otevření vík filtrů teplovodního potrubí	
	Demontáž filtrů	
	Vyčištění filtrů ocelovým kartáčem	
	Opětovné vsazení vyčištěných filtrů do tělesa filtru	vsazení těsnění
	Nasazení vík filtrů, dotažení šroubů	namazání šroubů
	Kontrola provedené práce	
	<i>Armatury kotle</i>	
4.	<u>Výměna zpětné a uzavírací klapky na potrubí teplovodu</u>	
	Vypuštění potrubí	provést před začátkem oprav
	Demontáž ZK z teplovodního potrubí	
	Očištění přírub, vystřížení nového těsnění - 2 ks	namazání těsnění
	Vsazení nové ZK do teplovodního potrubí, dotažení šroubů	
	Demontáž uzavírací klapky z teplovodního potrubí	
	Očištění přírub, vystřížení nového těsnění - 2 ks	namazání těsnění
	Vsazení nové uzavírací klapky do tepl. potrubí, dotažení šroubů	
	Kontrola provedené práce	
	<i>Hydraulika kotle</i>	
5.	<u>Výměna hydraulických válců zavážecího lisu</u>	
	Demontáž hydraulických hadic	
	Demontáž jednotlivých hydraulických válců	
	Opětovná montáž nových hydraulických válců	

	Montáž hydraulických hadic	
	Dolítí oleje do hydraulického agregátu	hydraulický olej
	Kontrola provedené práce	
6.	<u>Oprava vnitřního prostoru zavážecího lisu</u>	
	Vyjetí veškeré štěpky z prostoru zavážecího lisu	provést před začátkem oprav
	Vyčištění vnitřního prostoru zavážecího lisu	provedou pracovníci PoP
	Oprava hrotů táhel zavážecího lisu	svářečí dozor
	Navareni nového otěrového plechu na šikminu lisu	svářečí dozor
	Oprava bočního oplechování zavážecího lisu	svářečí dozor
	Kontrola a oprava spodní desky zavážecího lisu	svářečí dozor
	Kontrola provedené práce	
7.	<u>Oprava vnitřního prostoru denního skladu paliva</u>	
	Vyjetí veškeré štěpky z prostoru denního skladu paliva	provést před začátkem oprav
	Demontáž opotřeбенých dílů denního skladu	svářečí dozor
	Montáž nových táhel vyhrnovacího žebříku skladu	svářečí dozor
	Montáž nových hrotů mezi táhla vyhrnovacího žebříku skladu	svářečí dozor
	Navareni vodících ok táhel	svářečí dozor
	Navareni tvrdokovu na otěrové strany hrotů žebříku	svářečí dozor
	Kontrola hydraulických vyhrnovacích žebříků, čištění prostupů	
	Kontrola provedené práce	
8.	<u>Kontrola hydraulických agregátů</u>	
	Demontáž zátek agregátů, vypuštění starého oleje	
	Kontrola možného úniku oleje, přetěsnění vík	
	Vyčištění olejové vany agregátu, propláchnutí olejem	

