

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Údržba ventilátorových mlýnů s ohledem na snížení nákladů

Autor: **Bc. Marek PAVLÍČEK**

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

Akademický rok 2016/2017

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Pavlíček	Jméno Marek	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 – Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Údržba ventilátorových mlýnů s ohledem na snížení nákladů		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	86	TEXTOVÁ ČÁST	67	GRAFICKÁ ČÁST	19
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce je zaměřena na vytvoření náhledu údržbových metod strojního zařízení a provedení analýzy stávajícího stavu údržbových zásahů ventilátorových mlýnů. Na základě navržených změn vedoucích k racionalizaci v údržbě a zavedení těchto změn do praxe je provedeno ekonomické zhodnocení.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>ventilátorový mlýn, MV67.16, strojní zařízení, kotel, údržba, TPM, mlecí deska, rohový pancíř, analýza, racionalizace, koordinace, pracovní příkaz</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Pavlíček	Name Marek	
FIELD OF STUDY	2301T007 – 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	Maintenance of fan mills with a view to cost reduction		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	86	TEXT PART	67	GRAPHICAL PART	19
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTOIN TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis is focused on the creation of a preview of the machinery maintenance methods and on the analysis of current state of the fan mills maintenance interventions. Economic evaluation is carried out based on the proposed changes leading to the rationalization of maintenance and on the implementation of these changes into practice.
KEY WORDS	ventilator mill, MV67.16, machinery, boiler, maintenance, TPM, grinding plate, corner armor, analysis, rationalization, coordination, work order

Poděkování:

Velice děkuji paní Doc. Ing. Janě Kleinové, CSc. za vedení mé diplomové práce a cenné rady. Dále chci poděkovat konzultantu panu Jaroslavu Havlovi, kolektivu oddělení koteln a vedení společnosti Elektrárna Tisová, a.s. za podporu při studiu.

Seznam obrázků

- [O1] TPM, obr. 1-1, str. 18.
- [O2] Elektrárna Tisová, obr. 2-1, str. 21.
- [O3] Mapa umístění Elektrárny Tisová, obr. 2-2, str. 21.
- [O4] Řez kotle G330 t/h, obr. 2-3, str. 25.
- [O5] Ohybový třídič - klapky, obr. 2-4, str. 29.
- [O6] SW AssetSuite, PassPort AS6 – Pracovní příkaz, obr. 2-5, str. 29.
- [O7] SW KPV – Registr zařízení, obr. 2-6, str. 30.
- [O8] Skříň ventilátorového mlýnu, obr. 2-7, str. 31.
- [O9] Mlecí desky v kole, obr. 2-8, str. 31.
- [O10] Rohový pancíř - nový, obr. 2-9, str. 32.
- [O11] Rohové pancíře - cca 600 hodin, obr. 2-10, str. 32.
- [O12] Graf - množství spáleného uhlí v letech 2013– 2015, obr. 2-11, str. 34.
- [O13] Graf - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2015, obr. 2-12, str. 34.
- [O14] Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2015, obr. 2-13, str. 35.
- [O15] Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva, obr. 2-14, str. 36.
- [O16] Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu, obr. 2-15, str. 36.
- [O17] Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva, obr. 2-16, str. 37.
- [O18] Karta opravy, obr. 3-1, str. 43.
- [O19] Maximální opotřebenění mlecí desky – ETI, obr. 3-2, str. 49.
- [O20] Graf - maximální hodiny provozu rohových pancířů, obr. 3-3, str. 50.
- [O21] Ekonomické hodnocení rohových pancířů ($K\check{c}/h_{\text{prov}}$), obr. 3-4, str. 50.
- [O22] Tvrdý návar hranolů – ETI, obr. 3-5, str. 51.
- [O23] ESAB OK AUTROD 13.91, obr. 3-6, str. 52.
- [O24] Seznam údržby MV67.16, obr. 3-7, str. 53.
- [O25] SKF CMAS100-SL, obr. 3-8, str. 54.
- [O26] Graf - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2016, obr. 4-1, str. 55.
- [O27] Graf - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2016, obr. 4-2, str. 56.
- [O28] Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2016, obr. 4-3, str. 57.
- [O29] Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM 94, obr. 4-4, str. 58.
- [O30] Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM 91, obr. 4-5, str. 59.
- [O31] Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM 93, obr. 4-6, str. 59.
- [O32] Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2016 bez poruch, obr. 4-7, str. 60.
- [O33] Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva, obr. 4-8, str. 61.
- [O34] Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva bez poruch, obr. 4-9, str. 61.
- [O35] Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu, obr. 4-10, str. 62.

- [O36] Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bez poruch, obr. 4-11, str. 63.
- [O37] Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva, obr. 4-12, str. 63.
- [O38] Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva bez poruch, obr. 4-13, str. 64.

Seznam tabulek

- [T1] Tabulka - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2015, tab. 2-1, str. 33.
- [T2] Tabulka - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2015, tab. 2-2, str. 34.
- [T3] Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2015, tab. 2-3, str. 35.
- [T4] Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva, tab. 2-4, str. 35.
- [T5] Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu, tab. 2-5, str. 36.
- [T6] Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva, tab. 2-6, str. 37.
- [T7] Srovnávací tabulka rohových pancířů ($K\check{c}/h_{\text{prov}}$), tab. 3-1, str. 50.
- [T8] Tabulka - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2016, tab. 4-1, str. 55.
- [T9] Tabulka - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2016, tab. 4-2, str. 56.
- [T10] Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016, tab. 4-3, str. 57.
- [T11] Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 bez poruch, tab. 4-4, str. 60.
- [T12] Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva, tab. 4-5, str. 60.
- [T13] Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva bez poruch, tab. 4-6, str. 61.
- [T14] Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu, tab. 4-7, str. 62.
- [T15] Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bez poruch, tab. 4-8, str. 62.
- [T16] Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva, tab. 4-9, str. 63.
- [T17] Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva bez poruch, tab. 4-10, str. 64.

Obsah

Použité zkratky	11
Úvod	12
1 Popis způsobu strojní údržby	13
1.1 Postavení a poslání údržby	13
1.2 Metody plánování údržby	14
1.3 Dělení údržby	14
1.4 Typy údržby	15
1.5 Metody oprav	16
1.6 TPM (Total Productive Maintenance)	17
2 Charakteristika strojního zařízení a současný způsob údržby	21
2.1 Stručná charakteristika firmy	21
2.2 Zařízení určená k údržbě a opravě	23
2.2.1 Ventilátorový mlýn	26
2.2.2 Ohybový třidič	28
2.3 IT podpora údržby	29
2.4 Současný způsob údržby	30
2.4.1 Výměna dílů	31
2.5 Analýza nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů	32
2.5.1 Množství spáleného uhlí bloku ETI II. v letech 2013 – 2015	33
2.5.2 Provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2015	34
2.5.3 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů v letech 2013 – 2015	35
2.5.4 Náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva [Kč/t _{paliva}]	35
2.5.5 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bloku [Kč/h _{provoz}]	36
2.5.6 Náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu [Kč/h _{provoz_1MO}]	37
3 Návrh a realizace změn údržby	39
3.1 Obecná charakteristika plánované údržby	39
3.2 Podnět pro zahájení racionalizace	40
3.3 Technická příprava údržby MV 67.16	41
3.4 Struktura navržených změn racionalizace	42
3.5 Aplikace plánu údržby na zařízení MV 67.16	42
3.5.1 Vytvoření záznamů o opravách	42
3.5.2 Technologický postup opravy a požadavky na bezpečnost práce	44
3.5.3 Prodloužení period mezi jednotlivými kontrolami zařízení	48
3.5.4 Maximální využití používaného materiálu	48

3.5.5 Seznam údržby	52
3.5.6 Zapojení obsluhujícího personálu do údržby (TPM - autonomní údržba)	54
4 Hodnocení realizace projektu z hlediska nákladů	55
4.1 Údaje pro hodnocení racionalizace.....	55
4.1.1 Množství spáleného uhlí bloku ETI II. v letech 2013 – 2016.....	55
4.1.2 Provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2016.....	56
4.1.3 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů v letech 2013 – 2016.....	56
4.1.3.1 Poruchové stavy značně ovlivňující celkové výsledky	57
4.1.4 Náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva [Kč/t _{paliva}].....	60
4.1.5 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bloku [Kč/h _{provoz}]	62
4.1.6 Náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu [Kč/h _{provoz_1MO}]	63
4.2 Hodnocení racionalizace.....	65
Závěr.....	67
Zdroje	68
PŘÍLOHA č. 1.....	71
Seznam údržby MV 67.16.....	71
PŘÍLOHA č. 2.....	75
Rohové pancíře – fotodokumentace zkoušky materiálů	75

Použité zkratky

ETI – Elektrárna Tisová

TPM – Total Productive Maintenance

HMG – Harmonogram

IT – Informační technologie

SW – Software

PoZ – Péče o zařízení

BO – Běžná oprava

GO – Generální oprava

K9 – Označení kotle (ETI)

CI – Centrální inženýring

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

PO – Požární ochrana

SK – Spalovací komora

EO – Elektrický odlučovač popílku

OČ – Olejové čerpadlo

MO – Mlecí okruh

CEZ – Celková efektivnost zařízení

OEE – Overall Equipment Effectiveness

FK2 – Fluidní kotel 2

VTO – Vysokotlaký ohřívák vody

S/V – Příkaz práce s otevřeným ohněm

PP – Pracovní příkaz

SI – Směnový inženýr

Úvod

Zásadní podmínkou plynulé výroby je odpovídající technický stav provozovaného výrobního zařízení. Namáhané součásti postupně podléhají opotřebení a ztrácejí své původní technické parametry, pro které byly navrženy. To má za následek zvýšení pravděpodobnosti poruch, které jsou spojeny s odstávkami technologických celků nebo i celého výrobního zařízení. Při opotřebenosti některých součástí, může být poruchou i zvýšené elektrické zatížení pohonné jednotky a to i přesto, že zařízení je dočasně provozováno. Takovéto poruchy do jisté míry mohou provoz výkonově omezovat při výrobě. Proto jsou poruchy v elektrárnách, teplárnách atd. nežádoucím vlivem při výrobě elektrické energie a dodávek tepla. Závažnější poruchy mohou mít negativní dopad na životní prostředí.

Převážně každé poruše se dá do jisté míry předcházet prováděním pravidelných kontrol, plánovanými opravami, výměnou klíčových dílů, modernizací, rekonstrukcí, diagnostikou, dodržováním pokynů daných výrobcem, řádným mazáním, evidencí poruch a oprav atd. Pokud je vyžadována kvalitní údržba s minimálními nebo žádnými prostoji zařízení, je zapotřebí, aby obsluhující personál a personál provádějící údržbu spolu úzce spolupracoval, dobře znal zařízení, řádně plánoval a dodržoval stanovené technologické a provozní postupy.

Můžeme si položit otázku: „Proč se zabýváme ve výrobě údržbou?“. Na tuto otázku lze poměrně jednoduše odpovědět: „Protože v mnohých případech poruchy zařízení představují velké disponibilní ztráty kapacit“. Tyto ztráty mají za následek skutečnost, že na zařízení nejsme schopni vytvářet takovou produkci, která je požadována plánovacím oddělením – útvarem. Zvýšení dostupnosti se tedy rovná zvýšení požadované úrovně produktivity a údržba je jedna z oblastí s ohromným potenciálem jejího zvýšení. [1]

Pojem údržba zahrnuje všechny nepřetržité činnosti prováděné s cílem podporovat upadající zdravotní stav provozovaného zařízení a zajistit, že nebude docházet k nepříznivému ovlivňování výkonnosti z dlouhodobého nebo krátkodobého hlediska. Hlavní dva typy údržby, jež jsou definovány dle současného stavu zařízení, které je udržováno, jsou: reaktivní údržba a preventivní údržba. [2]

Reaktivní údržba, jak název napovídá, se provádí z důvodu odstranění mimořádných stavů nebo poruch. Výměna poškozených součástí, znovuobnovení provozu dopravníků po zastavení z důvodu přetížení, odstranění cizích předmětů z rotačních podavačů, oprava netěsností potrubních systémů, určitý čas pro naladění po chybách softwaru, to vše spadá do skupiny reaktivní údržby. [2]

Preventivní údržba je převážně zaměřena na prevenci mimořádných událostí a poruchových stavů tím, že se provádí neprodleně náhrada nebo oprava poškozených dílů, zařízení, atd. během pravidelných kontrol, odstávek, inspekčních prohlídek a to dříve než dojde k selhání zařízení při provozu. Těmito kroky je omezen vznik potíží za provozu zařízení. Příkladem může být plánovaný servis kompresorů, výměny filtračních tašek textilních odlučovačů nebo výměna oleje vzduchových ventilátorů v pravidelných hodinových periodách. [2]

Každá používaná součást stroje má omezenou životnost, která je přímo úměrná jejímu namáhání, kterému bývá vystavována. To znamená, že životnost součástí není nekonečná. Musíme si uvědomit, že kvalitní údržba zařízení je v současnosti klíčová. Pro vyhledávání úsporných opatření v dnešním konkurenčním prostředí, může být údržba jediný nástroj, který může vést k zachování výroby. Každá moderní firma by měla za pomoci moderního přístupu údržby mířit ke zvyšování výrobního potenciálu, konkurenceschopnosti a účinnosti.

1 Popis způsobu strojní údržby

V dnešním konkurenčním prostředí je důležitou podmínkou výrobního podniku dobrý technický stav zařízení. Veškerá pracovní připravenost výrobního zařízení zajistí klidný a plynulý průběh výroby a je hlavním předpokladem při úspěšném plnění kvantitativních a kvalitativních ukazatelů výroby. Každé výrobní zařízení, které je zapojeno do výrobního procesu, postupně pozbývá následkem fyzického opotřebování své původní projektované technické parametry. Mezi hlavní technické parametry výrobního zařízení patří spolehlivost a výkonnost. Po překonání určité hranice opotřebování, přestává výrobní zařízení splňovat technické, ekonomické, bezpečnostní a ekologické požadavky. Z každého opotřebení mohou vzniknout nenadálé poruchy. Většinou při každé poruše dochází k odstavení výrobního zařízení, což má za následek snížení nebo úplné zastavení výroby. Pokud chceme, aby pokračoval výrobní proces na požadované úrovni, musíme nespolehlivé zdroje vyřadit a nahradit je novými, nebo musíme provádět opravy, renovace a modernizace.

Z ekonomického i společenského hlediska, by mělo ve výrobě být cílem dosažení takového stavu, kdy jsou výrobní zdroje využívány maximálně efektivně. Efektivnost v širším pojetí znamená vyloučení plýtvání omezených zdrojů (včetně jejich nevyužívání, tedy pokud jsou k dispozici) a jejich využití při výrobě takovými způsoby, které jsou nejbližší stanoveným cílům. Řízení výroby je zaměřeno na dosahování optimální funkčnosti výrobních systémů s ohledem na předem stanovené cíle. Pojem výrobní systém zahrnuje veškeré činitele, které se účastní výrobního procesu: provozní prostor, pracovníky, odpady, výrobky, energie, informace, polotovary, suroviny a technická zařízení. [3]

Řízení výroby lze rozlišovat na strategickou, operativní a taktickou úroveň. V každé této úrovni jsou zahrnuty základní řídicí funkce: plánování, organizování, vedení pracovníků a kontrola. Hlavním úkolem pro strategické řízení je formulace a kontrola plnění výrobní strategie. Operativní řízení je zajišťováno speciálním útvarem, který působí jako součást vedení provozů, mistry, dílenskými plánovači, pracovníky ve skladech atd. Taktické řízení se svěříje do kompetence útvaru s celopodnikovou působností, který bývá zodpovědný za střednědobé plány v souladu s výrobní strategií podniku a za koordinaci. [4]

Účelem evropské normy ČSN 13306 je definování základních termínů, které se používají při údržbě všeho druhu a při managementu údržby, to bez ohledu na předem uvažovaný druh objektu s výjimkou SW. V normě jsou specifikovány generické termíny a definice manažerské a administrativní oblasti údržby. Základními termíny jsou: údržba, management údržby, cíle údržby, strategie údržby, plán údržby, spolehlivost, požadovaná funkce a zajištění údržby. Je na zodpovědnosti každého vrcholového managementu vedení společnosti, aby stanovilo strategii údržby svého podniku na základě tří hlavních kritérií: [5]

- při minimálních nákladech zajistit pohotovost objektu pro požadovanou funkci
- brát v úvahu bezpečnostní požadavky, které jsou spojovány s objektem
- zachovávat životnost objektu a jakost výsledného produktu nebo poskytovaných služeb (s uvážením nákladů)

1.1 Postavení a poslání údržby

Veškeré významné změny, jimiž podnik ve vyspělých ekonomikách prochází, jsou dlouhodobého charakteru. Maximálně ovlivňují podnik nejen jako celek, ale i všechny jejich procesy a útvary, tedy i údržbu. Takovéto ovlivňující změny v údržbě mají nemalý vliv na její postavení ve výrobním podniku.

Postavení a poslání údržby v dnes moderně řízeném výrobním podniku, je zvýrazňováno faktem, že údržba je brána jako jeden z významných procesů (podpůrný pomocný proces), které mohou významně ovlivňovat produktivitu výroby. Výkonná údržba napomáhá zvyšovat produktivitu a přidané hodnoty hlavních procesů. Údržba představuje proces, který je definovaný jako kombinace všech administrativních, manažerských a technických opatření během životního cyklu objektu a to vše při zohlednění optimálních nákladů, požadavků na kvalitu, environmentální aspekty a bezpečnost práce. Obecně tedy platí, že ušetřená koruna za údržbu, může znamenat o korunu vyšší zisk, ale vhodně využitá koruna za údržbu, může znamenat mnohonásobně vyšší přínos. [6]

1.2 Metody plánování údržby

Sestavování plánu údržby se zpravidla provádí na roční období pro jednotlivé provozy a jejich udržované objekty. Obsahují plánované údržbářské úkoly, pracnost zásahů a u velkých údržbářských akcí i průběžné časy a finanční objemy. Z kvalitně připravených plánů jednotlivých provozů lze určit i požadavky na kapacity pracovníků, kteří budou provádět údržbu. Jejich sumarizace nám umožní plánování v podniku, jak finančních, tak ostatních zdrojů.

Údržba se provádí na základě: [6]

- **plánování údržby** - výsledkem procesu je plán údržby pro časové období, které je zpravidla jeden rok. Jedná se o vytvoření zásobníku úkolů pro údržbu včetně dat jejich provádění.
- **rozvrhování údržby** - v tomto procesu je prováděno upřesňování prováděcích termínů, pracovníků a zdrojů na základě vypracovaného plánu údržby. Postupně jsou uvolňovány plánované finanční prostředky, náhradní díly, nástroje, přístroje atd.
- **plán údržby** - je definován jako strukturovaný soubor všech úkolů, kde jsou zahrnuty postupy, činnosti, zdroje a časové plánování nutné pro provádění údržby zařízení.

1.3 Dělení údržby

Údržbu je zapotřebí chápat, jako nejdůležitější akt správy majetku. Údržba je členěna do dvou základních oblastí: [7]

- činnosti, které předcházejí následkům procesů fyzického opotřebování. Tato činnost je označována termínem „*udržování*“
- činnosti, které přispívají k odstranění fyzického opotřebení. Tato činnost je označována termínem „*opravy*“

Udržováním tedy rozumíme pravidelnou péči o výrobní zařízení, kterou se napomáhá zpomalovat proces fyzického opotřebování a předchází se jeho následkům tak, aby se zajistily požadované vlastnosti, jako jsou: dostupnost, provozuschopnost, bezpečnost, ekonomika a ekologický provoz. Určení stupňů opotřebení a technického stavu zařízení je prováděno pracovníky útvaru údržby a označují se jako: [7]

- *technická prohlídka* - označuje nejnižší stupeň opravárenské služby s cílem zjistit technický stav zařízení, následuje odstranění identifikovaných závad
- *kontrola geometrické přesnosti* - slouží k ověření správné funkce zařízení
- *revize* - závazné prohlídky předepsané výrobcem zařízení nebo normou

Z ekonomického pohledu jsou udržování a oprava zařízení procesem obnovovacím, jež má za cíl odstraňovat fyzické a v některých případech i morální opotřebení. Tento obnovovací proces bývá často spojen například s modernizací.

Opravy a údržba zařízení se v praxi řadí do širších pojmů - hospodaření se základními prostředky nebo též péče o základní prostředky. Tyto pojmy jsou představiteli skupiny prací, začínající přiřazením základních prostředků, přes zajišťování provozuschopnosti po dobu jejich životnosti, až po jejich konečnou likvidaci. Nejedná se tedy jen o činnosti řadící se pod pojmy opravy a udržování zařízení, ale i o práce spojené s jejich pořizováním, dokumentováním, evidencí, financováním, modernizací, odepisováním a všemi skupinami rozborů, jak ekonomických, tak technických.

Řádné řízení péče o zařízení a jeho rozvoj lze pouze za podmínky, že bude uspořádána formou organizované soustavy. Je zde řada působících činitelů podmiňující organizační formu, jako je například velikost výrobních jednotek a jejich počet, struktura a počet instalovaných zařízení, uzemní rozložení, náročnost na technologickou, technickou a ekonomickou přípravu opravárenských zásahů, složitost a náročnost řízení oprav, náročnost a organizování opravárenských zásahů atd.