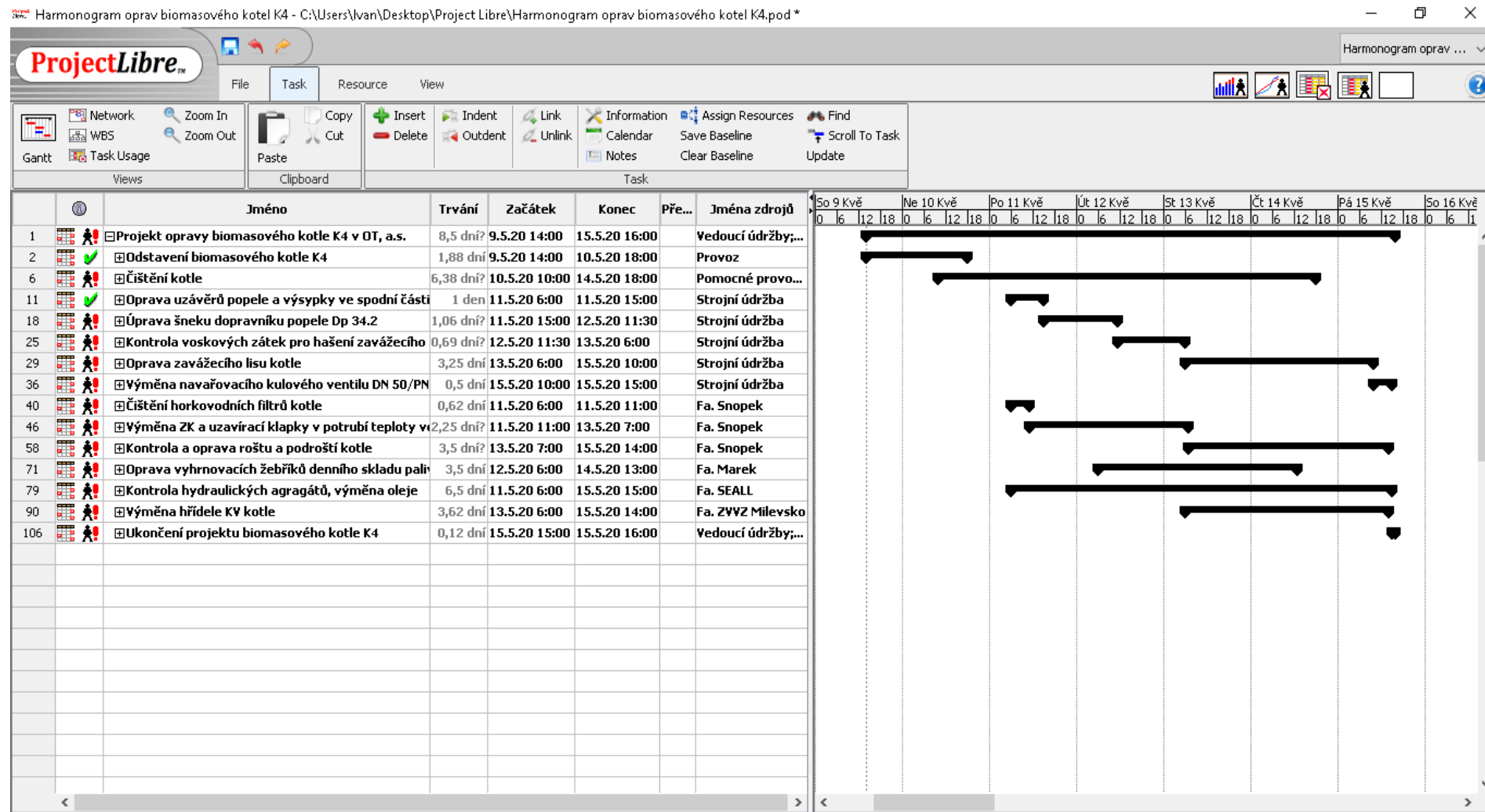
	Výměna vadných dílů agregátů	
	Nalítí nového oleje do agregátů	
	Odzkoušení agregátů	
	<i>Ventilátory a elektrofiltry</i>	
9.	<u>Kontrola ventilátoru primárního vzduchu</u>	
	Otevření krytu vstupu do ventilátoru, vyčištění	provést před zahájením oprav
	Demontáž krytu primárního ventilátoru	
	Demontáž ložiskových domků	
	Demontáž spojkových čepů	
	Demontáž oběhového kola ventilátoru	
	Demontáž starých ložisek	
	Vyčištění ložiskových domků od mazacího tuku	
	Montáž nových ložisek na hřídel ventilátoru	
	Montáž oběhového kola, vyvážení	
	Montáž celé hřídele s oběhovým kolem do spirální skříně ventilátoru	
	Výměna předního i zadního ložiska motoru ventilátoru	
	Montáž spojkových čepů do spojky ventilátoru	
	Vystředění spojky mezi hřídelí a motorem ventilátoru	
	Odzkoušení ventilátoru	
10.	<u>Kontrola spalínového ventilátoru</u>	
	Otevření krytu vstupu do ventilátoru, vyčištění	provést před zahájením oprav
	Demontáž krytu spalínového ventilátoru	
	Demontáž ložiskových domků	
	Demontáž spojkových čepů	

	Demontáž oběhového kola ventilátoru	
	Demontáž starých ložisek	
	Vyčištění ložiskových domků od mazacího tuku	
	Montáž nových ložisek na hřídel ventilátoru	
	Montáž oběhového kola, vyvážení	
	Montáž celé hřídele s oběhovým kolem do spirální skříně ventilátoru	
	Výměna předního i zadního ložiska motoru ventilátoru	
	Montáž spojkových čepů do spojky ventilátoru	
	Vystředění spojky mezi hřídelí a motorem ventilátoru	
	Odzkoušení ventilátoru	
11.	<u>Kontrola elektrofiltru</u>	
	Otevření vstupů do vnitřních prostor EF, chladič	provést před začátkem oprav
	Vyčištění vnitřních prostor EF	
	Kontrola a oprava oklepů EF	
	Kontrola a oprava sršících elektrod	
	Kontrola a oprava oklepových desek	
	Kontrola a oprava izolátorů EF	
	Kontrola a oprava ocelových konstrukcí EF	
	Uzavření vstupů do EF	
	Odzkoušení elektrofiltru	
	<i>Rošt a podroští</i>	
12.	<u>Kontrola roštu a podroští kotle</u>	
	Vychlazení kotle, vyčištění	provést před začátkem oprav
	Demontáž roštnic kotle	
	Kontrola pohyblivých částí vozíků roštnic, oprava poškozených částí	

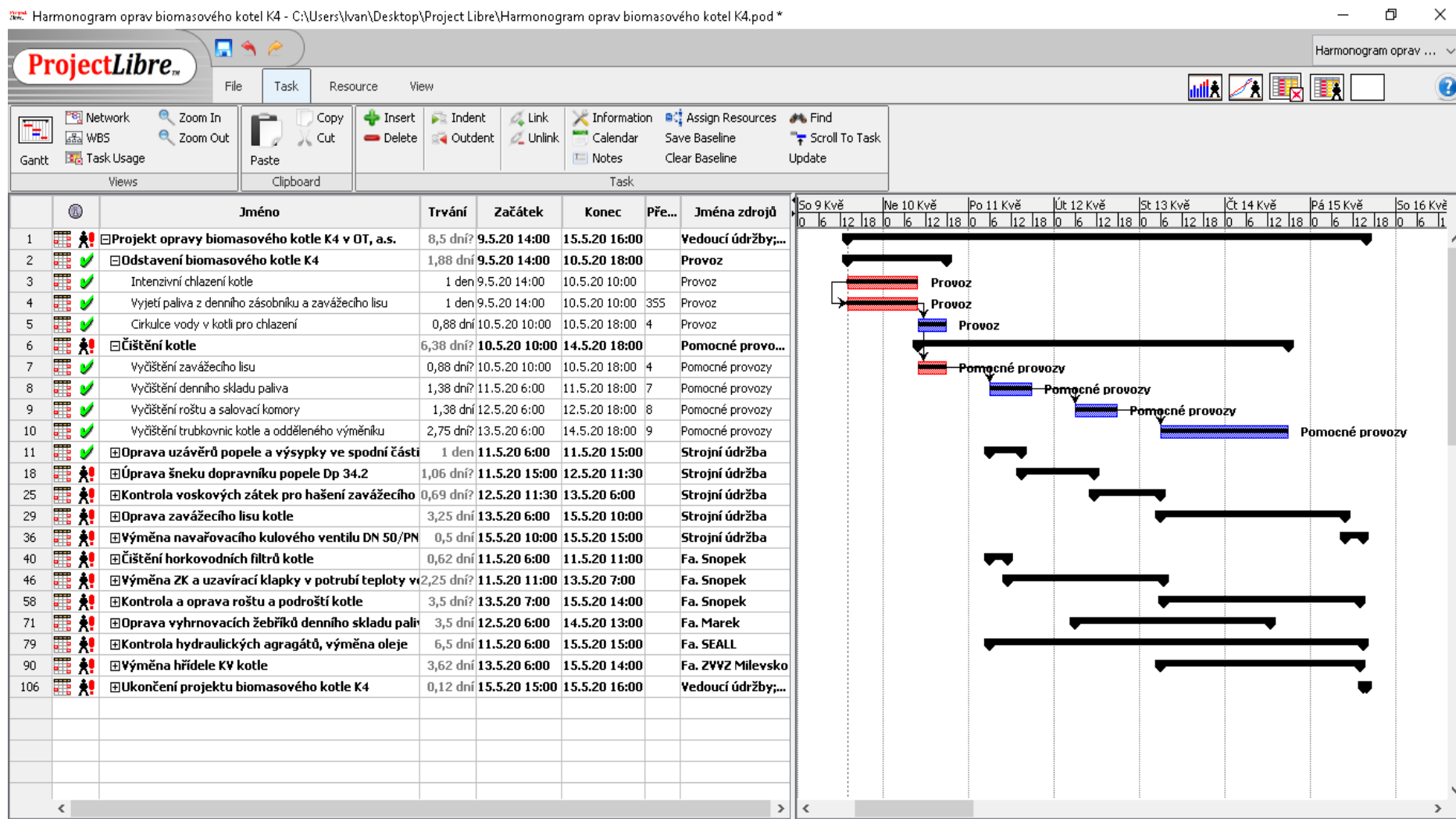
	Kontrola vyhrnovacího žebříku popele, oprava poškozených částí	
	Demontáž poškozených kachlí boku roštu, uříznutí horních částí	
	Navarování nových horních částí kachlí	svářecí dohled
	Montáž roštnic, výměna opotřeбенých roštnic za nové	
	Kontrola chodu roštu	
13.	<u>Kontrola a oprava zavážecí hubice štěpky do kotle</u>	
	Vyčištění zavážecí hubice od štěpky	provést před začátkem oprav
	Kontrola oplechování hubice	
	Oprava poničených částí hubice	
	Kontrola vnitřního prostoru zavážecí hubice	
	Oprava poničených vnitřních částí hubice	
	Provedení nátěru	
	Kontrola provedené práce	