Údržba zařízení bývá často rozdělena mezi vedoucí útvarů výroby a útvaru hlavního mechanika podniku. Podle toho, na kterou složku je přenesena větší míra odpovědnosti, se rozeznávají dva základní typy organizace údržby: [7]

- *centralizovaná údržba zařízení* – metodicky řízená organizace a provádění údržby
- *decentralizovaná údržba zařízení* – jednotlivé útvary zajišťující údržbu zařízení jsou přímo podřízeny vedoucímu výroby, kde zajišťují běžnou údržbu a opravy, které se podřizují potřebám výroby

Hlavními úkoly útvaru údržby zařízení jsou: [7]

- vedení evidence (poruch, oprav, výrobních prostředků)
- instalace nového zařízení
- plánování údržby a oprav
- denní kontroly zařízení
- provádění oprav v souladu s plánem
- zajištění náhradních dílů
- provádění rekonstrukcí a modernizací

1.4 Typy údržby

S údržbou a opravami zařízení bývá spojena řada prací správního a technického charakteru. Cílem těchto prací je zajištění co možná nejlepší provozuschopnosti výrobního zařízení. V praxi se dělí na: [7]

- *Instruktaže obsluhujícího personálu* – údržba začíná instruktáží o obsluze, udržování, čištění zařízení atd.
- *Denní ošetřování zařízení* – zahrnuje pravidelný dohled na provozované zařízení, jeho mazání a čištění, dodržování pořádku na pracovišti a v jeho okolí. Jedním z hlavních úkolů denního ošetřování je pravidelné mazání zařízení, které se provádí na základě mazacích plánů s časovými intervaly. Mazáním lze omezit mechanické opotřebení, šetřit elektrickou energii a prodloužit dobu mezi opravárenskými zásahy.

- *Běžná údržba* – zahrnuje soustavný dohled na zařízení, pravidelné kontroly, doplňování olejových náplní, mazání, průběžné odstraňování drobných závad. Běžná údržba je řazena jako první stupeň centralizované a plánované údržby zařízení a je brána jako první stupeň oprav.
- *Opravy zařízení* – hlavním smyslem oprav je úplné odstranění nebo alespoň snížení následků fyzického opotřebování, ke kterému dochází při provozu. Součásti, které jsou opotřebované nebo celé skupiny součástí, ztrácejí svou pracovní schopnost již v době, kdy hlavní mechanismy si provozní vlastnosti stále zachovávají. Proto se z tohoto důvodu používají rozdílné druhy oprav, které se liší svým zaměřením i rozsahem.

Opravy se nejčastěji dělí na malé, střední, generální a modernizace: [7]

- *Malé opravy* – používají se pro odstranění drobných (menších) poruch a pro výměny snadno vyměnitelných součástí zařízení. Těmito drobnými opravami je zajištěn nepřetržitý provozuschopný stav zařízení do plánovaných oprav.
- *Střední opravy* – zahrnují rozsáhlejší opravárenský zásah, vyžadující ve většině případů odstávku zařízení. U středních oprav se již vyžadují výměny opotřebovaných nebo poškozených součástí, diagnostika a celkové seřízení zařízení.
- *Generální opravy* – hlavním cílem je odstranit následky fyzického opotřebování zařízení do té míry, aby byly obnoveny jeho původní technické vlastnosti (provozuschopnost, spolehlivost, ekonomie, ekologie atd.). Generální opravy se plánují a provádějí v pravidelných periodách stanovených výrobcem, kdy se provádí rozsáhlé výměny různých částí technologie.
- *Modernizace a rekonstrukce* – je spojena s úpravami zařízení zajišťujícími kvalitnější provoz, vyšší výkon, přesnost, ekonomický provoz, ekologický provoz, trvanlivost zařízení atd. V případě rekonstrukce se může provádět záměna technologického účelu.

1.5 Metody oprav

Kvalitní organizací oprav a běžnou péčí o zařízení může být zajištěna účinnost oprav, která se projevuje nízkými náklady, které vynakládáme na opravy a provoz zařízení, ve zkrácení oprav a maximálního využití zařízení pro výrobní účely. Dle stupňů oprav a plánovitosti, rozlišujeme metody oprav zařízení, které se liší vzájemně, jak způsobem tvorby jednotlivých prvků, tak formou.

Při plánování používáme základní metody: [7]

- *Oprava po prohlídce* - základem této metody jsou periodické prohlídky zařízení, které dávají ucelený přehled o stupni opotřebování zařízení. Dle takto prováděných prohlídek je možné stanovit rozsah oprav. Provádí se plánování prohlídek a podle výsledků se plánují rozsahy oprav. Metoda přináší do údržby o zařízení prevenci a plánovitost.
- *Oprava po poruše* – metoda opravy po poruše se využívá, až po vzniku poruchy nebo havárie zařízení. Využívá se, pokud oprava opotřebovaného nebo havarovaného zařízení, která je většinou větší, než plánovaná oprava, nezpůsobuje zásadní problémy ve výrobě. Její uplatnění je u méně významného zařízení s variabilním opotřebováním a u zařízení s plánovaným dožitím. Teorie spolehlivosti říká, že neexistuje bezproblémový chod zařízení s ohledem na různorodý charakter opotřebování. Poruchové stavy se nevyskytují pouze u zařízení, které se provozuje, ale i u zařízení které je po opravě nebo nové.

- *Standardní oprava* – tato metoda se využívá při opravách prováděných ve stanovených termínech, to znamená po uplynutí určité doby a to bez ohledu na technický stav zařízení. V těchto stanovených termínech se vyměňují předem definované součásti zařízení, dle technologického postupu, kde je uveden rozsah oprav s údržbářskými zásahy. Metoda standardních oprav se používá tam, kde zařízení je trvale provozováno v dlouhodobém časovém úseku, pracuje při konstantních podmínkách a existuje tedy reálná možnost vzrůstajícího pravidelného opotřebování. Účelné využití této metody je, pokud požadavky na bezporuchový chod jsou důležitější než otázky výše nákladů na údržbu zařízení.
- *Preventivní periodická oprava* – použití této metody je celkovým souhrnem preventivních opatření organizačních a technických jako jsou: obsluhy zařízení, dozor nad preventivními opravami dle technologického postupu a vypracovaného plánu. Hlavními znaky této metody jsou:
 - Plánování* – plánování oprav zařízení není prováděno po poruše, ale s pravidelností dle plánu. To napomáhá k odstraňování disproporcí vznikajících odstavením zařízení z provozu. Cílem plánování je provádění hospodárnějších a kvalitnějších oprav.
 - Preventivnost* – se provádí pravidelnými periodickými kontrolami zařízení mezi opravami. Preventivní prohlídky vedou ke zlepšení podmínek provozu zařízení a do značné míry napomáhají předcházet poruchovým stavům. Jsou důležitým článkem v sestavování plánu oprav dle aktuálního stavu zařízení.
 - Periodičnost* znamená opakující se opravy v určité periodě, tj. v předem stanovených časových intervalech.
 - Normativní základ preventivních periodických oprav* je založen na normách. Hlavní prvky normativ jsou: cykly oprav, normy pracovní, jednotka složitosti oprav a typové rozsahy jednotlivých úkonů.Přednosti metody preventivně periodických oprav jsou:
 - plánování oprav každého stroje v předem stanovených termínech
 - určení celkového objemu oprav a zajištění potřebných kapacit k jejich uskutečnění
 - plánování prostojů zařízení a tím umožnění přesné koordinace plánů údržby
 - včasné zajištění náhradních dílů apod.
 - plánování pracovních sil, kapacity výrobních dílen a zařízení pro opravy
 - umožňuje plánovat náklady údržbových zásahů
- *Diferencovaná péče výrobního zařízení* – i když maximálně stanovíme údržbu a využijeme výše uvedené metody, nemůžeme předpokládat, že v reálném prostředí bude u všech případů shoda mezi plánem a skutečností. U stejného zařízení v odlišných podmínkách se bude skutečný požadavek lišit od normovaného rozsahu oprav. Sice bude normovaný rozsah směrodatným ukazatelem, ale skutečný požadavek bude kolem tohoto normovaného rozsahu vybočovat oběma směry.

1.6 TPM (Total Productive Maintenance)

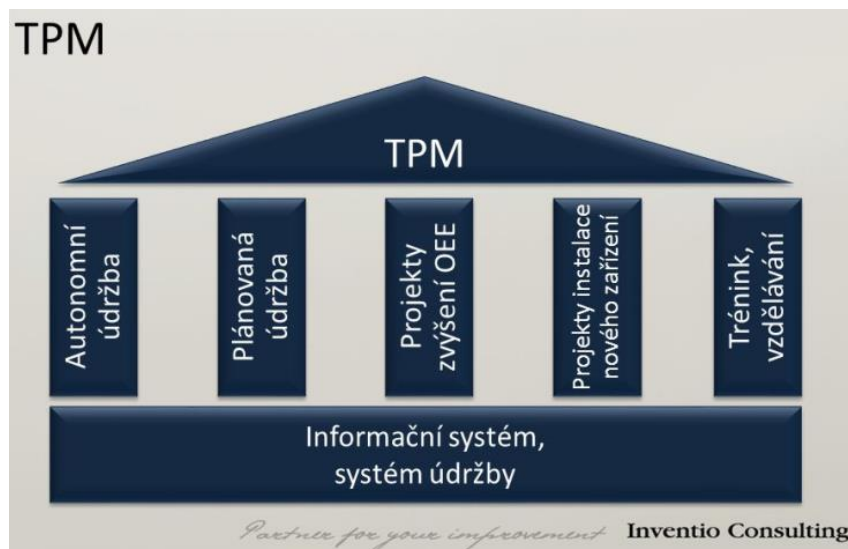
Seichi Nakajima je autorem systému TPM, který postupně studoval v 50. – 60. letech systémy pro preventivní a produktivní údržbu v Evropě a USA. Přístupy dále rozvíjel a analyzoval odlišnosti. Komplexní produktivní údržbou se rozumí moderní způsob řízení a organizace údržby v rámci výrobního podniku. Cílem je maximalizovat efektivitu zařízení po celou dobu jejich života. Zaměřuje se na zapojení všech pracovníků do aktiv, které směřují k minimálním prostojům a poruch. TPM je o překonání zažitého tradičního dělení zaměstnanců na pracovníky, kteří obsluhují daný stroj a pracovníky provádějící opravy. Základem je předpoklad, že pracovník obsluhující stroj, může jako první zachytit abnormality na zařízení při výkonu své práce a rozpoznat případné budoucí zdroje poruch. Maximální smyslová

diagnostika a drobné údržbářské činnosti se tedy v TPM přenáší z klasických údržbových oddělení přímo na pracovníky výroby (obsluhující personál) a výrobní úseky. Motto TPM zní: „Ochraňuj si svůj stroj a pečuj o něj vlastníma rukama“. [6]

Pro náležitě definování procesu plánované údržby se musí začít od konce: jakých výsledků chce podnik (firma) dosáhnout za pomoci plánované údržby? Pokud jde o úsporu financí, o kterou jde nejvíce, musíme se zaměřit na dosažení minimálních neplánovaných odstávek, prostojů, snížení nákladů na pořízování náhradních dílů, snížení mzdových nákladů na údržbu atd. Musíme zvýšit kvalitu výrobků a prodloužit životnost strojů. [8]

Základní pilíře TPM

Filosofie TPM nespočívá jen v předcházení poruchám zařízení, ale je zaměřena i na redukci chyb, prostojů, zkracování časů potřebných ke změně sortimentu atd. Vyznačuje se progresivním přístupem organizace k údržbě, který objektivně vyžaduje stále složitější výrobní zařízení, přístroje a nářadí. TPM neakceptuje postoje dělníků „Jsme tu hlavně proto, abychom vyráběli výrobky a údržbu má na starosti oddělení údržby“. Začíná se zde změnou prostředí a péčí o stroje a zařízení a končí změnou podnikové kultury a postojem k podnikové kultuře. Pět základních pilířů je vidět na obrázku 1-1. [6]



Obr. 1-1 – TPM [9]

TPM stojí na 5 základních pilířích: [6]

- 1. Autonomní údržba** - (7 kroků): výchozí čištění, eliminace všech zdrojů znečišťování, vytvoření standardů čištění a mazání, příprava na provádění prohlídek, autonomní kontrola, pořádek a organizace, růst autonomní údržby. Operátoři samostatně provádějí část údržbových zásahů na zařízení. Složitější opravy nadále provádí oddělení údržby.

Autonomní kontrola prohlídky - zahrnuje činnosti spojené s pravidelným prováděním kontrol zařízení a z nich odvozených opatření. Pro tyto kroky je podstatné:

- stanovení standardů
- pohled a cit pracovníka se zaměřením na odchylky v chodu zařízení oproti normálnímu stavu
- prohlubování a podporování úrovně znalostí zaměstnanců pro vykonávání vybraných údržbových zásahů na zařízení

- 2. Plánovaná údržba** - (7 kroků): stanovení priorit údržby, odstranění slabých článků, vytvoření informačního systému, začátek plánované údržby, zvyšování výkonnosti údržby, zlepšování údržby, plánovaný údržbářský plán.

Hlavním smyslem preventivní údržby je zaměření se na přesunutí údržbářských kapacit na činnosti, které mají účinně zabezpečit předcházení možným poruchovým stavům. Mezi charakteristické znaky pro preventivní údržbu můžeme zařadit jednotný systém plánování, tvoření zásobníku práce, pravidelné reporty a sledování nákladů na jednotlivá zařízení. Odměnou za vyšší administrativní a organizační náročnost je dobrá pohotovost zařízení, snížení poruchovosti, pozitivní vliv na kvalitu a bezpečnost při práci a v neposlední řadě snížení nákladů na opravy a udržování zařízení.

- 3. Hodnocení celkové efektivity zařízení a strojů** za pomoci ukazatelů celkové efektivity zařízení a funkce ztrát (CEZ/OEE), které jsou způsobeny poruchami, ztrátami výkonu, nízkou kvalitou. Maximální efektivity zařízení je možné zajistit eliminací šesti hlavních ztrát:

Prostoje

1. poruchy vzniklé z chyb na zařízení,
2. seřizování a přestavování

Ztráty rychlosti

3. běh na prázdko, nečinnost,
4. redukce rychlosti (nesoulad mezi navrženou rychlostí a skutečnou rychlostí pracujícího zařízení)

Chyby

5. chyby v procesech výroby a opravy
6. redukce času mezi startem stroje a stabilizovaným provozem

- 4. Systém pro navrhování preventivní údržby a včasný management údržby** - (7 fází): vyvíjení produktů, koncepce zařízení, konstrukce zařízení, vyrobení zařízení, instalování zařízení, najíždění zařízení, provozování.

- 5. Trénink ke zlepšení zručnosti pracovníků** - (7 elementů): znalost, základy TPM, nástroje TPM, komunikativnost v týmu, plánovaná údržba, autonomní údržba, znalost výroby.

Růst zručnosti údržby obsluhy zařízení

Z podnikové praxe známe 5 hlavních důvodů vedoucích ke vzniku problémů na zařízení, které se pracovníci musí naučit správně identifikovat, analyzovat a navrhnout nápravné opatření:

- neschopnost plnění základních požadavků údržby - čištění, mazání, dotahování uvolněných spojů atd.
- nedodržování pracovních podmínek - tlak, teplota, rychlost, vibrace atd.
- chybějící kvalifikace - chyby obsluh zařízení, chyby kontrol zařízení atd.
- opotřebenost zařízení - ozubená soukolí, ložiska, netěsnosti systémů atd.
- konstrukční nedostatky - dimenzování dílů, nevhodně zvolený materiál atd.

Pracoviště, která jsou jasně uspořádána, jasně organizována, jasně řízena a veškeré procesy jsou jasně popsány, lze nazvat vizuálním pracovištěm.

Přínosy z implementace TPM

TPM se zabývá celou řadou různých požadavků z oblasti výroby, které mohou pomoci podniku zvýšit jeho efektivnost a konkurenceschopnost. Hlavními požadavky jsou: [6]

- snížení nákladů na opravu a údržbu zařízení
- zkrácení výrobních časů
- postupné zvyšování výrobních kapacit
- zefektivňování procesů
- zvýšení motivace zaměstnanců
- snížení poruch a nevyžádaných prostojů

2 Charakteristika strojního zařízení a současný způsob údržby

Ventilátorové mlýny MV67.16, jsou strojní zařízení pro úpravu paliva mletím. Strojní zařízení se nachází v Elektrárně Tisová, která je vidět na obrázku 2-1 a je nedílnou součástí parního kotle G 330 t/h bloku č. 6. Výrobce parního kotle je výrobní závod SES Tlmače.

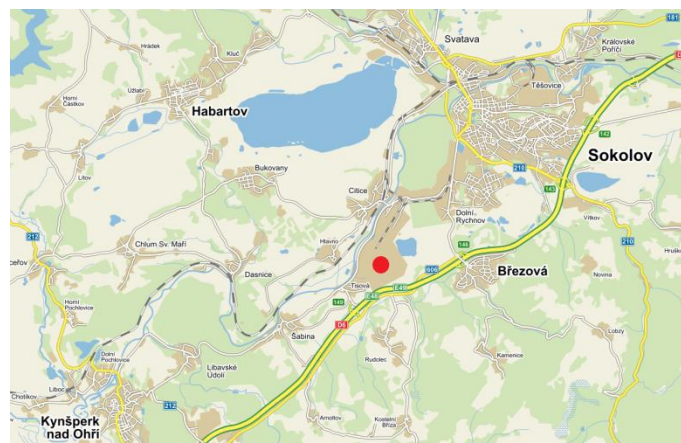


Obr. 2-1 –Elektrárny Tisová [10]

2.1 Stručná charakteristika firmy

V roce 2008 byla elektrárna Tisová začleněna do nově vytvořené organizační jednotky Skupiny ČEZ, a.s. s novým názvem Elektrárna Hodonín, Poříčí a Tisová. Takto utvořená organizační jednotka sdružovala hlavní zařízení s významným podílem výroby a dodávek tepla. Od roku 2012 v rámci Skupiny ČEZ, byla elektrárna Tisová vyčleněna do samostatné společnosti. V říjnu roku 2015 byla převedena elektrárna na akciovou společnost s názvem Elektrárna Tisová, a.s.

Elektrárna Tisová, a. s. se nachází v západní části Sokolovské hnědouhelné pánve, mezi Krušnými horami a Slavkovským lesem – obrázek mapy 2-2. Elektrárna Tisová patří mezi nejstarší hnědouhelné elektrárny na našem území. Nachází se v nadmořské výšce 405 m a geograficky je bezmála v pomyslném geometrickém středu lázeňského trojúhelníku. Vrcholy tohoto pomyslného trojúhelníku jsou tvořeny významnými lázeňskými městy: Mariánské Lázně, Karlovy Vary, Františkovy Lázně. Dva podstatné faktory, které rozhodly o umístění Tisové, jsou: řeka Ohře jako zásobárna vody a malá vzdálenost od zásob hnědého uhlí. [12]



Obr. 2-2 – Mapa umístění Elektrárny Tisová [11]

Historie výstavby Elektrárny Tisová

Historie Elektrárny Tisová byla započata v lednu roku 1953, kdy rozhodnutím o výstavbě bylo zahájeno zpracování projektové dokumentace s následnou přípravou budoucího staveniště. Prováděly se rozsáhlé úpravy terénu na ploše o rozloze téměř 41 hektarů. Mezi úpravy patřila demolice bývalé obce Tisová, přeložky Tisovského potoka, zvyšování terénu budoucího staveniště navážkou, která byla nad úroveň stoleté vody a zasypání slepých ramen blízké řeky Ohře. Stavba Elektrárny Tisová si vyžádala ještě další rozsáhlé investice. Vybudování nové silnice z Citic do Černého mlýna, regulaci na toku Ohře včetně vybudování nového jezu Černý mlýn, ochranné hráze proti možným záplavám a zlepšení průtoku řeky Ohře. [12]

Vlastní výstavba Elektrárny Tisová

Vlastní výstavba Elektrárny Tisová se dělí na dva technologické celky ETI I a ETI II.

V roce 1954 byla zahájena výstavba ETI I. Celkem se instalovalo osm kotlů o jednotkovém výkonu 125 t/h a čtyři turbogenerátorová soustrojí o jednotkovém výkonu 50 MW. V roce 1958, byl přifázován první turbogenerátor o jednotkovém výkonu 50 MW. V roce 1959 byla instalovaná poslední turbína (protitlaká) o výkonu 12 MW. ETI I měla instalovaný celkový výkon 212 MW.

Zdrojem páry pro ETI I bylo původně osm granulačních, jednobubnových, vysokotlakých, třítahových kotlů s granulačním ohništěm, plně vychlazenou spalovací komorou a přirozenou cirkulací. Každý kotel byl osazen čtyřmi mlecími okruhy s tlukadlovými mlýny. V letech 1965 - 1970 prošla úprava paliva rekonstrukcí a kotle byly vybaveny ventilátorovými mlýny s přímým foukáním rozemletého paliva do spalovací komory. Při najíždění (studené starty) kotlů se používalo najížděcí palivo lehký a těžký topný olej (nafta a mazut). Propojení kotlů bylo řešeno společným napájecím potrubím (tj. měly společnou sběrnou napájecí vody) a vyrobená pára byla převáděná na mezistrojovnu do společného parovodu pro všechny kotle.

V roce 1955 byla zahájena výstavba ETI II. Celkem se instalovaly tři bloky 100 MW, které se uváděly postupně do provozu v letech 1960 až 1962. ETI II měla instalovaný celkový 300 MW.

Zdrojem páry pro ETI II byly tři granulační, vysokotlaké, jednobubnové, třítahové kotle s granulačním ohništěm, plně vychlazenou spalovací komorou, přirozenou cirkulací a přihříváním páry o jmenovitém výkonu 330 t/h. Každý kotel byl osazen čtyřmi mlecími okruhy s tlukadlovými mlýny. V letech 1971 – 1973 prošla úprava paliva rekonstrukcí a kotle byly vybaveny ventilátorovými mlýny s přímým foukáním rozemletého paliva do spalovací komory. Při najíždění (studené starty) kotlů se používalo najížděcí palivo lehký a těžký topný olej (nafta a mazut).

V celkové koncepci energetiky se Elektrárna Tisová stala ve své době první velkoelektrárnou na území ČSSR s výkonem 512 MW. Byly zde poprvé instalovány bloky o výkonu 100 MW. Po ukončení výstavby a stabilizaci provozu v roce 1964 se Elektrárna Tisová podílela na výrobě elektrické energie 9,8 % celé elektrizační soustavy na našem území. [12]

Současný stav Elektrárny Tisová

ETI I - tvoří dva kotle s fluidním spalováním se sběrníkovým uspořádáním, každý kotel o výkonu 350 t/h, TG1 - kondenzační turbína, rovnotlaká, dvoutělesová o výkonu 57 MW, TG2 a TG3 - kondenzační turbíny, rovnotlaké, dvoutělesové o výkonu 57 MW s jedním regulovaným odběrem páry, TG5 protitlaková turbína o výkonu 12,8 MW, jednotělesová, kombinovaná.