Příloha č. 3

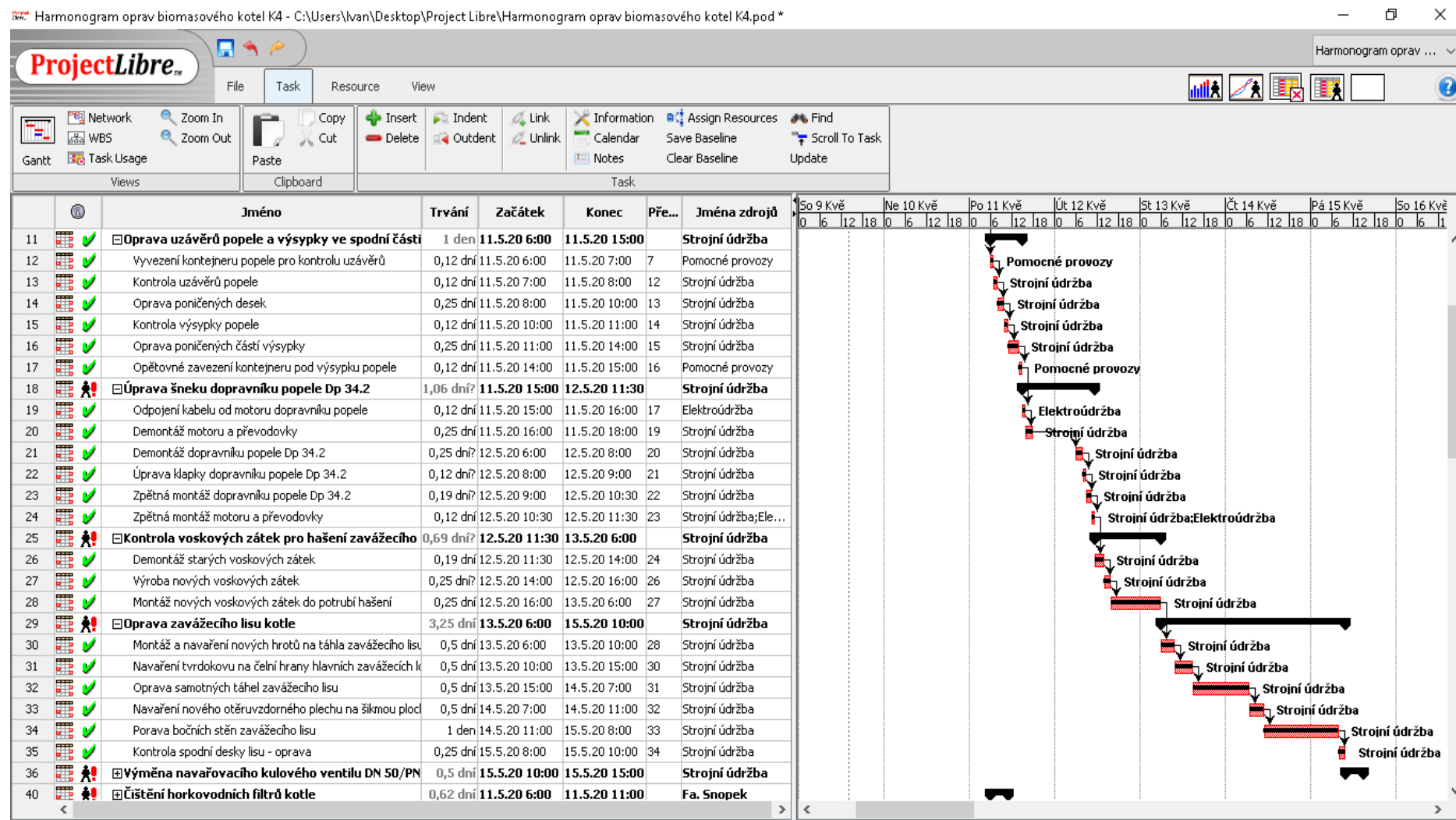
Ganttův diagram [16]