ETI II – blokově uspořádána, tvořena granulačním kotlem o výkonu 330 t/h a TG6 - kondenzační turbína 105 MW, třítělesová, rovnotlaká s přehříváním páry.

Ročně je vyrobeno v ETI I. a II. cca 1,3 TWh elektrické energie. Tepla je dodáno cca 750 TJ pro teplofikaci měst: Sokolov, Habartov, Březová, Bukovany, Svatava, Královské Poříčí a průmyslové budovy. Palivem pro výrobu je sokolovské hnědé uhlí, které je přiváženo kolejovou dopravou od těžební společnosti Sokolovská uhelná a.s. Jako zdroj technologické vody využívá elektrárna Tisová řeky Ohře a sousedního odkaliště bývalého lomu Silvestr. [12]

2.2 Zařízení určená k údržbě a opravě

Zařízení určené k údržbě a opravě je součástí parního kotle G 330 t/h ETI II. (bloku č. 6.). Výrobce parního kotle umístěného v ETI II., je společnost SES Tlmače. Výrobce instalovaných plynových hořáků je společnost PBS Brno, dodávku realizovala společnost Vítkovice, a.s. Dodavatelem systému DENOX je též společnost Vítkovice, a.s.

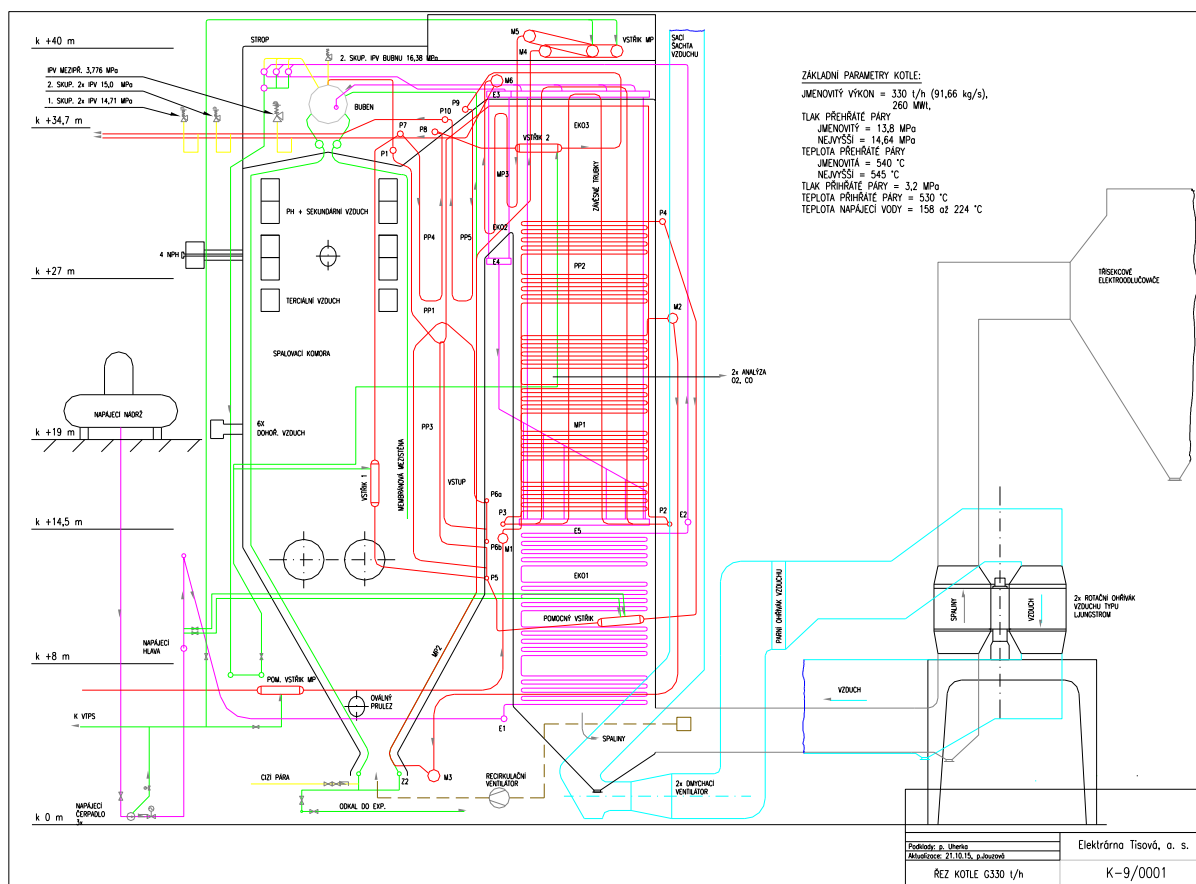
Hlavními součástmi ETI II (bloku 6.) jsou, kotel G330 t/h, který je v řezu ukázán na obrázku 2-3, a parní turbína TG 110 MW. Tyto logické celky (zařízení) jsou uspořádána blokově a jsou na sobě přímo vázány. Za účelem provozu, najíždění a odstavení, je zařízení kotle propojeno s ostatním společným zařízením ETI.

Kotel G 330 t/h je kotlem strmotrubným, jednobubnovým, třítahovým s přirozenou cirkulací, granulační, s přímým foukáním uhelného prášku do spalovací komory a s plně vychlazenou spalovací komorou. K přehřívání admisní páry je určeno pět stupňů přehříváků systému kotle. Pro přehřívání páry, která vystupuje z vysokotlakého dílu turbíny je využit dělený mezipřehříváč. Kotel je dále tvořen dvoutahovým výparníkem a třetím tahem, nebo též dodatkovými plochami. Výparník je složen z kotelního bubnu, systémem zavodňovacích a varných trubek se zavodňovacími komorami. Boční a přední výparníkové stěny tvoří varné trubky. Zadní stěna je tvořena trubkami druhé části mezipřehříváče a varnými trubkami. [13]

Spalovací komora je oddělena od druhého tahu membránovou stěnou, která je tvořena též varnými trubkami. Ve spodní části spalovací komory je napojena výsypka s dvěma řetězovými podavači (vynašeči strusky) a navazujícím drtičem strusky. Struska jako odpad z kotle se splavuje pomocí vody do bagrovací stanice a dále se za pomoci bagrovacích čerpadel čerpá na uložení Silvestr.

Technická data kotle: [13]

<i>jmenovitý výkon (parní)</i>	<i>91,66 kg/s</i>	<i>330 t/h</i>
<i>max. výkon bez stabilizace</i>	<i>55 kg/s</i>	
<i>regulační rozsah</i>	<i>70 – 100 %</i>	
<i>provozní tlak přehřáté páry</i>	<i>13,70 MPa</i>	
<i>nejvyšší tlak přehřáté páry</i>	<i>14,64 MPa</i>	
<i>zkušební tlak</i>	<i>21,37 MPa</i>	
<i>jmenovitá teplota přehřáté páry</i>	<i>540 °C</i>	
<i>nejvyšší teplota přehřáté páry</i>	<i>545 °C</i>	
<i>množství vratné páry</i>	<i>82,5 kg/s</i>	<i>297 t/h</i>
<i>teplota vratné páry</i>	<i>335 °C</i>	
<i>tlak vratné páry</i>	<i>3,2 MPa</i>	
<i>teplota přehřáté páry</i>	<i>530 °C</i>	
<i>tlak přehřáté páry</i>	<i>3,2 MPa</i>	
<i>zkušební přetlak (přehřáté páry)</i>	<i>4,78 MPa</i>	
<i>teplota napájecí vody bez VTO</i>	<i>158 °C</i>	
<i>teplota vody s VTO 1 a 2</i>	<i>224 °C</i>	
<i>nejnižší teplota vzduchu (před parním ohřívákem)</i>	<i>5 °C</i>	
<i>maximální teplota vzduchu (za parním ohřívákem)</i>	<i>80 °C</i>	
<i>teplota vzduchu (za rotačním ohřívákem)</i>	<i>225 °C</i>	
<i>teplota spalin (před rotačním ohřívákem)</i>	<i>254 °C</i>	
<i>teplota spalin (za rotačním ohřívákem)</i>	<i>180 °C</i>	
<i>množství spalin (za EO)</i>	<i>557000 Nm³/h</i>	<i>154,72 Nm³/sec</i>
<i>účinnost kotle (při jmenovitém výkonu)</i>	<i>87,9 %</i>	
<i>délka kotle</i>	<i>20,8 m</i>	
<i>výška kotle</i>	<i>40 m</i>	
<i>šířka kotle</i>	<i>14 m</i>	
<i>hmotnost kotle</i>	<i>1908 t</i>	
<i>celkový vodní obsah kotle</i>	<i>cca 247 m³</i>	



Obr. 2-3 – Řez kotle G330 t/h [13]

Rozšířená GO v roce 1997 znamenala některé zásadní technické změny: [13]

- provedena výměna 4. a 5. přehříváče
- výměna mazutových hořáků za plynové hořáky
- výměna řídicího systému kotle za nový systém Damatic
- vybudování zařízení pro odsiřování spalin mokrou vápencovou vypírkou
- rozsáhlá rekonstrukce odtahování popela z elektroudličovačů (suchou cestou)
- rekonstrukce vynašečů strusky a drtiče strusky
- rekonstrukce práškových hořáků, jejímž výsledkem je snížení NO_x a CO ve spalinách kotle a snížení teploty v aktivní zóně hoření (SK) a zvýšení teplot mezipřehřáté páry
- rekonstrukce opláštění kotle z důvodu zamezení přísávání falešného vzduchu

Plánovaná oprava v roce 2009 zahrnovala: [13]

- zabudování systému recirkulace spalin v rámci snížení NO_x

Plánovaná oprava v roce 2011 zahrnovala: [13]

- výměna řídicího systému Damatic za Metso DNA

2.2.1 Ventilátorový mlýn

Nedílnou součástí kotle G330 t/h jsou ventilátorové mlýny – zařízení na úpravu (mletí) paliva. Toto zařízení vyžaduje v současné době značné údržbářské zásahy v pravidelných periodách. Provádějí se zde opravy nebo výměny opotřebovaných náhradních dílů: mlecí kolo, mlecí desky, rohové pancíře, hranoly, pancíře skříně, opravy netěsností skříně atd.

Popis strojního zařízení: [13]

Ventilátorové mlýny jsou usazené na základech na podlaží kóty 0 m. Levá strana kotle - VM 91, 92 a pravá strana kotle - VM 93, 94.

Ventilátorový mlýn se skládá ze skříně, hřídele osazené mlecím kolem, uzavíracích vrat, pohonné jednotky (motoru), převodové skříně s olejovým čerpadlem a chladičem oleje. Skříň ventilátorového mlýnu je usazena na vlastním železobetonovém základu. Skříň ventilátorového mlýnu: boky skříně jsou opatřeny pancéřováním - hranoly, v čele skříně jsou šrouby připevněna vrata s hranoly ve skluzu. Vrata ventilátorového mlýnu jsou posuvná po kolejových drážkách. V horní části jsou vůči svodu ze sušky utěsněna proti přísávání falešného vzduchu. Na horní části skříně je přírubově usazen ohybový třidič. Zadní částí skříně ventilátorového mlýnu prochází hřídel mlecího kola, která je součástí převodové skříně. Mlecí kolo je uchyceno na hřídeli maticí na kuželovém konci a momentová síla je přenášena perem. Pohon přenáší krouticí moment prostřednictvím spojky s pružnými prvky, na hnací hřídel převodové skříně, kde výstupní hřídel unáší mlecí kolo.

Ložiska hřídelí převodové skříně jsou chlazena a mazána tlakovým olejem prostřednictvím olejového zubového čerpadla. Olej je nasáván čerpadlem ze spodní části převodové skříně a tlačěn přes olejový filtr a chladič rozvodnými trubkami na ložiska a ozubení. Tlak oleje lze seřizovat armaturou nebo clonami v rozvodném potrubí. Tlak oleje je hlídán přímým manometrem a manostatem. Pokles tlaku oleje pod minimální hranici odstaví s časovým zpožděním cca 4 minuty ventilátorový mlýn. Z důvodu nežádoucího přetlaku je okruh jištěn pojistným ventilem. Čistotu oleje na sání čerpadla zajišťuje vestavěný filtr. Olejová náplň v chladiči je chlazena surovou vodou z rozvodu kotle. Množství protékající vody lze regulovat ruční (uzavírací) armaturou na přívodu vody k olejovému chladiči. Odpadní voda je vedena potrubím do vychlazovací jímky. Doplnění oleje do převodové skříně se provádí vždy při poklesu hladiny v olejoznanu na označenou minimální hladinu. Kontrola stavu oleje se provádí minimálně každých 8 hodin obslužným personálem, který pravidelně provádí pochůzky. Současně se provádí i kontrola těsnosti olejového systému a kontrola chodu olejového čerpadla. Veškeré závady se musí neprodleně odstraňovat.

Ventilátorový mlýn má tři funkce: vysoušení paliva, mletí paliva a dopravu namletého paliva práškovody a práškovými hořáky do spalovací komory. Ventilátorový mlýn nasává ze spalovací komory přes sušku spaliny. V sušce je postupující (padající) palivo předsušeno (zbaveno povrchové vlhkosti). Takto předsušené palivo je mlecím kolem rozemleto a současně dosušeno. Ventilací účinky zajistí, že je prášková směs dopravována přes ohybový třidič, kde dochází k odloučení hrubší frakce, která padá zpět návratovou klapkou do ventilátorového mlýnu a jemná frakce je dopravována do práškového potrubí a dále pak do spalovací komory. Veškeré části mlecí skříně jsou vystaveny enormnímu opotřebení abrazí. Proto jsou opatřeny výměnnými pancíři. Pohon ventilátorového mlýnu je ovládán z řídicího systému. Lokální ovládání ventilátorového mlýnu je v blokové rozvodně.

Pohon OČ je ovládán z řídicího systému. Lokální ovládání je v blokové rozvodně. Pohon OČ je zařazen do blokády MO.

Pohon ventilátorového mlýnu je zařazen do blokády pohonů kotle.

Technická data MV 67.16: [13]

<i>ventilátorový mlýn (K9)</i>	4 ks
<i>typ mlýnu</i>	MV 67.16
<i>vnější průměr mlecího kola</i>	2 600 mm
<i>vnitřní průměr mlecího kola</i>	800 mm
<i>počet lopatek mlecího kola</i>	12
<i>otáčky rotoru mlýnu</i>	600 ot./min
<i>výkon ventilátorového mlýnu</i>	50 t/hod.
<i>jemnost mletí</i>	zbytek na síť 0,09 - 60 %
<i>vlhkost uhelného prášku</i>	4 až 10 %
<i>teplota spalin</i>	cca 1000 °C
<i>podtlak v místě nasávání spalin</i>	100 Pa
<i>teplota horkého vzduchu</i>	280 °C
<i>teplota studeného vzduchu</i>	30 °C
<i>teplota teplého vzduchu</i>	cca 30 °C
<i>průměrná teplota směsi za třidičem</i>	150 °C
<i>typ pohonu</i>	3 N4-710 X-6
<i>výkon pohonu</i>	630 kW
<i>napětí pohonu</i>	6 kV
<i>jmenovitý proud pohonu</i>	76 A
<i>otáčky</i>	990 ot./min
<i>převod v ložiskové skříně</i>	$i = 128$ $z = 1,641$ 78 z
<i>olejová náplň</i>	200 l
<i>spojka</i>	VPS 2
<i>teplota ložisek převodové skříně (max.)</i>	85 °C
<i>teplota ložisek motoru (max.)</i>	85 °C
<i>tlak oleje</i>	vyšší než 50 kPa
<i>teplota za třidičem (max.)</i>	250 °C
<i>olejové čerpadlo</i>	1" ZOM-20-10-LO-02-FE
<i>výkon olejového čerpadla</i>	20 l/min při viskozitě 72 mm ² /sec
<i>tlak olejového čerpadla</i>	0,5 MPa
<i>minimální tlak oleje (provozní)</i>	50 kPa
<i>provozní tlak oleje</i>	100 - 120kPa
<i>elektromotor olejového čerpadla</i>	4AP-90 L-6
<i>výkon olejového čerpadla</i>	1,1 kW
<i>napětí olejového čerpadla</i>	380 V
<i>otáčky olejového čerpadla</i>	950 ot./min.
<i>chladicí voda</i>	5 - 7 m ³ /hod.

2.2.2 Ohybový třídič

Na výstup z ventilátorového mlýnu navazuje další zařízení, které je součástí mlecích okruhů – takzvaný ohybový třídič, který je určen k třídění paliva a jeho následného usměrnění. Na tomto zařízení se nejčastěji provádějí opravy nebo výměny opotřebovaných náhradních dílů abrazí: hranoly, pancíře skříně, opravy netěsností skříně, opravy klapek atd.

Popis strojního zařízení: [13]

Namletý uhelný prášek je z ventilátorového mlýnu působením ventilačního účinku oběžného mlecího kola vynášen do ohybového třídiče, usazeného na horní přírubě skříně ventilátorového mlýnu. Části třídiče, nejvíce ohrožené abrazí jsou vyloženy vyměnitelnými pancíři. Třídič je osazen ovladatelnými klapkami ve směru proudění namletého prášku: [13]

- pomocné usměrňovací klapky K5
- hlavní třídící klapka označena K3
- nárazová klapka K4

Uvnitř třídiče, odklonem proudu směsi určeným polohou nastavitelných klapek (K3, K4 a K5), je odlučována hrubá frakce prášku - krupice, která se vrací návratovou výsypkou přes nastavitelné šoupátko návratu zpět do sání mlýnu. Jemnější odloučená frakce prášku je unášena dále do práškovodu kruhového průřezu vystupujícího ze střechy třídiče. Třídící klapky a šoupátko návratu, jsou ručně ovládány z plošiny třídiče umístěné na kótě cca +5,0 m pro určení polohy jsou vybaveny plechovými ukazateli polohy. Mazání převodů a pouzder klapek se provádí plastickým mazivem PM-NH2, mazání ucpávek klapek se provádí grafitem PM.

Základní nastavení klapek K3, K4 a K5 v třídiči: [13]

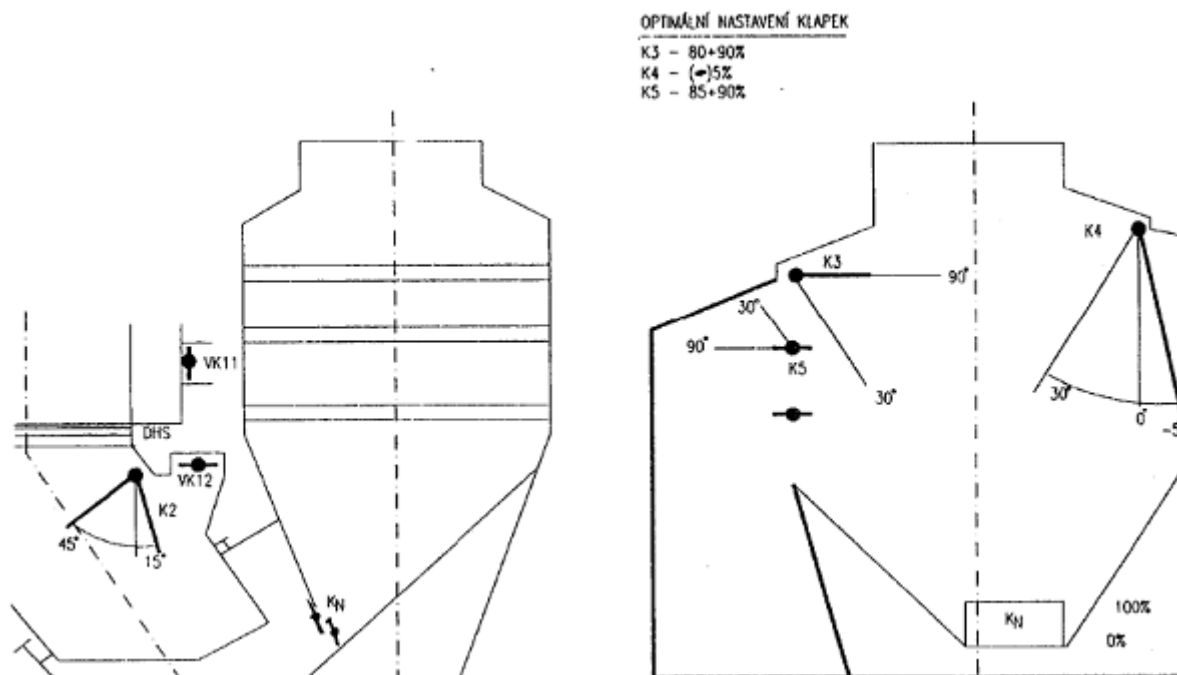
- klapka K3 - trvale nastavená na 65 – 75°
- klapka K4 - trvale nastavená na minus 5°
- klapka K5 - trvale nastavená na 80 – 90°
- šoupátko návratu – poloha je ovládána řídicím systémem od teploty směsi za třídičem

Schéma umístění klapek v ohybovém třídiči je vidět na obrázku 2-4.

Variabilní nastavení klapky K3: [13]

- klapka K 3 – je nastavována dle počtu odjetých hodin VM
- | | |
|------------------------|-------------------|
| 0 – 500 hodin | 55° od svislé osy |
| 501 – 1 000 hodin | 65° od svislé osy |
| 1 001 – 1 500 hodin | 75° od svislé osy |
| 1 501 – do výměny kola | 90° od svislé osy |

O tom, jak bude nastavena klapka, rozhoduje vedoucí oddělení PoZ kotelna zvláštním písemným pokynem. [13]



Obr. 2-4 – Ohybový tříděč - klapky [13]

2.3 IT podpora údržby

Zadávání opravy probíhá formou vystavení pracovního příkazu, který obsahuje technologický postup opravy, pracovní skupinu, název zařízení, jednoznačný identifikátor zařízení, zhotovitele, stanovené hodiny opravy, zajištění zařízení z důvodu bezpečnosti při opravě atd. Hlavička pracovního příkazu SW AssetSuite, PassPort AS6 je na obrázku 2-5.