Ukázka základního rozdělení na skupinu úkolů

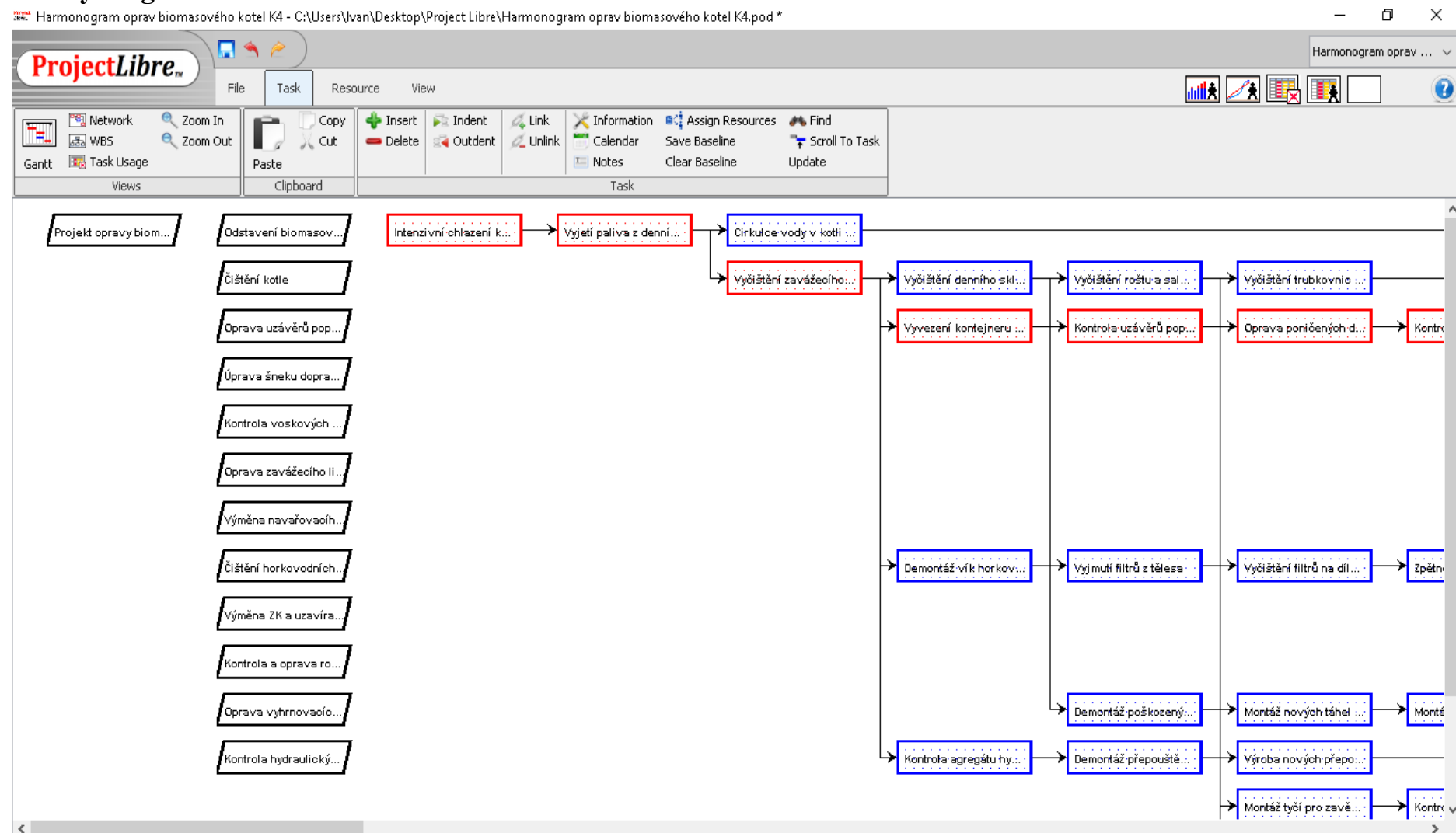


Ukázka části detailního rozpadu diagramu



Ukázka úkolů na kritické cestě

Sít'ový diagram



Ukázka síťového diagramu s úkoly na kritické cestě