Detaily úkolu PP																	
* Úkol	Pořadí	Stav	Spěšnost	Stav př.	Detail	Instrukce	Plánování	Zdroje	Materiál	ŽNM	Dokumenty	Požadavky	Nást.	Dodavatel	KJ	Závazky	Spz
01	01	PŘIPRAV	2	N													

Obr. 2-5 – SW AssetSuite, PassPort AS6 – Pracovní příkaz [14]

K podpoře a zajištění činností při opravách se dále využívají následující podpůrné SW:

- SW AssetSuite, PassPort AS6 – softwarová podpora činností ve společnosti, primární systém pro správy majetku. Používá se pro přípravu pracovních příkazů, požadavků na kontrakt, žádanek na materiál, požadavků na zajištění zařízení atd.
- SW TIPOM – tvoří softwarovou podporu investičních záměrů a CI

- SW SAP – je podpůrný systém, podpory funkcí analytických činností, financí, zajišťování a řízení lidských zdrojů, podpora logistiky atd. SW SAP je komunikačně napojen na dalších osm systémů, které podporují procesy ve společnosti ETI, a. s.
- SW KPV – tvoří katalogy materiálů, tvorbu rozpočtu, plánovanou údržbu, registr zařízení elektrárny, atd. – obrázek 2-7.
- SW Microsoft Office – Word, Excel, PowerPoint
- SW Microsoft Project 2010 – plánování projektů PO, BO, GO, atd. (výstupem je HMG)

AB	OJ	blok	sys	třída	dr. z.	č. zař.	dr. k.	č. komp.	název
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AA	21HFC40AA001A			HL.UZÁV.PRÁŠKOV.94
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AA	21HFC40AA401E			KL.TEP.VZ.DO VM94
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AA	21HFC40AA401E	-M	21HFC40AA401E01	EL.POH.KL.TE.V.VM94
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AA	21HFC40AA402E			REG.KL.SPAL. VM94
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AA	21HFC40AA402E	-M	21HFC40AA402E01	ELP.REG.KL.SP.VM94
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AJ	21HFC40AJ001E			VENTILÁTOROVÝ MLÝN (TYP 67) VM 94 (MO4)
<input type="checkbox"/>	A	TI	21	HF	AJ	21HFC40AJ001E	-M	21HFC40AJ001E01	E-POHON VENTILÁTOROVÉHO MLÝNA 94

Obr. 2-6 – SW KPV – Registr zařízení [15]

2.4 Současný způsob údržby

Při provozování kotle jsou vždy v provozu tři mlecí okruhy a čtvrtý mlecí okruh je v opravě nebo záloze. U odstaveného mlecího okruhu dochází zpravidla ke kontrole ventilátorového mlýnu a ohybového třidiče. Výsledkem kontrol bývá většinou následný údržbový zásah na vnitřních částech (mlecí kolo, rohové pancíře, hranoly obvodu, hranoly výtlaku, pancíře skříně atd.). Před zahájením kontroly je zapotřebí v součinnosti s provozem, zajistit soustrojí proti nechtěnému uvedení do provozu a zaslepit výtlak z ohybového třidiče do práškovodu a to z důvodu zpětného proudění spalín. Poté se provede vnitřní kontrola buď otevřením kontrolních průlezů skříně, nebo odtažením vstupních vrat na sání. Po ukončení kontroly nebo opravy se uzavřou kontrolní průlezy, vrata na sání, odslepí se výtlak z ohybového třidiče do práškovodu a zařízení se předá do zálohy nebo k přejetí mlecích okruhů, pro možnou další kontrolu jiného okruhu.

Prohlídky ventilátorových mlýnů a ohybových třidičů se provádějí přibližně po 100 – 150 hodinách provozu na palivo jednoho mlecího okruhu. To znamená odstavení zařízení a provedení kontroly. V případě potřeby se provede oprava a zařízení se opět uvede do provozu. Každá skupina dílů se mění s různou mírou opotřebení v nestejných časových intervalech. Zcela zde chybí soulad výměny více dílů současně pro efektivnější provádění údržbářských zásahů a prodloužení period mezi jednotlivými odstávkami zařízení.

Podnětem k racionalizaci oprav a údržby ventilátorových mlýnů byly tedy vyšší náklady na péči o výrobní zařízení, krátká doba využití dílů zařízení, časté a mnohdy neefektivní kontroly.

2.4.1 Výměna dílů

Hlavním smyslem kontrol je nalezení opotřebovaných dílů a jejich oprava, nebo výměna za nové. Využívají se zde dvě hlavní metody oprav: *Oprava po prohlídce* nebo méně obvyklá *Oprava po poruše*.

Mezi klíčové díly patří rohové pancíře, mlecí desky, hranoly, pancíře boků skříně a chrániče kola. Umístění rohových pancířů a hranolů uvnitř skříně ventilátorového mlýnu je zakresleno do obrázku 2-7.



Obr. 2-7 – Skříň ventilátorového mlýnu [16]

Mlecí desky spolu s rohovými pancíři patří k nejvíce namáhaným dílům abrazí. To vede k jejich postupné výměně dle opotřebování. Časové intervaly výměn jednotlivých hlavních dílů:

- *Mlecí desky* – výměna se provádí v rozmezí 2350 - 2500 hodin. Na obrázku 2-8 je vidět mlecí kolo po provedené opravě a připravené pro zpětnou montáž. Byla provedena výměna: mlecích desek, zajištění mlecích desek, chrániče mezikruží a chráničů „příložek“.



Obr. 2-8 – Mlecí desky v kole [17]

- *Rohový pancíř* – nový rohový pancíř je vidět na obrázku 2-9.



Obr. 2-9 – Rohový pancíř - nový [18]

- *Rohové pancíře* – výměna se provádí přibližně po 600 hodinách, obr. 2-10 znázorňuje sadu rohových pancířů před výměnou.



Obr. 2-10 – Rohové pancíře – cca 600 hodin [19]

2.5 Analýza nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů

V předchozích letech byly prováděny jen údržbové zásahy na zařízení po prohlídce nebo po poruše. To znamená, že nebyl vytvořen ucelený koncept údržby zařízení, který by specifikoval jednotlivé kroky. Opravy se tedy prováděly tak, aby provozuschopnost zařízení byla téměř 100 %. To vedlo ke zvýšeným nákladům na údržbu zařízení.

Na základě porovnání jednotlivých ukazatelů provozu technologického zařízení mezi klasickými elektrárnami ve skupině ČEZ, bylo zjištěno, že je možné dosáhnout snížení nákladů na údržbu. Bylo zahájeno podrobné sledování opotřebování jednotlivých dílů zařízení abrazí a vyhotovování záznamů jejich vývoje.

Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů představují hlavní část rozpočtu údržby kotle K9 ETI II. Tyto náklady se dají dělit na náklady pravidelné (po opotřebení) a nepravidelné (poruchy).

Zásadními pravidelnými náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů jsou:

- mlecí desky
- rohové pancíře
- hranoly
- pancíře (ochrana bočních stěn VM a TR)
- výkon (odpracované hodiny)
- ostatní (plyny, svářecí materiál, brusný materiál atd.)

Zásadními nepravidelnými náklady na opravy mlecích okruhů při poruchách jsou:

- ložisková skříň (ložiska, ozubené soukolí)
- hřídele mlecího kola
- elektromotor
- fréza soustrojí
- olejový chladič
- oprava základů

Analýza nákladů na údržbu mlecích okruhů vychází z provozních hodin, množství spáleného uhlí a nákladů na péči o zařízení.

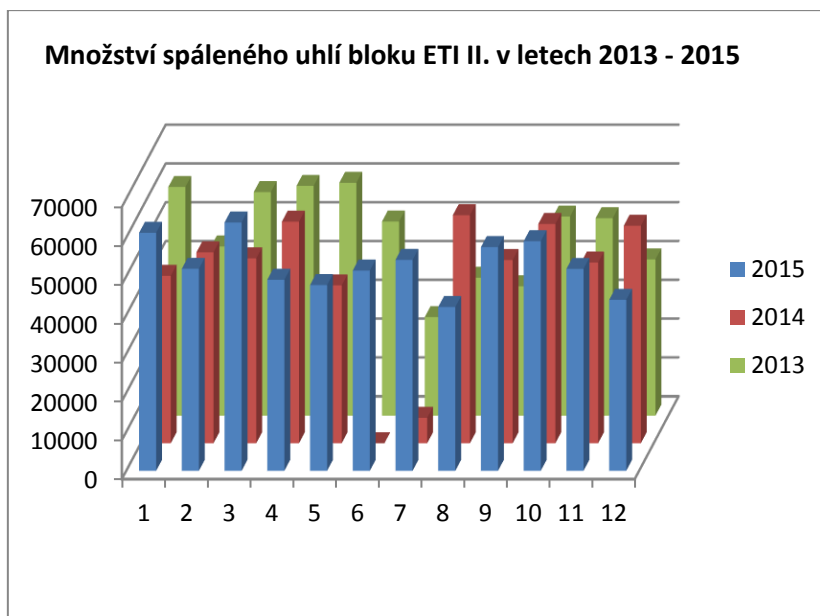
2.5.1 Množství spáleného uhlí bloku ETI II. v letech 2013 – 2015

Množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2015 v ETI II. je vidět v tabulce 2-1, kde je rozděleno na spotřebu v jednotlivých měsících a letech.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	58889	43544	57580	59167	59950	49970	25342	35479	33296	51257	50840	40206	565520
2014	43062	49103	47556	57022	40598	0	6517	58694	47128	56428	46481	55975	508564
2015	61213	51940	63884	49106	47749	51487	54229	42093	57536	59051	51899	43938	634125

Tab. 2-1 – Tabulka - množství spáleného uhlí v letech 2013 - 2015 [20]

Celkem v ETI II. bylo spáleno v rozmezí let 2013 – 2015 téměř 1,71 milionu tun hnědého uhlí. Na obrázku 2-11 je množství spáleného uhlí ukázáno graficky.



Obr. 2-11 – Graf - množství spáleného uhlí v letech 2013 - 2015 [21]

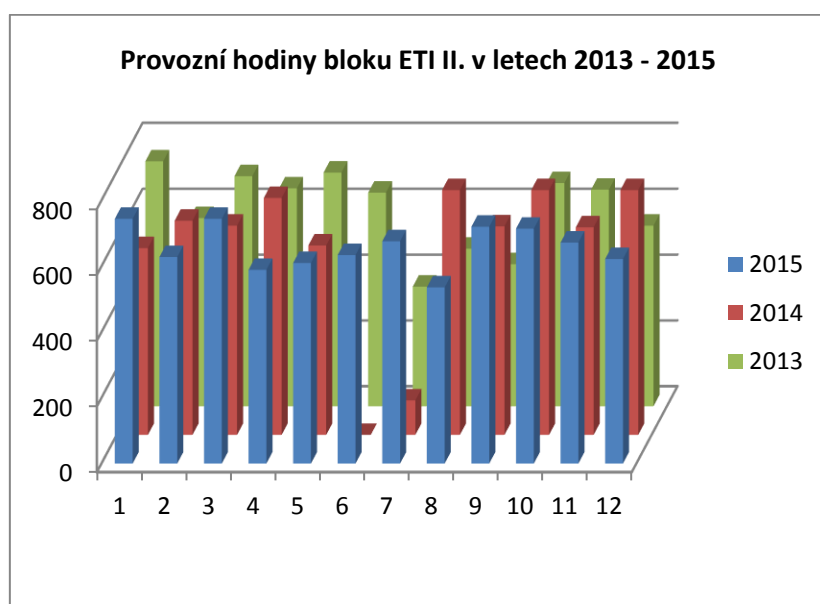
2.5.2 Provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2015

Hodiny provozu kotle v letech 2013 – 2015 v ETI II. jsou vidět v tabulce 2-2, kde je provedeno rozdělení na hodiny provozu v jednotlivých měsících a letech.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	744	572	699	662	710	649	364	479	432	678	658	549	7196
2014	568	651	636	720	576	0	105	744	634	744	631	744	6753
2015	744	628	744	589	610	634	676	536	720	714	672	622	7889

Tab. 2-2 – Tabulka - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 - 2015 [22]

Provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 - 2015 jsou zobrazeny v grafu na obrázku 2-12.



Obr. 2-12 – Graf - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 - 2015 [23]

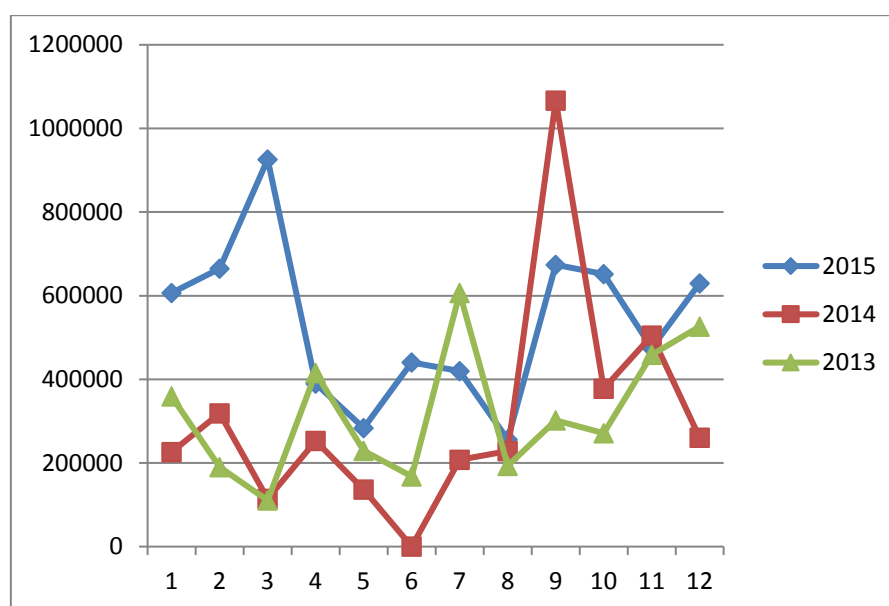
2.5.3 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů v letech 2013 – 2015

Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů v letech 2013 – 2015 se skládají z výkonu, materiálu (ND) a ostatních (svařovací materiál, technické plyny, brusné kotouče atd.). Náklady jsou vidět v tabulce 2-3, kde je provedeno rozdělení na náklady v jednotlivých měsících a letech.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	359407	190330	110527	415371	229531	167702	606296	192815	302150	271351	458886	526577	3830942
2014	225874	318779	114667	252683	136608	0	207947	228165	1067010	377922	504479	260440	3694574
2015	606435	664923	926059	389788	283220	440105	419507	256048	674038	651385	475254	629466	6416229

Tab. 2-3 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2015 [24]

Celkové náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů za sledované období jsou 13 941 745 Kč. Vývoj nákladů v letech 2013 – 2015 je graficky znázorněn na obrázku 2-13.



Obr. 2-13 – Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2015 [25]

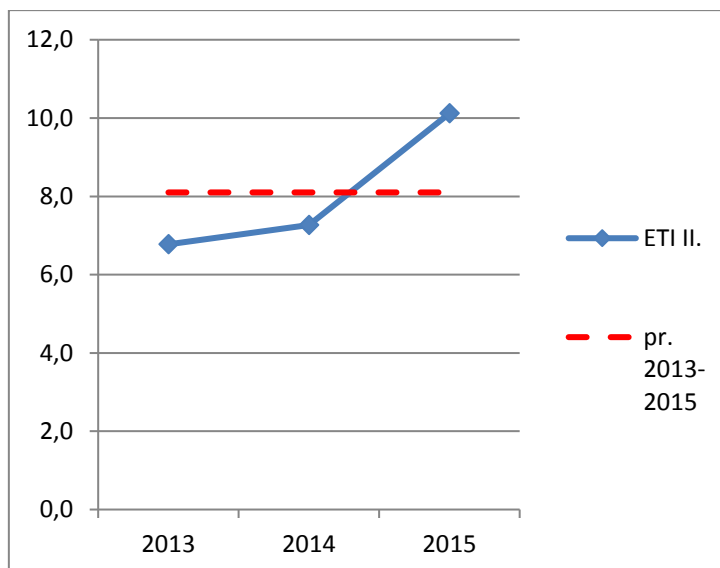
2.5.4 Náklady na údržbu a opravy vztahované na mletí 1 tuny paliva [Kč/t_{paliva}]

Výsledky nákladů na údržbu a opravy vztahované na mletí 1 tuny paliva v letech 2013 – 2015 v ETI II, které jsou vidět v tabulce 2-4, vycházejí z celkových nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů, které se dělí množstvím spáleného uhlí.

	2013	2014	2015	průměr
ETI II	6,8	7,3	10,1	8,1

Tab. 2-4 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztahované na mletí 1 tuny paliva [26]

Průměrné náklady na údržbu a opravy vztahované na mletí 1 tuny paliva v letech 2013 – 2015 činí 8,1 Kč. Graf na obrázku 2-14 znázorňuje vývoj těchto nákladů.



Obr. 2-14 – Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva [27]

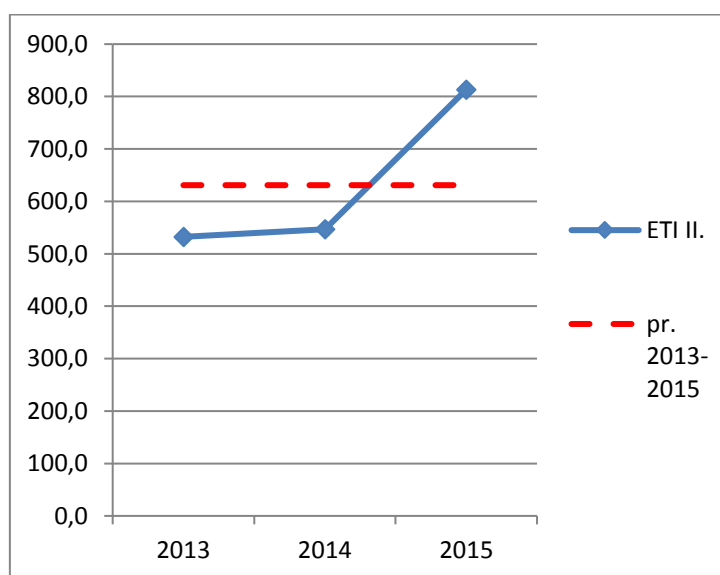
2.5.5 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bloku [Kč/h_{provoz}]

Výsledky nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bloku, které jsou uvedeny v tabulce 2-5, vycházejí z celkových nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů, které se dělí provozními hodinami.

	2013	2014	2015	průměr
ETI II	532,4	547,1	813,3	630,9

Tab. 2-5 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu [28]

Výpočet nezohledňuje počet ventilátorových mlýnů bloku ETI II. Průměrné náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bloku činí 631 Kč. Graf na obrázku 2-15 znázorňuje vývoj nákladů.



Obr. 2-15 – Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu [29]

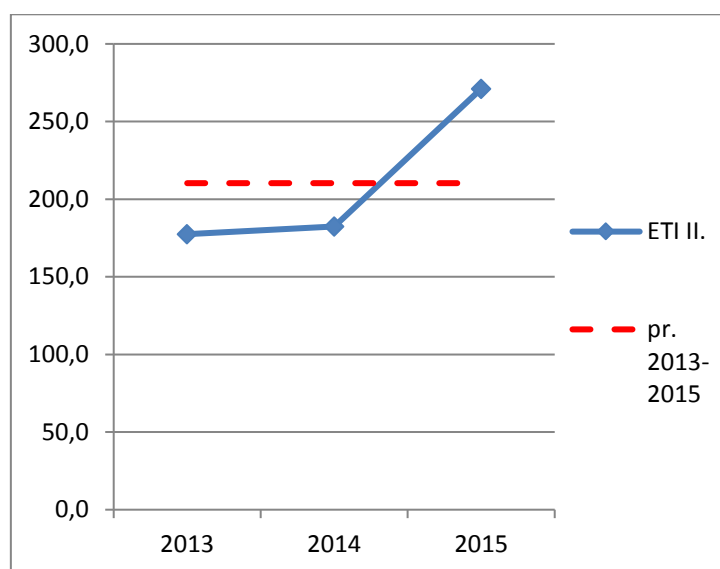
2.5.6 Náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu [Kč/h_{provoz_1MO}]

Na bloku ETI II. jsou umístěny 4 mlecí okruhy. Z toho v provozu jsou 3 mlecí okruhy a 1 mlecí okruh je v záloze nebo opravě. Průměrné náklady na údržbu a opravy vztažené na 1 mlecí okruh činí necelých 211 Kč. Výsledky nákladů na údržbu a opravy jednoho mlecího okruhu vztažené na provozní hodinu bloku, které jsou uvedeny v tabulce 2-6, vycházejí z celkových nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů, po zohlednění, že jeden mlecí okruh je mimo provoz.

	2013	2014	2015	průměr
ETI II	177,5	182,4	271,1	210,3

Tab. 2-6 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva [30]

Graf na obrázku 2-16 znázorňuje vývoj průměrných nákladů 1 mlecího okruhu.



Obr. 2-16 – Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva [31]

Z vývoje nákladů na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva znázorněné v grafu na obrázku 2-16, je patrný postupný nárůst nákladů způsobený především:

- častými odstávkami s následnými kontrolami zařízení, které bývají v některých případech zbytečné (jsou bez údržbového zásahu)
- výměnou dílů s nevyužitou životností (rohové pancíře, mlecí desky, hranoly atd.)
- nestejnou výměnou různých druhů dílů v závislosti na opotřebenosti abrazí
- chybějící komunikací s ostatními správci obdobného zařízení v rámci klasických elektráren s ohledem na možnost využívat různé technologie ochrany materiálů před abrazí
- chybějícími záznamy v jednoduché a přehledné formě o zadaných a vykonaných údržbových zásazích, to znamená možnost čerpání údajů z historie oprav
- nedostatečnou průběžnou kontrolou s včasnou diagnostikou

Provedená analýza nákladů dle jednotlivých ukazatelů nám ukazuje postupné zvyšování nákladů na údržbu a opravy v letech 2013 - 2015. Nejvyšších nákladů na údržbu a opravy se dosáhlo v roce 2015, celkem 6,42 mil. Kč a to při srovnatelné spotřebě paliva v letech 2013 - 2015.

Z provedené analýzy vyplývá, že zařízení je zbytečně "přeudržováno" a je zapotřebí provést taková opatření, která povedou ke snížení nákladů. V některých případech jsou zbytečně prováděny výměny komponent, které nejsou na hranici své životnosti. Z tohoto důvodu je zapotřebí omezit počet kontrol zařízení a zvýšit životnost používaných dílů. Například rohové pancíře se vyměňují jako sada 10 ks, přičemž by stačilo provést výměnu 3 ks nejvíce zatížených pancířů provozem a tím prodloužit jejich životnost jako celku. Dále se musíme soustředit na zvýšení kvality vizuálních kontrol správců zařízení, pracovníků provádějící preventivní údržbu a obsluhujícího personálu.

Neefektivní využívání životnosti dílů vede k častým odstávkám soustrojí pro provádění kontrol, údržbových zásahů a předčasným výměnám dílů. Tyto zásahy omezují využívání skupin pracovníků určených pro opravy mlecích okruhů k opravám jiných technologických skupin nebo logických a technologických celků ostatních zařízení ETI.

Pracovníci provádějící opravy postupují podle neaktualizovaných technologických postupů s ohledem na nově vznikající požadavky účinného snížení nákladů a zvýšení provozuschopnosti. Dále není jasně stanovena komunikace mezi technologií údržby a pracovníky provádějící opravy s ohledem na různou pracovní dobu. Pracovníci provozující zařízení nejsou dostatečně zapojeni do účasti na aktivním pozorování zařízení s vyhledáváním odchylek předcházející poruchám, jako je například postupné zvyšování vibrací. Zvyšování vibrací, může mít za následek poškození ložisek převodové skříně VM, poškození hřídele, poškození základů atd. Přitom by mohlo stačit včas anomálii (zvyšování vibrací) zachytit a za pomoci údržbového personálu pouze dotáhnout a vyvážit mlecí kolo. Takto provedený údržbový zásah je počítán v řádu několika málo hodin. V případě poruchy ložisek by oprava mohla trvat i několik dnů.

Na základě analýzy nákladů na údržbu a opravy zařízení (mlecích okruhů), budou vypracována opatření vedoucí k racionalizaci.

3 Návrh a realizace změn údržby

K vytvoření návrhu a samotné realizaci změn v údržbě, je zapotřebí vycházet z její obecné charakteristiky. V té jsou zahrnuty všechny hlavní nosné prvky samotné údržby.

3.1 Obecná charakteristika plánované údržby

Plánovaná údržba nebo oprava se provádí v předem stanoveném termínu dle stanoveného plánu, a to napomáhá k odstranění určitých disproporcí, které vznikají při odstavení zařízení z provozu. Opravy zařízení se tedy v určité periodě opakují. Periody oprav jsou stanoveny výrobcem zařízení, historií údržby a provozovatelem zařízení. Aktuální znalost opotřebenosti zařízení, dává možnost zkrátit nebo prodloužit periody oprav dle požadavku provozu. Součástí plánované údržby je zajištění potřebného počtu dílů určených k výměně, provádění diagnostického měření v předem určených časových intervalech akreditovaným specialistou, koordinační činností a zajišťování externích firem provádějících opravy.

Podněty pro provádění údržbových zásahů

- zajištění požadované úrovně v oblasti disponibility řízení
- zajištění minimálního počtu poruchových stavů zařízení
- udržování zařízení na přijatelné technické úrovni odpovídající jeho poslání
- zabránění úniků provozních kapalin
- snížení vibrací soustrojí na minimální hodnoty
- odstraňování netěsností
- zajištění bezpečnosti při provozu
- dodržování BOZP, PO a EMS
- renovace
- rekonstrukce

Hlavní cíl a účel údržby

Hlavním cílem údržby je provádění oprav zařízení na takové úrovni, aby odpovídala stanoveným technickým požadavkům a byly eliminovány poruchové stavy a s tím spojené snižování výkonu nebo odstavení hlavního výrobního zařízení.

Hlavní požadavky a přínosy údržby

- minimalizace poruchových stavů
- udržování zařízení na takové technické úrovni, která zajistí maximální účinnost kotle
- minimalizace úniku provozních kapalin
- zamezení prašnosti
- bezpečnost provozu
- periodické školení a kontroly BOZP, PO a EMS

Technická příprava údržby

Technická dokumentace pro údržbu:

- technická specifikace zařízení
- katalog náhradních dílů
- výkresová dokumentace
- schéma technologie (technologického celku)

- návod k obsluze zařízení
- návod k údržbě zařízení
- diagnostika zařízení (měření vibrací)
- mazací plán
- historické záznamy

Hlavním úkolem technické přípravy údržby je:

- zajištění náhradních dílů formou žádanky na práci (mlecí desky, rohové pancíře, ložiska, hranoly, elektrody pro svařování atd.)
- zajištění náhradních dílů formou pracovního příkazu (výroba pancířů, výroba klapek, příprava mlecích kol, opravy převodovek atd.)
- technická příprava a vystavování požadavků na kontrakt pro zadávání oprav externími firmami (oprava elektromotorů, GO převodových skříní atd.)
- vystavování pracovních příkazů pro opravy zařízení
- dohled při opravách
- investiční akce vedoucí k vylepšení technického stavu zařízení

Koordinační činnosti oprav:

- vystavení požadavku na opravu (příkaz zajištění zařízení)
- vystavení S/V příkazu (práce s otevřeným ohněm), určení typu požárního dozoru a jeho zajištění
- spolupráce s mistrem provozovatele, obsluhou zařízení a pracovníky zhotovitele
- kontrola dodržování BOZP, PO a EMS

Tyto obecné zásady využijeme při racionalizaci údržby ventilátorových mlýnů.

3.2 Podnět pro zahájení racionalizace

V předchozích letech byly prováděny údržbové a opravárenské zásahy ventilátorových mlýnů po prohlídce nebo po poruše. To znamená, že nebyl vytvořen ucelený koncept údržby zařízení, který by specifikoval jednotlivé kroky. Opravy se tedy prováděly tak, aby provozuschopnost zařízení byla téměř 100 %. To vedlo ke zvýšeným nákladům na údržbu zařízení.

Na základě porovnání jednotlivých ukazatelů provozu technologického zařízení mezi klasickými elektrárnami ve skupině ČEZ, bylo zjištěno, že je možné dosáhnout snížení nákladů na údržbu. Bylo zahájeno podrobné sledování opotřebování jednotlivých dílů zařízení abrazí a vyhotovování záznamů jejich vývoje. Na základě vyhodnocení průběžných podrobných výsledků záznamů, bylo přistoupeno k postupnému vytváření plánu a zavádění jednotlivých postupů údržby do praxe. V plánu údržby jsou zahrnuty nejčastěji prováděné opravy a měněné díly, které se nejvíce podílejí na celkových nákladech a promítají se podstatnou částí do ukazatelů racionalizace.

Hlavní cíl racionalizace

Hlavním cílem racionalizace je udržování strojního zařízení se srovnatelnými náklady ve skupině ČEZ, v takovém technickém stavu, který nesmí ohrožovat bezpečnost provozu a disponibilitu hlavního výrobního zařízení, tj. výrobu elektrické energie a tepla.

Požadavky na realizaci změn, které povedou k zefektivnění údržby

Byl proveden návrh změn, u kterých se očekává snížení nákladů a zefektivnění údržby:

- minimalizace poruchových stavů
- zefektivnění výměny náhradních dílů
- snížení počtu odstavení z důvodu kontrol a oprav
- maximalizace ekonomického přínosu racionalizace
- zapojení obsluhujícího personálu do procesu údržby

3.3 Technická příprava údržby MV 67.16

Údržba a opravy jsou založeny na technické přípravě a koordinačních činnostech jednotlivých kroků vedoucí od plánování po realizaci oprav. K technické přípravě je zapotřebí technická dokumentace a znalost sledu koordinačních činností.

Technická dokumentace ventilátorových mlýnů MV 67.16 pro tvorbu plánu:

- technická data ventilátorových mlýnů MV 67.16 a ohybových třídičů
- výkresová dokumentace ventilátorových mlýnů MV 67.16 a ohybových třídičů
- návody výrobce zařízení instalovaného v ETI II.
- místní provozní předpisy pro obsluhu K9
- katalog náhradních dílů pro opravy
- technické normy oprav
- diagnostika zařízení včetně vytváření záznamů
- SW podpora

Hlavním úkolem technické přípravy je:

- zajištění náhradních dílů (ložiska, rohové pancíře atd.)
- zajištění vyráběných dílů (hranoly, výpalky pancírů atd.)
- vystavení požadavků na opravy
- zajištění zařízení pro bezpečné provádění opravy – vystavení příkazu na zajištění
- určení podmínek BOZP
- stanovení termínů oprav na základě provozních hodin
- koordinační činnosti

Základní sled činností opravy:

- požadavek na odstavení zařízení dle plánovaných hodin
- vystavení příkazu na zajištění
- převzetí pracoviště
- otevření průlezů a vrat
- kontrola zařízení (diagnostika)
- určení rozsahu opravy
- vystavení pracovního příkazu a vyhotovení záznamů
- oprava zařízení vyplývající z kontroly
- uzavření průlezů a vrat
- předání zařízení do provozu – vrácení příkazu na zajištění
- měření vibrací a teplot

3.4 Struktura navržených změn racionalizace

Na základě průběžné analýzy byly námi navrženy změny, dle kterých byla vytvořena struktura plánu údržby, jejímž cílem je snížení nákladů. Struktura plánu údržby se skládá z následujících kroků:

- vytváření záznamů o opravách
- zavedení technologického postupu – výměna mlecího kola
- prodloužení period mezi jednotlivými kontrolami zařízení
- maximální využití používaného materiálu - plánování, zkoušky materiálů
- zavedení seznamu údržby - zjednodušení zadávání a přebírání oprav
- zapojit obsluhující personál do údržby (TPM - autonomní údržba)

3.5 Aplikace plánu údržby na zařízení MV 67.16

Navržená struktura plánu byla postupně aplikována na dotčené zařízení a průběžně vyhodnocována.

3.5.1 Vytvoření záznamů o opravách

Prvním krokem aplikace plánu údržby je vytváření záznamů, které v minulosti zcela chyběly. Na základě vytvořených záznamů dochází k rozhodování co, kdy a jak opravit. Proto pro vytvoření historických záznamů, byla vytvořena karta opravy, která je vidět na obrázku 3-1. Obecně obsahuje údaje o zařízení a výměnu všech klíčových součástí ventilátorového mlýnu: rozměry hranolů, výměnu mlecího kola, stav nebo výměnu rohových pancířů a výměnu pancířů skříně. Hlavním smyslem karty opravy je, zaznamenávat úbytky materiálu vlivem abraze a tím získat ucelený náhled na životnost jednotlivých dílů s ohledem na jejich budoucí efektivní výměnu. Současně se zde podrobně zapisují jednotlivé opravárenské zásahy pro podrobný přehled z hlediska historie.

Karta opravy je standardně opatřena jednoznačnou identifikací zařízení (VM 92 - ventilátorový mlýn), datem opravárenského zásahu a číslem pracovního příkazu. Z opravárenského hlediska jsou zde uváděny výměny jednotlivých dílů, které se vyměnily, rozměry materiálů podléhající abrazi a zásahy, které byly provedeny. V kartě opravy jsou uvedeny "Rohové pancíře - ano (nové ETI)", což znamená, že výměna proběhla v období zkoušek nových materiálů včetně uvedení dodavatele rohových pancířů. Dále bylo vyměněno mlecí kolo, neprováděla se výměna pancířů spolu s výměnou hranolů ve vratech. U hranolů obvodu "Hranoly za rohovými pancíři (90x40x953)", byla provedena výměna v počtu 32 ks za nové hranoly. Následné hranoly obvodu "Hranoly za rohovými pancíři (55x55x953)" byly vyměněny v počtu 4 kusy. Kombinací hranolů obvodu byly vyměněny hranoly výtlačku "Hranoly na výtlačku 90x40x953" v počtu 31 ks. Dohodnuté opravárenské zásahy "Dohodnuté zásahy", již zahrnují odstranění opotřebených dílů a závad, které v rámci opravy budou provedeny. Obsahují závady, které se mění a jsou definovatelné, až po otevření vrat ventilátorového mlýnu a jeho kontrole. U každé opravy se vytváří fotodokumentace, která obsahuje výchozí stav zařízení před opravou. Posledním záznamem v kartě opravy je stanovení provozních hodin do další kontroly.

Výsledkem záznamů je podrobný ucelený přehled všech prováděných oprav za sledované období. Na základě těchto záznamů lze stanovit jednotlivé výměny dílů a plánovat opravy zařízení.

VM 92 - 18. 8. 2016 - 3017 hod.

PO K9 2016 – PP „PU“ č. 31686460

Rohové pancíře – ano (nové ETI)

Mlecí kolo – ano

Pancíře ve vratech – ne

Výměna hranolů ve vratech – ne

Hranoly za rohovými pancíři (90x40x953) – výměna

1-28 mm (zbytek)	11-55	21-60	31-41
2-50	12-58	22-62	32-41
3-50	13-62	23-60	
4-50	14-60	24-59	
5-51	15-62	25-55	
6-51	16-62	26-45	
7-50	17-62	27-47	
8-55	18-65	28-40	
9-53	19-65	29-40	
10-55	20-62	30-41	

Hranoly č. 2 – 32 budou použity do výtlaku (od spodu kola kt. 0m)

Hranoly za rohovými pancíři (55x55x953) – výměna 4 ks

1-28 mm (zbytek)

2-21

3-22

4-26

Hranoly na výtlaku(90x40x953)

Výměna 31 hranolů výtlaku od spodu kola (hranoly jsou cca na 75 – 90 % opotřebení, zbytek 99 hranolů je nových).

Dohodnuté zásahy:

-výměna 31 hranolů výtlaku od spodu kola

-výměna hranolů za RP (90x40x953) 32 ks (staré se použijí do výtlaku)

-výměna hranolů za RP (55x55x953) 4 ks

-výměna RP – 10 ks ETI

-výměna MK + vyvážení

-doplnění 2 ks plechů (s=16 mm) chráničů dělicí roviny na výtlaku z VM (P+LS)

-oprava klapky návratu (sání VM): výměna bočních plechů klapky, výměna listů klapky a oprava nosných plechů klapky – lešení

-oprava těsnění vrat: oprava a doplnění nosných lišt pro umístění těsnící šňůry – cca 5 m, doplnění šňůry ve vratech cca 3 m

-oprava netěsností vrat ve spodní části

-výměna těsnícího límce na sání VM cca 1/2

-výměna límce náhonu za MK cca 1/3

PO OPRAVÁCH DOHODNUTO 1000 HODIN DO DALŠÍ KONTROLY

Obr. 3-1 – Karta opravy [32]

3.5.2 Technologický postup opravy a požadavky na bezpečnost práce

Opravy na zařízení byly prováděny dle zastaralých, někdy i velice strohých technologických postupů, které již neodpovídaly současným požadavkům moderní firmy. Snahou tedy bylo vytvořit aktuální technologický postup a požadavky na bezpečnost, dle kterých se budou provádět opravy i s ohledem na neustále se zvyšující nároky v oblasti BOZP, PO a EMS.

Zavedením technologického postupu a požadavků na bezpečnost se jasně definovalo, jak provádět jednotlivé kroky při opravě. Rotující pracovníci, kteří nemají potřebné zkušenosti s postupem prací na daném zařízení, mohou udělat chyby vedoucí k ohrožení bezpečnosti, jak vlastní, tak provozu zařízení. Proto byl vytvořen technologický postup opravy na základě požadavku bezpečnostního technika ETI. Technologický postup byl předán zhotoviteli a uveden v platnost v průběhu racionalizace.

Součástí opravy je požadavek na vystavení příkazu "S/V", kde jsou stanoveny protipožární opatření pro práce na zauhlovacích linkách včetně následného dozoru po ukončení prací s otevřeným ohněm. Nově byl zapojen obsluhující personál (TPM - autonomní údržba) do požárních hlídek, který vykonává požární dozor po ukončení prací s otevřeným ohněm (pálení, svařování, broušení atd.). Příkaz pro práce s otevřeným ohněm je používán společností ČEZ a obsahuje:

- číslo příkazu (např. číslo pracovního příkazu)
- místo provádění požárně nebezpečné činnosti (zařízení a prostor ventilátorových mlýnů)
- požárně nebezpečné činnosti bude provádět (pracovník zhotovitele)
- podrobná specifikace zvláštních požárně bezpečnostních opatření (položení pěny, požadavek na hasicí přístroje atd.)
- určená zvláštní požárně bezpečnostní opatření stanovil (zadavatel např. technolog)
- určená zvláštní požárně bezpečnostní opatření provedl (potvrzení o provedení zvláštních požárně bezpečnostních opatření)
- požární dohled během činnosti vykoná (potvrzení o seznámení se zvláštními požárně bezpečnostními opatřeními)
- požární dohled při přerušení a po skončení činnosti vykoná (potvrzení o seznámení se zvláštními požárně bezpečnostními opatřeními)
- příkaz vydal (zadavatel např. technolog)
- provedená zvláštní požárně bezpečnostní opatření zkontroloval (zadavatel např. technolog)
- předání informace o zahájení a přerušení nebo ukončení práce (zhotovitel)
- výsledek prováděných požárních dohledů
- ukončení požárního dohledu při přerušení či skončení činnosti

Zapojením obsluhujícího personálu do požárních hlídek po ukončení prací s otevřeným ohněm, se uvolnily částečně nebo zcela pracovní kapacity zhotovitele, které mohou být využity k ostatním činnostem.

3.5.2.1 Technologický postup: Výměna mlecích desek MV 67.16

Technologický postup je rozdělen na jednotlivé kroky oprav v předem určeném sledu. Obsahuje bezpečnostní kroky a opravárenské zásahy. Jednotlivé body technologického postupu jsou:

1. Před zahájením opravy (výměna mlecích desek):

- vystavení žádanky na práci (v systému Passport – technolog)
- vystavení pracovního příkazu (v systému Passport – zhotovitel)
- požadavek na vystavení příkazu na zajištění (v systému Passport – zhotovitel)
- vystavení příkazu na zajištění (kniha B/S příkazů – mistr K+S)
- převzetí příkazu na zajištění pracovníky provádějící opravu
- zápis do deníku kotle (nástup, přerušení a ukončení prací)

2. Převzetí a příprava pracoviště:

- předání pracoviště mistrem K+S
- zaslepení PV a sušky
 - vsunutí záslepky do otvoru PV
- požárně bezpečnostní opatření
 - stanovení protipožárních opatření
 - vystavení příkazu na práce s otevřeným ohněm
 - očištění soustrojí a okolí opravovaného mlýnu
 - příprava požární hadice a napojení na požární řád
 - připravení 2 ks ručních hasicích přístrojů (1 ks vodní HP min. 9 kg a 1 ks práškový HP min. 6 kg)
 - následný dozor po ukončení prací s otevřeným ohněm
- ohraničení pracoviště výstražnou ohraničovací páskou a výstražnými tabulkami „Nepovolaným vstup zakázán“

3. Otevření vrat a průlezů

- povolení zajišťovacích šroubů a otevření průlezů
- otevření vrat mlýnu
 - povolení zajišťovacích šroubů vrat
 - otevření - odsunutí vrat pomocí mechanismu od skříně VM (součást vrat)
- vychlazování mlýnu a mlecího kola do teploty $< 30^{\circ} \text{C}$
- po vychlazení se provede kontrola stavu zařízení (technolog zadavatele a pověřený pracovník zhotovitele)

4. Demontáž zajištění matice a matice kola

- zajištění mlecího kola proti samovolnému uvolnění – sjetí z hřídele (fixace na skříně VM)
- uvolnění zajišťovací podložky matice
- povolení matice přípravkem

5. Odtržení mlecího kola a zavěšení na vrata

- instalace hydraulického stahováku pro odtržení kola z hřídele
- nastavení pracovního tlaku pro odtržení mlecího kola
- v případě neúspěšného odtržení se provede nahřátí náboje mlecího kola autogenní soupravou (možno použití i více souprav)
- montáž uvolněného mlecího kola na vrata VM

6. Přeložení mlecího kola na dopravní vozík a odvoz na dílnu

- instalace dopravního vozíku pod mlecí kolo (MK)
- fixace MK
- uvolnění MK z vrat a odvoz k opravě

7. Demontáž a zpětná montáž dílů kola (mlecí desky, středový chránič atd.) na dílně

- přeložení MK za pomoci mostového jeřábu do manipulačního stojanu
- demontáž a montáž mlecích desek pomocí hydraulického manipulátoru a ostatních ND MK
- skladování na mezioperační ploše

8. Dovoz kola k mlýnu a zavěšení na vrata

- přeložení MK za pomoci mostového jeřábu na dopravní vozík
- odvoz po opravě MK k VM (mezioperační sklad)
- příprava pro montáž (příprava spojovacího materiálu)
- zavěšení MK na vrata a fixace
- odvoz dopravního vozíku na stanoviště

9. Řádné namazání uložení kola (hřídel, náboj a závit)

- speciálním mazacím přípravkem se provede ošetření stykových ploch

10. Nasazení mlecího kola na hřídel, montáž matice a zajištění matice

- speciálním mazacím přípravkem se provede ošetření stykových ploch

11. Vyvážení mlecího kola

12. Uzavření vrat a průlezů

- uzavření vrat mlýnu
 - uzavření - přisunutí vrat pomocí mechanismu ke skříní VM (součást vrat)
 - utažení zajišťovacích šroubů vrat
- uzavření průlezů

13. Odslepení PV a sušky

- vysunutí záslepky z otvoru PV

14. Předání pracoviště mistrovi K+S

- vrácení příkazu na zajištění

15. Uvedení ventilátorového mlýnu do provozu (pomalé najíždění na teploty), kontrola vibrací

- uvedení VM do provozu včetně měření vibrací soustrojí

3.5.2.2 Požadavky na bezpečnost, komunikaci a způsoby manipulace

K technologickému postupu byly přiřazeny požadavky na bezpečnost nejen pracovníků provádějících opravy, ale všech osob pohybujících se na pracovišti a v jeho okolí. Každý pracovník je povinen se řídit stanovenými pravidly a dodržovat zásady BOZP, PO a EMS.

Součástí TP zahrnuje:

Vedoucího práce:

- označení vedoucího práce – viditelné označení páskou (na paži)

Ochranné pomůcky:

- oděv pracovní
- obuv bezpečnostní
- přilba ochranná
- rukavice ochranné proti mechanickému riziku, pětiprsté
- rukavice ochranné svářečské, pětiprsté
- chrániče sluchu
- ochranné brýle nebo štít

Komunikační prostředky:

- telefon (komunikace mezi: velín, mistr K+S, technolog PoZ, SI, IZS, HZS atd.)
- Passport (vystavení žádanky na práci, pracovního příkazu a ostatních požadavků)

Druhy a typy pomocných konstrukcí (lešení, plošiny atd.):

- mostový jeřáb (hlavní dílny)
- hydraulický manipulátor

Způsob dopravy materiálu včetně komunikací a skladových ploch:

- vysokozdvizný vozík
- manipulační vozík MK
- komunikace (komunikace jsou kombinované: beton, asfalt, žulová dlažba)
 - doprava VK v kotelně (okolo VM a podél stěny „C“) – vnitřní komunikace kotelny
 - doprava VK mimo kotelnu (do hlavních dílen) – vnitřní komunikace areálu ETI
- skladovací plochy
 - mezioperační plochy MK – pravá a levá strana kotle kt. 0m u el. pohonů VM
 - skladovací plochy MK – hlavní dílny (mimo kotelnu)
 - ND – uzavřené prostory kotelny (za K9)

Technické a organizační opatření k zajištění bezpečnosti pracovníků

- technické
 - předání pracoviště mistrem K+S
 - zaslepení PV a sušky
 - vsunutí záslepky do otvoru práškovodu
 - požárně bezpečnostní opatření
 - vystavení příkazu "S/V"
 - očištění soustrojí a okolí opravovaného mlýnu
 - příprava požární hadice a napojení na požární řád
 - přípravení 2 ks ručních hasičích přístrojů
 - ohrazení pracoviště výstražnou ohraňovací páskou a výstražnými tabulkami „Nepovolaným vstup zakázán“

- organizační
 - vystavení žádanky na práci (v systému Passport – PoZ)

Opatření při pracích za mimořádných podmínek

- netěsnost TC
 - zákaz pohybu v prostoru netěsnosti

3.5.3 Prodloužení period mezi jednotlivými kontrolami zařízení

Mezi další kroky vedoucí k racionalizaci údržby patří prodloužení period mezi jednotlivými kontrolami. Jak již bylo popsáno v analýze, kontroly byly prováděny v rozmezí 100 – 150 hodin. Po pečlivě prováděných kontrolách, vytvářených historických záznamech z kontrol a zvyšující se znalosti životnosti jednotlivých dílů, bylo zahájeno řízené prodlužování kontrolních period. Životnost jednotlivých dílů podléhající abrazi, je přímo závislá na druhu paliva.

Výsledkem bylo první posunutí hranice kontroly na 250 hodin. Postupně se zahájil soulad při výměně dílů. Následovalo několikrát další posunutí hranic kontrol mezi periodami, které vedly k současným ustáleným hodnotám:

- první kontrola a oprava po výměně mlecího kola – 1000 hodin
- každá následující kontrola a oprava – 700 - 800 hodin

Hlavními přínosy prodloužení period mezi jednotlivými kontrolami zařízení je efektivní využívání dílů a jejich společná výměna v jedné kontrole. Dále jsou výrazně šetřeny díly, které jsou namáhány neustálým otvíráním a uzavíráním vrat a průlezů ventilátorových mlýnů a třídičů. V třídiči paliva se omezila stavba lešení pro kontroly ze čtyř staveb pouze na jednu stavbu za životnost mlecího kola. Pokud nedojde k náhlé poruše zařízení, jsou prováděny pouze čtyři kontroly mezi periodou životnosti výměny mlecího kola.

3.5.4 Maximální využití používaného materiálu

Nutným krokem pro prodloužení period mezi jednotlivými kontrolami je prodloužení životnosti jednotlivých používaných dílů ventilátorových mlýnů z hlediska efektivity.

Nejvíce zatížené díly podléhající abrazi jsou:

3.5.4.1 Mlecí desky

Před zahájením racionalizace se pohybovala výměna mlecích desek mezi 2350 – 2500 hodinami. Cílem tedy bylo prodloužit periody výměn na srovnatelných cca 2700 hodin s ostatními elektrárnami ve skupině ČEZ. Bylo zahájeno postupné usměrňování toku paliva tak, aby docházelo k celoplošnému opotřebování pracovních ploch mlecích desek co možná nejvíce stejnoměrně. Usměrňování se provádělo za pomoci dodatečně vložených usměrňovacích plechů nebo hranolů v dopadové části vrat ventilátorového mlýnu. Takto prováděné zásahy jsou odlišné u každého ventilátorového mlýnu.

Po několika pokusech se dostavil výsledek v podobě prodloužení period výměn mlecích desek na cca 3200 hodin. Mlecí desky po 3200 hodinách jsou na samotné hranici opotřebení, pokud nechceme zasahovat opotřebením do základního materiálu nosné lopatky mlecího kola, jak je vidět na obrázku 3-2.

Management ETI a CI nepožadoval zkoušky různých materiálů mlecích desek na rozdíl od rohových pancířů, jelikož odlišnost životnosti mlecích desek od ostatních elektráren ve skupině ČEZ, nebyla nikterak zásadní.



Obr. 3-2 – Maximální opotřebení mlecí desky - ETI [33]

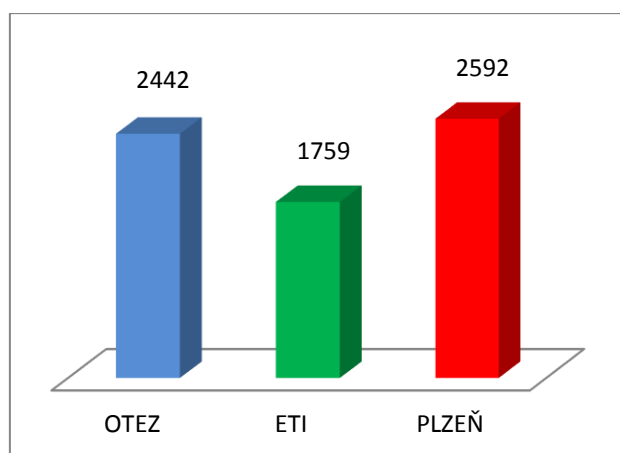
3.5.4.2 Rohové pancíře

Rohové pancíře jsou přechodovou částí mezi obvodem a výtlakem a v počtu 11 ks chrání hranoly obvodu proti abrazi. Životnost rohových pancířů se pohybovala hluboko pod průměrnou hranicí životnosti ostatních elektráren. Na základě požadavku managementu ETI a CI, bylo přistoupeno k hledání vhodného materiálu, zadání výroby dle výkresové dokumentace a následné zahájení zkoušek, kterými se chtělo prodloužit periody mezi jednotlivými výměnami.

Byly provedeny zkoušky materiálů rohových pancířů dodavatelů: Otez, slévárna Plzeň a slévárna Chomutov (původně používané v ETI). Rozměry rohových pancířů byly vyrobeny dle výkresové dokumentace, která byla poskytnuta zhotoviteli. Složení použitých materiálů nám není známo, jelikož je tajemstvím sléváren účastnících se zkoušek.

Zkouška se prováděla v průběhu roku 2016 na jednotlivých mlecích okruzích. Stav rohových pancířů se pečlivě sledoval i s ohledem na abrazi hranolů obvodu. Pokud začalo docházet ke zvýšenému úbytku materiálu hranolů obvodu, rohové pancíře byly demontovány, prohozeny (prostřídány) a opět namontovány. Takto se postupovalo do úplného opotřebení rohových pancířů.

Výsledek zkoušky životnosti rohových pancířů zaměřené pouze na počet odpracovaných provozních hodin je vidět v grafu na obrázku 3-3.



Obr. 3-3 – Graf - maximální hodiny provozu rohových pancířů [34]

Náklady na nákup 1 ks rohového pancíře jsou:

Plzeň: cena 1 ks rohového pancíře je **1755 Kč**

Otez: cena 1 ks rohového pancíře je **6335 Kč**

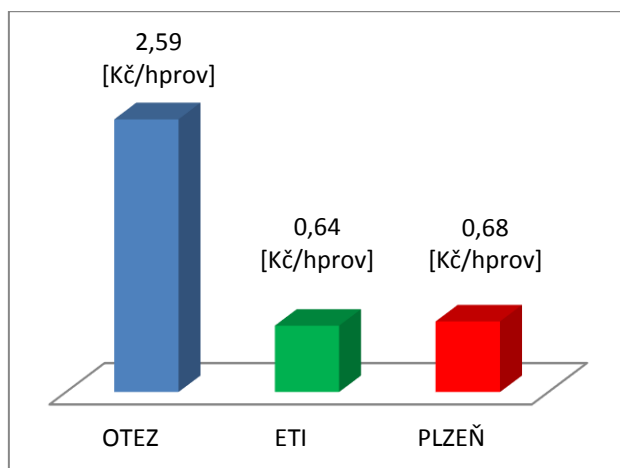
ETI: cena 1 ks rohového pancíře je **1119 Kč**

Porovnávání bylo provedeno na základě ceny a odpracovaných provozních hodin. Jednotlivá porovnání a přepočty na hodinu provozu byly pro přehlednost vloženy do srovnávací tabulky 3-1.

	cena	hodiny	[Kč/h _{prov}]
OTEZ	6335	2442	2,59
ETI	1119	1759	0,64
PLZEŇ	1755	2592	0,68

Tab. 3-1 – Srovnávací tabulka rohových pancířů (Kč/h_{prov}) [35]

Po provedeném hodnocení je patrné, že cenově propadl výrobce Otez s cenou převyšující 2,59 Kč na jednu hodinu provozu. Další dva hodnocení ETI a PLZEŇ se nacházejí na přibližně stejných cenách tj. 0,64 a 0,68 Kč na jednu hodinu provozu. Grafické porovnání zkoušky je patrné z obrázku 3-4.



Obr. 3-4 – Ekonomické hodnocení rohových pancířů (Kč/h_{prov}) [36]

Zkouška rohových pancířů ETI byla ukončena o něco dříve z důvodu navazujících oprav a nově zavedeného prodloužení period mezi kontrolami. Proto lze předpokládat, že rohové pancíře ETI mohou atakovat hranici až 2000 hodin. Kompletní fotodokumentace zkoušky je v příloze č. 2. diplomové práce, která se pořizovala v průběhu jednotlivých oprav. Jednotlivé fotografie jsou opatřeny provozními hodinami.

Výsledkem zkoušky tedy je, že se ponechá stávající dodavatel rohových pancířů. V plánu údržby se standardizuje pravidelné prohazování rohových pancířů s ohledem na navazující výměny hranolů obvodu a výtlaku. K prostřídání rohových pancířů dojde při první kontrole, tedy po 1000 hodinách provozu. Při následující kontrole, která je určena při maximálně 1800 hodinách, dojde k výměně sady 10 ks rohových pancířů. V žádném případě nesmí dojít k tomu, že poškozené rohové pancíře budou ovlivňovat opotřebení hranolů ve svém nejbližším okolí. Tímto způsobem dojde k výměně rohových pancířů dvakrát za životnost mlecího kola.

3.5.4.3 Hranoly obvodu

Mezi nejčastěji měněné díly ventilátorových mlýnů se řadí hranoly obvodu o rozměrech 90 x 40 x 953 mm. Původně se pohybovala výměna kritických hranolů za rohovými pancíři mezi 600 - 800 hodinami provozu. Aby byla sladěna výměna hranolů s hranicí první kontroly, která je po 1000 hodinách, bylo nutné provést zásah vedoucí k ošetření materiálu hranolů.

Návrhem byl tvrdý návar hranolů obvodu, jak je vidět na obrázku 1-5. Tvrdý návar byl použit na nejvíce opotřebované místo abrazí směrem od rohových pancířů a pokryto bylo cca 50 % hranolu v počtu 15 ks, které jsou vyhodnoceny jako kritické pro provozované zařízení z důvodu havárie.



Obr. 3-5 – Tvrdý návar hranolů – ETI [37]

Pro tvrdý návar byl zvolen materiál OK AUTROD 13.91 od společnosti ESAB. Technický list materiálu je vidět na obrázku 3-6. Návar na hranoly provedla firma zajišťující opravy ventilátorových mlýnů G-T Progres, s.r.o.

Výsledek byl překvapující, jelikož prodloužení životnosti hranolů bylo posunuto k hranici cca 1800 hodin. To znamená provádění výměny hranolů v kritické oblasti, až při druhé kontrole tj. dvakrát za cyklus výměny mlecího kola ventilátorového mlýnu.

OK AUTROD 13.91

EN 14700 S Fe 8
 (DIN 8555: MSG-6-GZ-C-60 G)

Použití:
Drát pro tvrdé návary součástí např. mísičů, zemních strojů, různých nástrojů apod., kde je žádána vysoká tvrdost a odolnost proti otěru včetně částečné korozní odolnosti.
Typické mechanické hodnoty svarového kovu (3.vrstvy, průměr drátu 1.2 mm.): po navaření 56 HRC při M21, po žhání 400°C/1h cca 51 HRC
Předehřev: 200 - 300°C
Kalení: 1000 - 1050°C/olej nebo stlačený vzduch
Žhání na měkko: 780 - 820°C/3-5h
Přibližně odpovídající plněná elektroda:
OK TUBRODUR 15.50

Klasifikace, certifikace:
-

Typické vlastnosti navař. kovu:
Tvrdost navař. kovu (bez TZ) 50 - 60 HRC
Obrobitelnost: pouze broušením
Odolnost proti otěru : dobrá
Odolnost proti zvýšené teplotě: dobrá

Ochranný plyn (EN439):
M21, C1

Svařovací proud: (-) (+)

Typické chemické složení drátu (%):

C	Si	Mn	Cr
0,45	3,0	0,45	9,0

Polohy svařování:
C

Jiné údaje:
W.Nr. 1.4718

Svařovací parametry a orientační výkonové hodnoty:

Ø d (mm)	Proud (A)	Napětí (V)	Spotřeba plynu (l/min)	Rychlost podávání (m/min)	Výkon svařování (kg/h)
1,0	80 - 280	18 - 28	15	2,7 - 14,7	1,0 - 5,4
1,2	120 - 350	20 - 33	18	2,7 - 12,4	1,5 - 6,6
1,6	225 - 480	26 - 38	20	3,1 - 8,1	3,3 - 11,6

Balení:

Ø (mm)	cívka	hmotnost (kg)
1,0	67-1	18
1,2	67-1	18
1,6	77-0	15

Obr. 3-6 – ESAB OK AUTROD 13.91 [38]

3.5.5 Seznam údržby

V rámci racionalizace byl vytvořen seznam údržby MV 67.16 s cílem zavést jednoznačnou komunikaci mezi zadavatelem a zhotovitelem s ohledem na přesné záznamy o provedených úkonech. V minulosti komunikace s ohledem na směnný provoz byla znesnadněná, nebo zcela chyběla. Přílohou pracovního příkazu je nově zavedený list "Seznam údržby", který je přílohou č. 1. diplomové práce. Ukázka seznamu údržby je vidět na obrázku 3-7. Skládá se ze základních informačních prvků, úkonů před zahájením opravy a jednotlivých součástí zařízení určených k výměně.

Záznamy do seznamu údržby se provádějí na základě plánu oprav a jsou přílohou pracovních příkazů. Po zahájení opravy jsou doplňovány jednotlivé nepředvídané zásahy nebo též zásahy velmi málo se opakující. Tyto zásahy nejsou hlavními činiteli ovlivňující celkové náklady. Jejich četnost se předpokládá přibližně jednou za dva roky a například to jsou: klapky návratu, límec zadního mezikruží za mlecím kolem, klapky třídiče, pancéřování méně zatěžovaných míst, skříň ventilátorového mlýnu atd.

Seznam údržby MV 67.16

KKS (identifikace zařízení)		podpis
Hodiny kola VM		-
Datum zahájení opravy		-
Datum ukončení opravy		-
Opravu zadal (zadavatel) – jméno příjmení		
Opravu převzal (zadavatel) – jméno příjmení		
Opravu zahájil (zhotovitel) – jméno, příjmení		
Opravu ukončil (zhotovitel) – jméno, příjmení		

Před zahájením opravy – úklid, bezpečnost

Činnost	požadováno		provedeno	
	Ano	Ne	Ano	Ne
- převzetí B/S příkazu	x	-		
- zápis do deníku kotle – K9	x	-		
- předání pracoviště mistrem K+S	x	-		
- zaslepení PV a sušky (vsunutí záslepky do otvoru PV, zajištění záslepky)	x	-		
- očištění soustrojí a okolí opravy VM	x	-		
- příprava požární hadice a napojení na požární řád	x	-		
- příprava 2 KS ručních hasicích přístrojů (1 ks vodní HP min. 5 kg a 1 ks práškový HP min. 5 kg)	x	-		
- ohraničení pracoviště výstražnou ohraničovací páskou a výstražnými tabulkami „Nepovolaným vstup zakázán“	x	-		
- převzetí příkazu S/V	x	-		

Oprava zařízení – výměna dílů

Činnost	požadováno		provedeno	
	Ano	Ne	Ano	Ne
- zaslepení / odslepení PV				
- otevření / uzavření vrat				
- otevření / uzavření průlezů				
- netěsnosti skříně VM				
- netěsnosti skříně TŘ				
- výměna MK				
- výměna ložiskové skříně				
- výměna rohových pancířů za nové				
- prohození rohových pancířů				
- výměna hranolů obvodu (90x40x953)				
- otočení hranolů obvodu (90x40x953) o 180°				

Obr. 3-7 – Seznam údržby MV67.16 [39]

3.5.6 Zapojení obsluhujícího personálu do údržby (TPM - autonomní údržba)

Součástí racionalizace jsou oblasti, ve kterých byla zavedena autonomní údržba. Hlavním cílem zavedení autonomní údržby je tedy zapojení obsluhujícího personálu do procesu racionalizace. Hlavním úkolem obsluhujícího personálu je sledování nestandardních stavů chodu zařízení. Aktivní vyhledávání těchto stavů slouží k předcházení poruch, kdy lze v mnoha případech pouze krátkodobě odstavit zařízení a provést opravárenský zásah.

Mezi hlavní úkoly patří:

- měření vibrací soustrojí
- kontrola úniku provozních kapalin
- čištění prostoru podlahy VM od uhlého prachu
- čištění soustrojí
- vyhledávání netěsností
- následný dozor po ukončení prací s otevřeným ohněm

Pro provádění kontrolního měření vibrací na Elektrárně Tisová se používá měřicí přístroj společnosti SKF typ CMAS100-SL na obrázku 3-8. Měření zajišťují pracovníci provozu – operátor, mistr, směnový inženýr nebo technolog údržby v pravidelných intervalech. Naměřené hodnoty se vyhodnocují a v případě podezření je k dispozici měřicí technik společnosti SKF, který zajišťuje akreditované měření včetně následného vyhotovení zprávy.



Obr. 3-8 – SKF CMAS100-SL [40]

Aktivní zapojení obsluhujícího personálu do provádění požárních hlídek následné činnosti je jedním z pozitivních přínosů. Dozor se provádí po ukončení prací s otevřeným ohněm v délce trvání osmi hodin. Záznamy do příkazů S/V se provádí dle standardu ETI. Následně je provedena kontrola pracovníkem HZS ETI a činnost je ukončena. Tímto krokem šetříme kapacity zhotovitele pro jiné pracovní činnosti v rámci pravidelných kontrolních pochůzek po zařízení obsluhujícím personálem.

4 Hodnocení realizace projektu z hlediska nákladů

Na základě zavedení změn do údržby, bylo provedeno vyhodnocení za kalendářní rok 2016 v porovnání s předchozími roky 2013 - 2015. Pro názornost hodnocení změn vedoucích k racionalizaci procesu údržby ventilátorových mlýnů, bylo využito shodných ukazatelů jako při analýzy dosažených hodnot v letech 2013 - 2015. Hodnocení vychází z množství spáleného uhlí, provozních hodin a nákladů na údržbu sledovaného období. Následující hodnocení je zaměřeno na porovnání mezi těmito hlavními ukazateli.

4.1 Údaje pro hodnocení racionalizace

Pro porovnání, zda racionalizace údržby byla provedena efektivně, jsou zde uvedeny spotřeby paliva, hodiny provozu a náklady na údržbu jako hlavní ukazatelé.

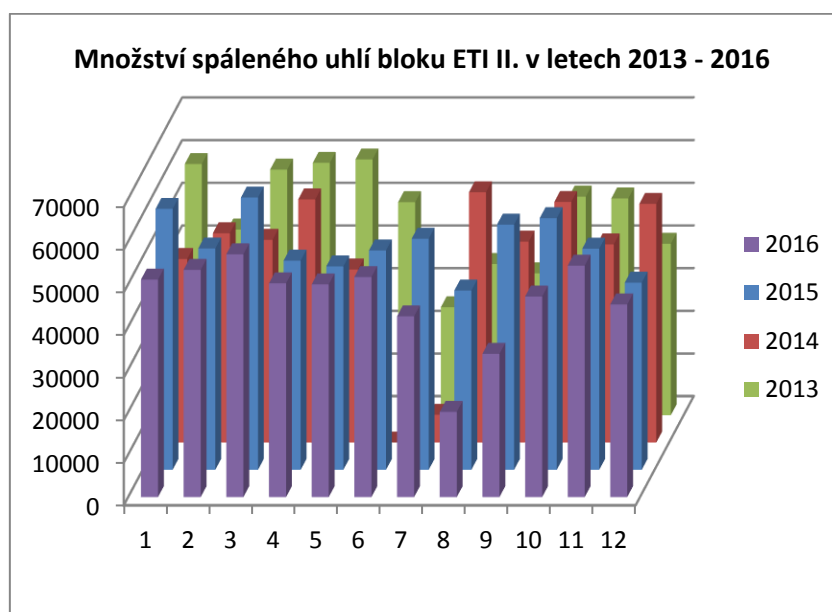
4.1.1 Množství spáleného uhlí bloku ETI II. v letech 2013 – 2016

Množství spáleného uhlí v letech 2013 - 2015 v ETI II. je vidět v tabulce 4-1, kde je doplněn rok 2016, který reprezentuje sledované období racionalizace. Tabulka množství spáleného uhlí je rozdělena na spotřebu v jednotlivých měsících a letech. Nulová spotřeba paliva v červnu a snížená spotřeba paliva v červenci 2014, byla z důvodu odstávky hlavního výrobního zařízení - plánovaná oprava.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	58889	43544	57580	59167	59950	49970	25342	35479	33296	51257	50840	40206	565520
2014	43062	49103	47556	57022	40598	0	6517	58694	47128	56428	46481	55975	508564
2015	61213	51940	63884	49106	47749	51487	54229	42093	57536	59051	51899	43938	634125
2016	51072	53366	56998	50204	49955	51662	42471	20054	33687	47103	54338	45259	556169

Tab. 4-1 – Tabulka - množství spáleného uhlí v letech 2013 - 2016 [41]

Celkem v ETI II. bylo spáleno v rozmezí let 2013 - 2016 téměř 2,27 milionu tun hnědého uhlí. Na obrázku 4-1 je množství spáleného uhlí ukázáno graficky.



Obr. 4-1 – Graf - množství spáleného uhlí v letech 2013 - 2016 [42]

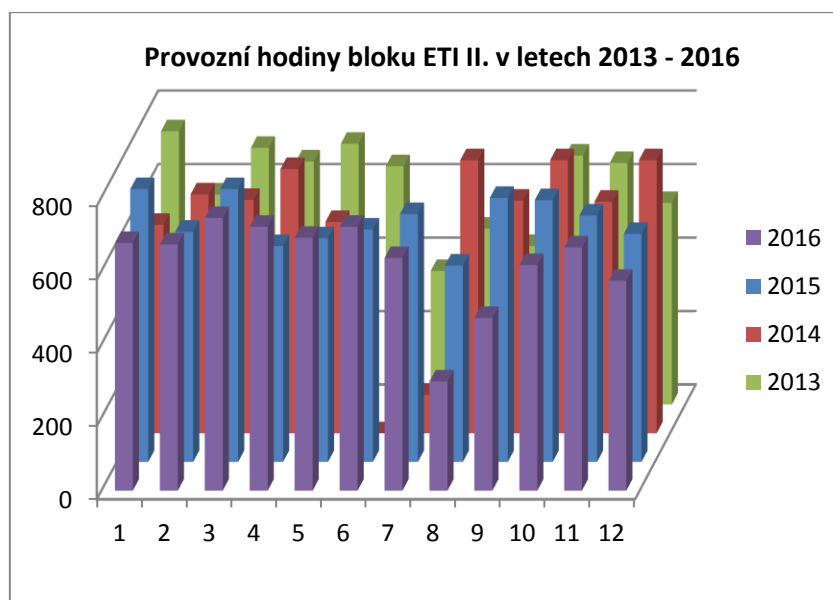
4.1.2 Provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2016

Hodiny provozu kotle v letech 2013 - 2015 v ETI II. jsou vidět v tabulce 4-2, která je rozšířena o údaje ze sledovaného období roku 2016. Tabulka provozních hodin je rozdělena na hodiny provozu v jednotlivých měsících a letech. Nulové provozní hodiny v červnu a snížené provozní hodiny v červenci 2014, byly z důvodu odstávky hlavního výrobního zařízení - plánovaná oprava.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	744	572	699	662	710	649	364	479	432	678	658	549	7196
2014	568	651	636	720	576	0	105	744	634	744	631	744	6753
2015	744	628	744	589	610	634	676	536	720	714	672	622	7889
2016	676	672	744	720	690	720	635	299	472	616	664	573	7481

Tab. 4-2 – Tabulka - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 [43]

Grafické zobrazení provozních hodin v letech 2013 - 2016 je vidět na obrázku 4-2.



Obr. 4-2 – Graf - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 [44]

4.1.3 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů v letech 2013 – 2016

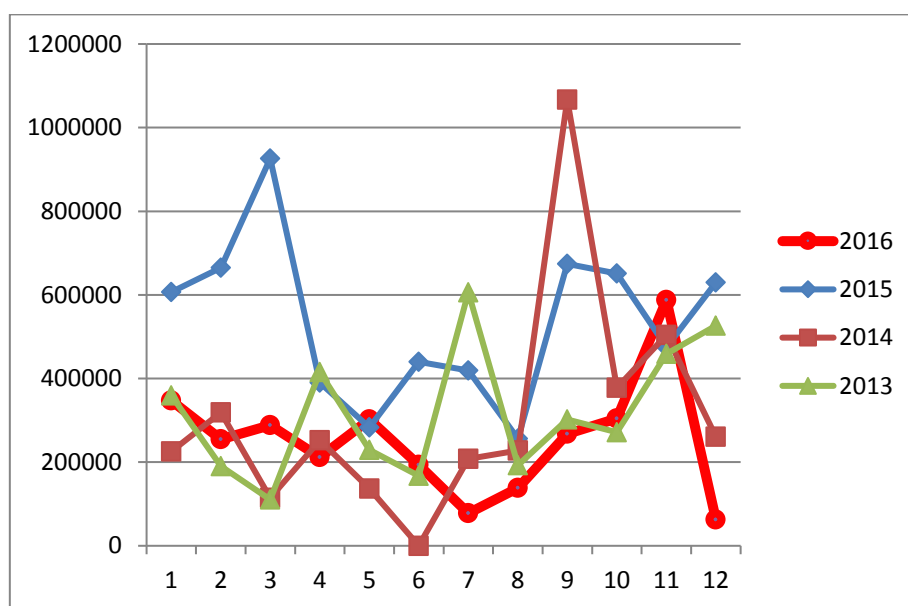
Pro porovnání a výpočty, zda racionalizace údržby byla provedena hospodárně, jsou zde uvedeny náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů v letech 2013 – 2015 v ETI II., které se skládají z výkonu, materiálu (ND) a ostatních nákladů (svařovací materiál, technické plyny, brusné kotouče atd.). V tabulce 4-3 je doplněn rok 2016, který reprezentuje sledované období racionalizace. Výkony jsou součtem odpracovaných hodin v jednotlivých pracovních příkazech a jsou vynásobeny sazbou platnou pro dané období. Dále do celkových nákladů jsou zde připočítány ceny náhradních dílů, které byly zajištěny zadavatelem, jako jsou například: mlecí desky, rohové pancíře, plechy, atd. Ostatní náklady představují brusný materiál, technické plyny, svařovací materiál atd., které zajišťoval zhotovitel.

Tabulka nákladů na údržbu je rozdělena na náklady jednotlivých měsíců a náklady v jednotlivých letech. Nulové náklady v roce 2014, byly z důvodu odstávky hlavního výrobního zařízení - plánovaná oprava. Na toto období nebyla plánována oprava ventilátorových mlýnů z důvodu neodpracovaného fondu nastavených provozních hodin ventilátorových mlýnů.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	359407	190330	110527	415371	229531	167702	606296	192815	302150	271351	458886	526577	3830942
2014	225874	318779	114667	252683	136608	0	207947	228165	1067010	377922	504479	260440	3694574
2015	606435	664923	926059	389788	283220	440105	419507	256048	674038	651385	475254	629466	6416229
2016	347467	254936	287953	211718	302263	193309	77685	138141	267944	304706	587501	62699	3036322

Tab. 4-3 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 [45]

Celkové náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů za sledované období jsou 16978066,41 Kč. Vývoj nákladů v letech 2013 – 2016 je graficky znázorněn na obrázku 4-3.



Obr. 4-3 – Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 [46]

Výsledkem racionalizace je snížení celkových nákladů v roce 2016 na 3,03 mil. Kč. V porovnání za sledované období let 2013 – 2016 to jsou nejnižší vynaložené náklady na údržbu a to i přes poruchu z listopadu 2016.

Srovnání nákladů na údržbu v letech 2013 – 2016:

- 2013 - 3,83 mil.
- 2014 - 3,69 mil.
- 2015 - 6,42 mil.
- 2016 - 3,03 mil.

4.1.3.1 Poruchové stavy značně ovlivňující celkové výsledky

V letech 2014, 2015 a 2016 vznikly na zařízení tři podstatné poruchové stavy, které ovlivnily celkové výsledky nákladů. Těmito poruchám lze do jisté míry předcházet pravidelným měřeními vibrací obsluhujícím personálem. Při nežádoucím zvýšení hodnot vibrací, je zapotřebí soustrojí odstavit a provést převážení mlecího kola. V případě, že stav bude stále

neuspokojivý, provede se na požadavek měření akreditovanou firmou (SKF), které napomůže k odhalení začínající nebo již pokročilé závady. Poškození hřídelí lze též předcházet pravidelnou péčí o povrch stykových ploch mezi mlecím kolem a hřídelí. Pro tento účel bylo předáno zhotoviteli speciální mazivo, které napomáhá při demontáži mlecího kola z hřídele.

4.1.3.2 Porucha MV 67.16 (94) - 2014

Koncem srpna 2014 došlo k poškození výstupní hřídele s následným pádem mlecího kola a poškozením skříně ventilátorového mlýnu - obrázek 4-4. Následovala oprava převodové skříně, kde bylo zapotřebí provést výměnu ložisek a výstupní hřídele. Dále byla provedena oprava značně deformované skříně ventilátorového mlýnu, betonového základu na vstupu, mlecího kola a výměna mlecích komponent zasazených pádem mlecího kola. Celkové náklady na opravu činily 658 tisíc korun.

Náklady (výkon): 308.776,- Kč

Materiál (zhotovitel): 57.921,- Kč

Materiál (ETI): 291.362,- Kč

Celkem: 658.059,- Kč



Obr. 4-4 – Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM 94 [47]

4.1.3.3 Porucha MV 67.16 (91) - 2015

V průběhu března bylo odstaveno soustrojí z důvodu vysokých hodnot vibrací a hlučnosti. Provedlo se vyvážení mlecího kola a opětovné uvedení do provozu. Tento krok ovšem nepřinesl očekávaný požadavek a proto byl povolán technik společnosti SKF, který provedl rozsáhlé měření. Výsledkem provedeného měření bylo poškození ložisek a uložení mezi hřídelí a mlecím kolem - obrázek 5-5. Byla provedena oprava převodové skříně a výměna hřídele. Celkové náklady na opravu činily 476 tisíc korun.

Náklady (výkon): 79.872,- Kč

Materiál (zhotovitel): 3.600,- Kč

Materiál (ETI): 392.225,- Kč

Celkem: 475.697,- Kč



Obr. 4-5 – Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM 91 [48]

4.1.3.4 Porucha MV 67.16 (93) - 2016

V listopadu 2016 během výměny mlecího kola bylo zjištěno poškození hřídele soustrojí. Po provedení ultrazvukové kontroly revizním technikem, byla zjištěna příčná trhlinka široká 110 mm zasahující do hloubky 40 mm v oblasti pera a vyštípnutá hrana drážky pera viz obrázek 4-6. Tento stav znamenal okamžitou výměnu hřídele soustrojí. Celkové náklady na tuto poruchu se vyšplhaly na bezmála 304 tisíc korun, což do jisté míry ovlivnilo celkové snížení nákladů na údržbu.

Náklady (výkon): 33.253,- Kč
Materiál (zhotovitel): 3.690,- Kč
Materiál (ETI): 266.690,- Kč
Celkem: 303.633,- Kč



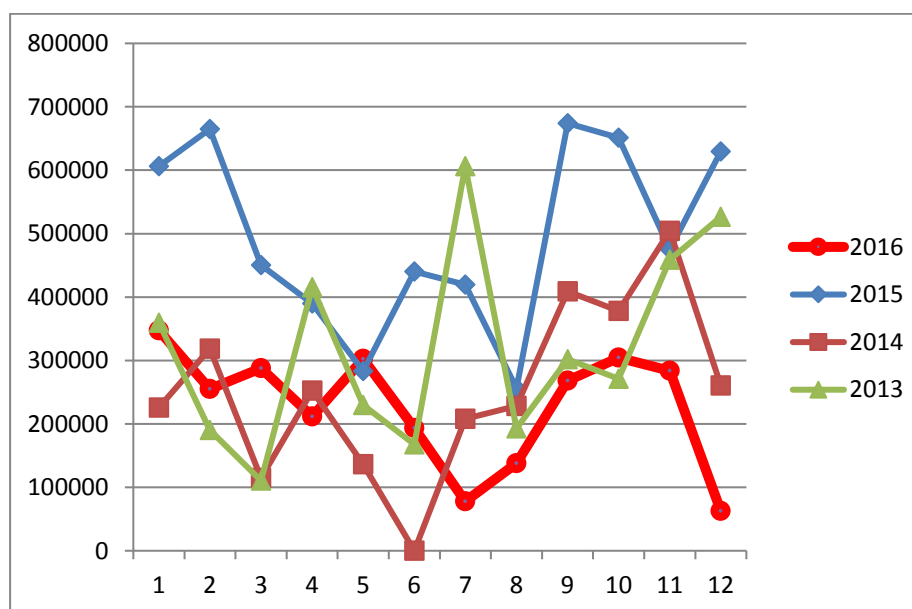
Obr. 4-6 – Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM 93 [49]

Pro ukázkou a srovnání nákladů v případě, kdyby nedošlo k výše popsaným poruchám na zařízení, je připojena tabulka 4-4, kde žlutě podbarvené náklady jsou poníženy o náklady poruchy.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
2013	359407	190330	110527	415371	229531	167702	606296	192815	302150	271351	458886	526577	3830942
2014	225874	318779	114667	252683	136608	0	207947	228165	408951	377922	504479	260440	3036515
2015	606435	664923	450362	389788	283220	440105	419507	256048	674038	651385	475254	629466	5940532
2016	347467	254936	287953	211718	302263	193309	77685	138141	267944	304706	283868	62699	2732689

Tab. 4-4 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2016 bez poruch [50]

Ukázka vývoje a srovnání nákladů v případě, kdyby nedošlo k poruchám zařízení je graficky znázorněno na obrázku 4-7. V tomto případě by náklady na údržbu v rozmezí let 2013 - 2016 činily pouze 15540677,17 Kč. Rozdíl mezi skutečností a stavem bez poruch je 1437389,24 Kč. Z toho vyplývá, že zapojením obsluhujícího personálu do procesu údržby a kvalitně prováděnou údržbou lze do jisté míry ušetřit značné náklady.



Obr. 4-7 – Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 bez poruch [51]

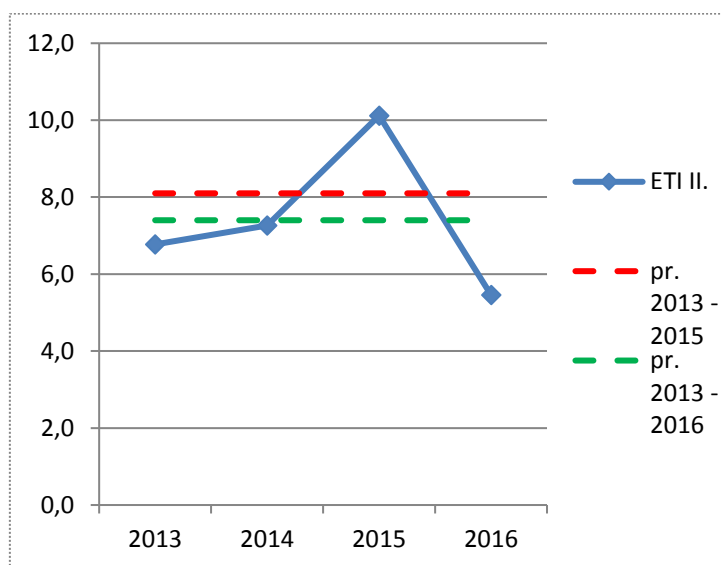
4.1.4 Náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva [Kč/t_{paliva}]

Výsledky nákladů na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva v letech 2013 – 2015 v ETI II. jsou vidět v tabulce 4-5, která je rozšířena o údaje ze sledovaného období roku 2016. Náklady vycházejí z celkových nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů, které se dělí množstvím spáleného uhlí.

	2013	2014	2015	2016	průměr
ETI II	6,8	7,3	10,1	5,5	7,4

Tab. 4-5 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva [52]

Graf na obrázku 4-8 znázorňuje vývoj těchto nákladů po zahájení racionalizace.



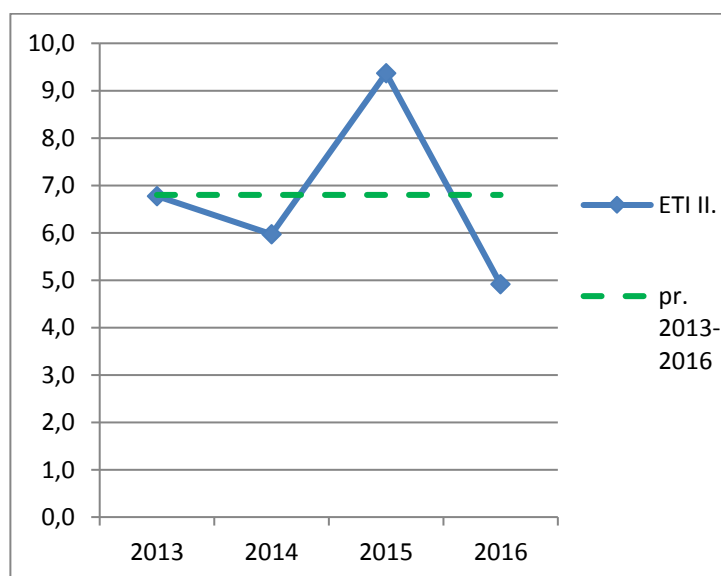
Obr. 4-8 – Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva [53]

Pro ukázkou a srovnání nákladů na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva v případě, kdyby nedošlo k poruchám na zařízení v letech 2014, 2015 a 2016, je připojena tabulka 4-6, kde jsou průměrné náklady nižší o 0,6 Kč.

	2013	2014	2015	2016	průměr
ETI II	6,8	6,0	9,4	4,9	6,8

Tab. 4-6 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva bez poruch [54]

Graf na obrázku 4-9 znázorňuje vývoj těchto nákladů po zahájení racionalizace bez poruch na zařízení.



Obr. 4-9 – Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva bez poruch [55]

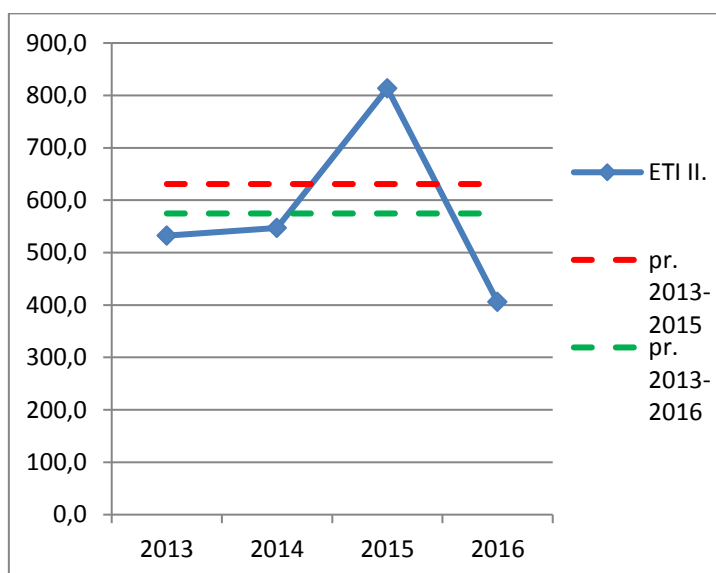
4.1.5 Náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu bloku [Kč/h_{provoz}]

Výsledky nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu v letech 2013 – 2015 v ETI II. jsou vidět v tabulce 4-7, která je rozšířena o údaje ze sledovaného období roku 2016. Náklady vycházejí z celkových nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů, které se dělí provozními hodinami.

	2013	2014	2015	2016	průměr
ETI II	532,4	547,1	813,3	405,9	574,7

Tab. 4-7 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu [56]

Výpočet nezohledňuje počet ventilátorových mlýnů bloku ETI II. Průměrné náklady na údržbu a opravy vztahované na jednu hodinu bloku byly v letech 2013 – 2016 jsou 574,7 [Kč/h_{provoz}], oproti předchozím průměrným nákladům v letech 2013 - 2015, které byly 631 [Kč/h_{provoz}]. Při porovnání nákladů mezi roky 2015 – 2016 se dostáváme na hranici cca 50 % úspory v údržbě. Graf na obrázku 4-10 znázorňuje vývoj nákladů.



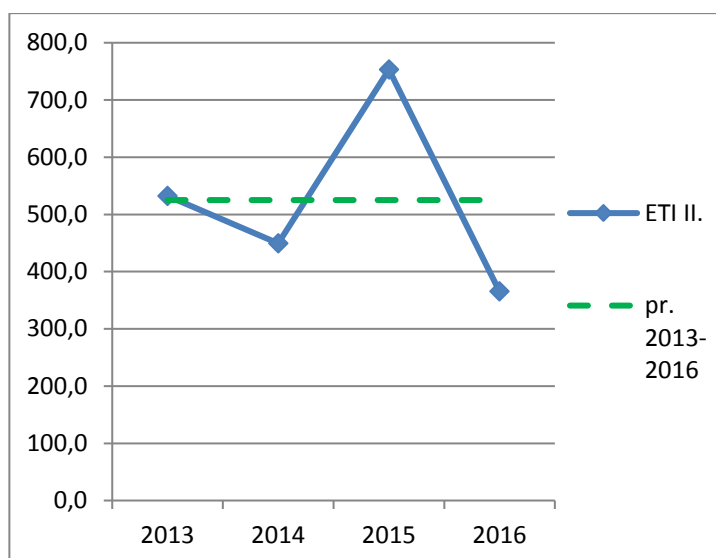
Obr. 4-10 – Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu [57]

Pro ukázkou a srovnání nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu v případě, kdyby nedošlo k poruchám na zařízení v letech 2014, 2015 a 2016, je připojena tabulka 4-8, kde jsou průměrné náklady nižší o 49,6 [Kč/h_{provoz}].

	2013	2014	2015	2016	průměr
ETI II	532,4	449,7	753,0	365,3	525,1

Tab. 4-8 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu bez poruch [58]

Graf na obrázku 4-11 znázorňuje vývoj těchto nákladů po zahájení racionalizace bez poruch na zařízení.



Obr. 4-11 – Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztahované na provozní hodinu bez poruch [59]

4.1.6 Náklady na údržbu a opravy vztahované na provozní hodinu 1 mlecího okruhu [Kč/h_{provoz_1MO}]

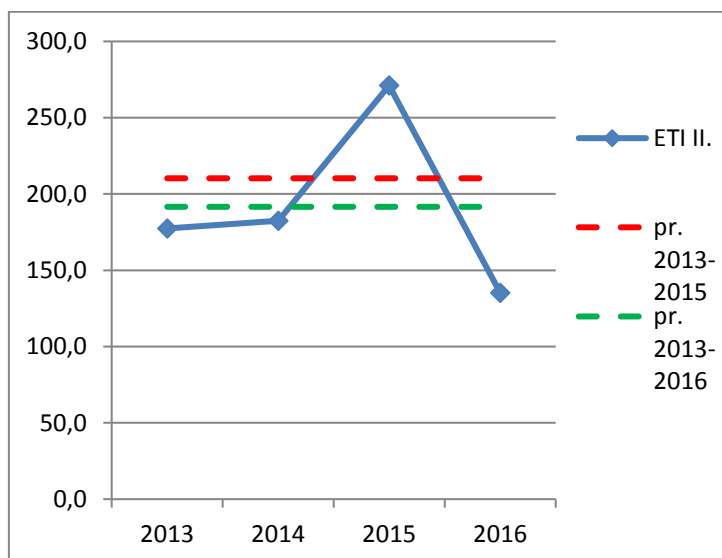
Na bloku ETI II. jsou umístěny 4 mlecí okruhy. Z toho v provozu jsou 3 mlecí okruhy a 1 mlecí okruh je v záloze nebo opravě. Výsledkem racionalizace je snížení průměrných nákladů na údržbu a opravy vztahované na 1 mlecí okruh z 211 Kč/h_{provoz_1MO} v letech 2013-2015 na 191,6 Kč/h_{provoz_1MO} v letech 2013 – 2016.

Výsledky nákladů na údržbu a opravy vztahované na provozní hodinu 1 mlecího okruhu bloku, jsou uvedeny v tabulce 4-9, vycházejí z celkových nákladů na údržbu a opravy mlecích okruhů po zohlednění, že jeden mlecí okruh je mimo provoz.

	2013	2014	2015	2016	průměr
ETI II	177,5	182,4	271,1	135,3	191,6

Tab. 4-9 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztahované na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva [60]

Graf na obrázku 2-12 znázorňuje vývoj průměrných nákladů 1 mlecího okruhu.



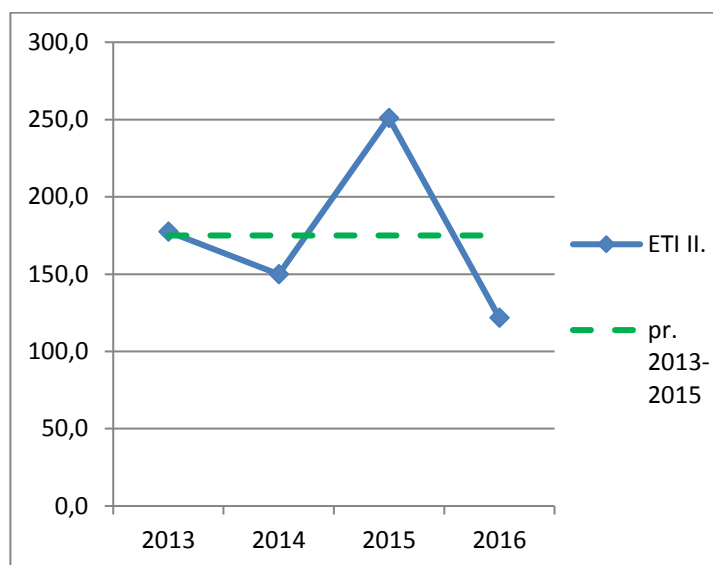
Obr. 4-12 – Graf - náklady na údržbu a opravy vztahované na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva [61]

Pro ukázkou a srovnání nákladů na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva v případě, kdyby nedošlo k poruchám na zařízení v letech 2014, 2015 a 2016, je připojena tabulka 4-10, kde jsou průměrné náklady nižší o 16,6 Kč.

	2013	2014	2015	2016	průměr
ETI II	177,5	149,9	251,0	121,8	175,0

Tab. 4-10 – Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva bez poruch [62]

Graf na obrázku 4-13 znázorňuje vývoj těchto nákladů po zahájení racionalizace bez poruch na zařízení.



Obr. 4-13 – Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva bez poruch [63]

4.2 Hodnocení racionalizace

Pro vyhodnocení zavedených změn v údržbě ventilátorových mlýnů vedoucí k racionalizaci, se vycházelo z provozních hodin, spotřeby hnědého uhlí, porovnáváním nákladů na údržbu v předchozích letech v ETI a nákladů na údržbu ventilátorových mlýnů na ostatních hnědouhelných elektrárnách ve skupině ČEZ. Tyto údaje byly postupně zapracovány do diplomové práce a na základě těchto údajů bylo provedeno celkové hodnocení provedené racionalizace v roce 2016.

Průměrné náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva v letech 2013 - 2015 činily 8,1 Kč. Zahájením optimalizace došlo ke snížení nákladů vztažené na údržbu a opravy mletí 1 tuny paliva v roce 2016 na 5,5 Kč. Průměrně se náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva snížily v letech 2013 - 2016 na 7,4 Kč. Výsledkem je tedy snížení celkových nákladů v roce 2016 oproti průměrným nákladům na údržbu v letech 2013 - 2015 o 32,1 %. Při porovnávání ve skupině ČEZ, je výsledek 5,5 Kč Elektrárny Tisová, již srovnatelný s průměrnými náklady vztažené na údržbu a opravy mletí 1 tuny paliva ostatních hnědouhelných elektráren, které se pohybují okolo 5,4 Kč.

Mezi hlavní přínosy lze zahrnout snížení četnosti prováděných kontrol. V předchozích letech se kontroly prováděly v počtu mezi 20 - 25 kontrolami za dobu životnosti mlecího kola, oproti dnes prováděným 4 kontrolám. Razantní snížení kontrol bylo podpořeno nastavením několika významných kroků, a to zejména soustavným dohledem nad zaměstnanci, kteří provádějí opravy, zavedením standardního technologického postupu pro jednotlivé typy údržby a sjednocením výměny různých dílů při jedné kontrole. Dále pak vytvořením záznamů o již provedených kontrolách a tím možnost čerpání historických dat. Kontroly a následné opravy se v současnosti provádějí v pořadí, první kontrola při 1000 hodinách a každá následující kontrola již po 800 hodinách, tedy při 1800, 2400 a 3200 hodinách. Následuje výměna mlecího kola. Na požadavek pracovníků CI a BOZP, byl vypracován nový technologický postup opravy, který je nedílnou součástí kontrol a oprav (výměny mlecího kola). Přehledně definované kroky technologického postupu jednotlivých operací, umožňují rotaci zaměstnanců bez zásadního problému při dodržování sledu na sebe navzájem navazujících pracovních, koordinačních a bezpečnostních činností. Před zahájením racionalizace, prováděli údržbu ventilátorových mlýnů tři pracovníci zhotovitele. Postupným zaváděním jednotlivých kroků racionalizace, se počet pracovníků snížil na dva. V meziobdobí, kdy se neprovádějí opravy na ventilátorových mlýnech, jsou zapojeni tyto pracovníci do provádění oprav jiného zařízení, jako je například provádění preventivní údržby, odstraňování poruch atd.

Nemalým přínosem je i prodloužení period výměny dílů podléhající abrazi. Prodloužení periody výměny rohových pancířů, kdy se zahájilo jejich prostrídávání nebo jejich částečná výměna s ohledem na opotřebení hranolů obvodu. Před zahájením racionalizace byla výměna rohových pancířů prováděna při cca 600 hodin. Po zahájení změn v údržbě, byla životnost posunuta, až na hranice cca 1800 - 2000 hodin. V porovnání s ostatními hnědouhelnými elektrárnami, kde průměrná hranice životnosti rohových pancířů činí 2616 hodin, je tento výsledek o něco horší. Pokud budeme nadále využívat rohové pancíře slévárny Chomutov, tak technicky není možné při současně používaném složení materiálu, tuto hranici posunout. V případě použití dražší varianty rohových pancířů slévárny Plzeň, se posuneme na hranici cca 2600 hodin, která již překoná nejnižší hranici ve skupině ČEZ, jenž činí 2400 hodin a zařadíme se na průměrnou životnost. V současnosti nám vyhovuje hranice 1800 hodin, jelikož při výměně rohových pancířů je prováděna druhá kontrola – oprava zařízení.

Mlecí desky patří z hlediska výměny dílů opotřebených abrazi, ke klíčovým komponentům značně ovlivňující náklady. Hranice využitelnosti mlecích desek v Elektrárně Tisová se

pohybovala mezi 2350 - 2500 hodinami. Průměrná životnost mlecích desek v ostatních hnědouhelných elektrárnách činí 2700 hodin, přičemž nejnižší hranice životnosti je 2400 hodin. Zásahy do technologie zařízení, to znamená usměrnění toku paliva na vstupu do mlecího kola a standardizací výměn dílů v pevně stanovených intervalech, jsme došli k posunutí životnosti mlecích desek na hranici 3200 hodin. Tento krok nejen prodlužuje životnost mlecích komponent, ale též pomáhá šetřit náboj mlecího kola a hřídel převodovky při samotné demontáži.

Dalšími hlavními díly podléhající abrazi jsou hranoly obvodu tj. hranoly za rohovými pancíři, které jsou provozovateli ventilátorových mlýnů všeobecně považovány za nejvíce kritické z hlediska možné havárie zařízení. Pro sladění výměny jednotlivých dílů, bylo prvních 15 kusů hranolů opatřeno tvrdým návarem a tím se posunula hranice výměny z 800 hodin na 1800 hodin. Současně tedy probíhá výměna hranolů obvodu společně s rohovými pancíři.

Zapojením obsluhujícího personálu do údržby, se nám povedlo odhalovat závady v jejich počátku, udržovat zařízení na přijatelné úrovni a šetřit pracovní výkony pracovníků zhotovitele. Pravidelně se provádí orientační měření, které se vyhodnocuje.

Hlavním smyslem této práce byla racionalizace údržby ventilátorových mlýnů MV 67.16, která vedla ke snížení celkových nákladů na údržbu. Racionalizací se dosáhlo snížení nákladů o třicet dva procent. Nadále se sleduje stav zařízení a vytváří se nové návrhy na další zlepšení údržby, které by vedlo k dalšímu snížení nákladů na údržbu.

Závěr

Plánování údržbových zásahů je zapotřebí nejen pro zvýšení spolehlivosti provozovaného výrobního zařízení, ale i pro co možná nejlepší ekonomii provozu a snížení nákladů vynaložených na údržbové zásahy.

V teoretické části diplomové práce je provedeno shrnutí poslání, postavení, plánování, základních metod a oprav v údržbě, stručný popis TPM (Total Productive Maintenance), charakteristiky strojního zařízení včetně podniku, kde strojní zařízení – ventilátorové mlýny provozuje energetická společnost Elektrárna Tisová, a.s. Náklady spojené s údržbou ventilátorových mlýnů tvoří značnou část ročního rozpočtu celkové údržby kotle K9.

Na základě porovnávání jednotlivých ukazatelů s ostatními uhelnými elektrárnami, jsme došli k závěru, že je možné dosáhnout snížení nákladů vynaložených na údržbu ventilátorových mlýnů. Byly navrženy jednotlivé kroky, které jsme postupně zaváděli do praxe a následně prováděli jejich vyhodnocení. Tyto kroky vedly k minimálně srovnatelným výsledkům s ostatními elektrárnami. Návrhy, zavedení těchto návrhů do praxe a vyhodnocení jednotlivých kroků, jsou součástí praktické části diplomové práce a jejího celkového hodnocení.

Zavedením jednotlivých kroků vedoucích ke změnám v údržbě se potvrdilo, že lze systematickým přístupem docílit snížení celkových nákladů na údržbu ventilátorových mlýnů. I nadále se hodláme zaměřit na sledování, navrhování a postupné zavádění nových změn, které povedou k neustálému zlepšování stavu údržby, zařízení a racionalizaci.

Zdroje

- [1] RAKYTA, M. *Údržba ako zdroj produktivity*, 1.vyd.Žilina: Slovenské centrum produktivity, 2002. 198 s. ISBN 80-968324-3-3
- [2] SHEIKH, S. *Preventivní údržba: Správně analyzujte získaná data*, Řízení & údržba průmyslového podniku. Březen 2016, s. 42. ISSN 1803 – 4535
- [3] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*, Gradab Publishing, a.s., 2007, ISBN 978-80-247-1479-0
- [4] KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O. *Moderní přístup k řízení výroby*, 3. doplněné vydání, Praha 2012, ISBN 978-80-7179-319-9
- [5] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA, ČSN EN 13306: *Údržba - Terminologie údržby, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*. Praha 2011.
- [6] LEGÁT, V. a kolektiv, *Management a inženýrství údržby*, PBtisk Příbram, 2016, ISBN 978-80-7431-163-5
- [7] LÍBAL, V. a kolektiv, *Organizace a řízení výroby*, SNTL, Praha, 1983
- [8] STEBLER, K. *Preventivní údržba: Šest základních kroků k sestavení programu preventivní údržby*, Řízení & údržba průmyslového podniku. Červen 2016, s. 28. ISSN 1803 – 4535
- [9] TPM<https://www.google.cz/search?q=tpm+tot%C3%A1ln%C4%9B+produktivn%C3%AD+%C3%BAAdr%C5%BEba&biw=1680&bih=923&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0j6C9o7LQAhUF1RoKHdWhDwQ_AUIBigB&dpr=1#imgrc=0LI0t_kjpnI_M%3A>
- [10] Elektrárna Tisová, <<http://ihli.cz/cez-vycleni-elektrarnu-tisova-a-teplarnu-vitkovice>>
- [11] Mapa umístění Elektrárny Tisová, <<http://www.mapy.cz/>>
- [12] Elektrárna Tisová, <<https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/uhelne-elektrarny/cr/tisova.html#tisova>>
- [13] Interní materiál ETI, *Místní provozní předpis pro obsluhu kotle K 9*
- [14] ČEZ, a.s., SW AssetSuite, PassPort AS6 – Pracovní příkaz, <<http://portal.cezdata.corp:9990/isc/ch/f.1/p.article.shtml?p=/n.8000/p.01.14082/p.01.56762/p.01.59402.html>>
- [15] ČEZ, a.s., SW KPV – Registr zařízení<http://kpvp.cezdata.corp/fcflt_1_1.php?panel_id=M10>
- [16] Interní materiál ETI, *Skříň ventilátorového mlýnu*
- [17] Interní materiál ETI, *Mlecí desky v kole*
- [18] Interní materiál ETI, *Rohový pancíř - nový*
- [19] Interní materiál ETI, *Rohové pancíře – cca 600 hodin*
- [20] Interní materiál ETI, *Tabulka - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2015*
- [21] Interní materiál ETI, *Graf - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2015*
- [22] Interní materiál ETI, *Tabulka - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2015*
- [23] Interní materiál ETI, *Graf - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2015*
- [24] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2015*
- [25] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2015*

- [26] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva*
- [27] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva*
- [28] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu*
- [29] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu*
- [30] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva*
- [31] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva*
- [32] Interní materiál ETI, *Karta opravy*
- [33] Interní materiál ETI, *Maximální opotřebení mlecí desky – ETI*
- [34] Interní materiál ETI, *Graf - maximální hodiny provozu rohových pancířů*
- [35] Interní materiál ETI, *Srovnávací tabulka rohových pancířů (Kč/h_{prov})*
- [36] Interní materiál ETI, *Ekonomické hodnocení rohových pancířů (Kč/h_{prov})*
- [37] Interní materiál ETI, *Tvrký návar hranolů – ETI*
- [38] ESAB, *Katalog přídavných materiálů pro svařování*, ESAB Vamberk, s.r.o., 2007
- [39] Interní materiál ETI, *Seznam údržby MV67.16*
- [40] Interní materiál ETI, *SKF CMAS100-SL*
- [41] Interní materiál ETI, *Tabulka - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2016*
- [42] Interní materiál ETI, *Graf - množství spáleného uhlí v letech 2013 – 2016*
- [43] Interní materiál ETI, *Tabulka - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2016*
- [44] Interní materiál ETI, *Graf - provozní hodiny bloku ETI II. v letech 2013 – 2016*
- [45] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016*
- [46] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2016*
- [47] Interní materiál ETI, *Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM94*
- [48] Interní materiál ETI, *Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM91*
- [49] Interní materiál ETI, *Porucha – poškozená hřídel soustrojí VM93*
- [50] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 - 2016 bez poruch*
- [51] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů bloku ETI II. v letech 2013 – 2016 bez poruch*
- [52] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva*
- [53] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva*
- [54] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva bez poruch*
- [55] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na mletí 1 tuny paliva bez poruch*

- [56] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu*
- [57] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu*
- [58] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bez poruch*
- [59] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy mlecích okruhů vztažené na provozní hodinu bez poruch*
- [60] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva*
- [61] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva*
- [62] Interní materiál ETI, *Tabulka - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva bez poruch*
- [63] Interní materiál ETI, *Graf - náklady na údržbu a opravy vztažené na provozní hodinu 1 mlecího okruhu paliva bez poruch*

PŘÍLOHA č. 1

Seznam údržby MV 67.16

Seznam údržby MV 67.16

KKS (identifikace zařízení)		podpis
Hodiny kola VM		-
Datum zahájení opravy		-
Datum ukončení opravy		-
Opravu zadal (zadavatel) – jméno příjmení		
Opravu převzal (zadavatel) – jméno příjmení		
Opravu zahájil (zhotovitel) – jméno, příjmení		
Opravu ukončil (zhotovitel) – jméno, příjmení		

Před zahájením opravy – úklid, bezpečnost

Činnost	požadováno		provedeno	
	Ano	Ne	Ano	Ne
- převzetí B/S příkazu	x	-		
-zápis do deníku kotle – K9	x	-		
- předání pracoviště mistrem K+S	x	-		
- zaslepení PV a sušky (vsunutí záslepky do otvoru PV, zajištění záslepky)	x	-		
- očištění soustrojí a okolí opravy VM	x	-		
- příprava požární hadice a napojení na požární řád	x	-		
- příprava 2 KS ručních hasicích přístrojů (1 ks vodní HP min. 5 kg a 1 ks práškový HP min. 5 kg)	x	-		
- ohraničení pracoviště výstražnou ohraničovací páskou a výstražnými tabulkami „Nepovolaným vstup zakázán“	x	-		
- převzetí příkazu S/V	x	-		

Oprava zařízení – výměna dílů

Činnost	požadováno		provedeno	
	Ano	Ne	Ano	Ne
- zaslepení / odslepení PV				
- otevření / uzavření vrat				
- otevření / uzavření průlezů				
- netěsnosti skříně VM				
- netěsnosti skříně TR				
- výměna MK				
- výměna ložiskové skříně				
- výměna rohových pancířů za nové				
- prohození rohových pancířů				
- výměna hranolů obvodu (90x40x953)				
- otočení hranolů obvodu (90x40x953) o 180°				
- otočení hranolů obvodu (55x55x953) o 180°				
- výměna hranolů výtlaku (90x40x953)				
- výměna hranolů prodlouženého výtlaku				
- výměna hranolů sady „V“				
- výměna bočních pancířů dělicí roviny				
- výměna hranolů střechy třídiče				
- výměna bočních pancířů třídiče				
- montáž/demontáž lešení do třídiče				
- oprava hřídele MK				
- oprava klapky návratu				
- výměna hranolů v dopadu vrat				
- výměna pancířů vrat				
- oprava hlav šroubů pancířů vrat				
- výměna čelních pancířů vrat (segmenty)				

- oprava klapky K3				
- oprava klapky K4				
- oprava klapky K5				
- oprava klapky návratu z třídiče				

Poznámky

Vysvětlivky:













x – označení co je požadováno/provedeno

- – označení co není požadováno/není provedeno

PŘÍLOHA č. 2

Rohové pancíře – fotodokumentace zkoušky materiálů







VM91 - rohové pancíře OTEZ		VM92 - rohové pancíře ETI, sl. Chomutov		VM93 - rohové pancíře sl. Plzeň		VM94 - rohové pancíře sl. Plzeň	
Datum	Hodiny (MK)	Hodiny (RP)	Datum	Hodiny (MK)	Hodiny (RP)	Datum	Hodiny (MK)
9.4.2016	1718	0	30.4.2016	1258	2457	8.5.2016	1540
bez fotek	1823	105	bez fotek	0	0	0	0
29.4.2016	2071	353	8.5.2016	1379	2567	24.5.2016	1916
			výměna MK	0	110		276










776		
766		
5.6.2016		
731		
1989		
13.6.2016	Prohození rohových pancířů	
997		
2715		
27.5.2016		

1026	1026	1026	12.6.2016	916	1026	bez fotek		
1096	1096	2354	9.7.2016	2354	1096			
1021	1021	2739	9.6.2016	2739	1021	Prohození rohových pancířů + výměna mléčích kola		

10.6.2016	0	1021	nové mlecí kolo + nově seřazený RP		
31.7.2016	2730	1472			
22.6.2016	1083	1193	Prohození RP		



17.8.2016 1969 2079 PO K9 - odstávka	
4.8.2016 837 1858	

8.10.2016	2482	2592	Konec zkoušky - rohových pancířů	
22.8.2016	971	1992	PO K9 - odstávka - prohození rohových pancířů	