

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Informační a komunikační technologie ve
strojírenském podniku

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Plánování a řízení generální opravy

Autor: **Marek PAVLÍČEK**

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

Akademický rok 20013/2014

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Pavlíček	Jméno Marek	
STUDIJNÍ OBOR	2341R001 - Informační a komunikační technologie ve strojírenském podniku		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Kleinová, CSc.	Jméno Jana	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Plánování a řízení generální opravy		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	41	TEXTOVÁ ČÁST	32	GRAFICKÁ ČÁST	9
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Cílem bakalářské práce je vytvoření náhledu na údržbové metody strojního zařízení, generální opravu a její realizaci. Pomocí SW nástroje Microsoft Project 2010, je provedeno plánování generální opravy na vybrané strojní zařízení – fluidní kotel o výkonu 350 t/hod. Výsledkem je vytvoření harmonogramu opravy – Ganttův diagram.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	údržba, generální oprava, projekt, fluidní kotel, rozpis prací, harmonogram, koordinace, Microsoft Project 2010

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Pavlíček	Name Marek	
FIELD OF STUDY	2341R001 - Information and Communication Technology in Industrial 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	Planning and management of overhaul		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	41	TEXT PART	32	GRAPHICAL PART	9
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTOIN TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The goal of the bachelor thesis is to create insight into maintenance methods of mechanical equipment, overhaul and its implementation. Using software tool Microsoft Project 2010 is planned overhaul of the selected machinery - fluid boiler with power 350 tons per hour. The result is creation of service schedule - Gantt diagram.
KEY WORDS	maintenance, overhaul, project, fluid boiler, work schedule, time line, coordination, Microsoft Project 2010

Poděkování:

Velice děkuji paní Doc. Ing. Janě Kleinové CSc. za vedení mé bakalářské práce a cenné rady. Dále chci poděkovat Ing. Antonínu Millerovi za pomoc při sestavování projektu, konzultantu panu Jaroslavu Havlovi, kolektivu oddělení kotelna a vedení společnosti ČEZ, a.s., Elektrárna Tisová, za podporu při studiu.

Seznam obrázků

- [O1] Automatický mazací systém Kernite, obr. 1-1, str. 14.
- [O2] Prostředí nástroje OpenProj, obr. 3-1, str. 18.
- [O3] Prostředí nástroje Microsoft Project 2010, obr. 3-2, str. 20.
- [O4] Přehled vzájemných závislostí, obr. 3-3, str. 20
- [O5] Mapa umístění Tisové, obr. 4-1, str. 21.
- [O6] Základní schéma fluidního kotle, obr. 4-2, str. 22.
- [O7] Spalovací komora – fluidní dno, obr. 4-3, str. 23.
- [O8] Poškozené teplosměnné plochy košů regeneračního ohříváku, obr. 4-4, str. 25.
- [O9] Vůle v uložení regulačních lopatek kouřového ventilátoru, obr. 4-5, str. 26.
- [O10] Poškození tlakového celku chladiče fluidní vrstvy abrazí, obr. 4-6, str. 27.
- [O11] Poškozené závěsy chladících hadů a skříně chladiče popela, obr. 4-7, str. 27.
- [O12] Šnekový podavač, obr. 4-8, str. 28.
- [O13] Rozpis prací, obr. 4-9, str. 32.
- [O14] Microsoft Project 2010 – rozdělení generální opravy na tři etapy, obr. 4-10, str. 35.
- [O15] Microsoft Project 2010 – první etapa projektu GO, obr. 4-11, str. 36.
- [O16] Microsoft Project 2010 – druhá etapa projektu GO, obr. 4-12, str. 36.
- [O17] Microsoft Project 2010 – druhá etapa projektu GO, obr. 4-13, str. 37.
- [O18] Microsoft Project 2010 – druhá etapa projektu GO – kritická cesta, obr. 4-14, str. 37.
- [O19] Microsoft Project 2010 – třetí etapa projektu GO, obr. 4-15, str. 38.

Obsah

Použité zkratky	8
Úvod	9
1 Údržba strojního zařízení	10
1.1 Dělení údržby	10
1.2 Typy údržby.....	11
1.3 Základní metody oprav	12
1.4 Řízení údržby - audity	13
2 Charakteristika GO.....	15
2.1 Technická příprava GO	15
2.2 Koordinační činnost.....	16
3 SW zajištění.....	18
3.1 SW OpenProj.....	18
3.2 Microsoft Project 2010	19
4 Aplikace na vybrané strojní zařízení	21
4.1 Popis vybraného strojního zařízení, pro aplikaci projektu GO	21
4.2 Analýza stávajícího stavu	29
4.3 Plánování GO	32
4.3.1 Technická příprava	32
4.3.2 Koordinační činnost	33
4.3.3 IT podpora	34
4.4 Projekt GO.....	34
4.5 Harmonogram projektu GO.....	35
5 Vyhodnocení	39
6 Závěr.....	40
Zdroje	41

Použité zkratky

GO – Generální oprava

ETI – Elektrárna Tisová

HMG – Harmonogram

IT – Informační technologie

SW – Software

FK2 – Fluidní kotel 2

CI - Centrální inženýring

OPZ – Oddělení péče o zařízení

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

PO – Požární ochrana

Úvod

Základní podmínkou výroby je dobrý technický stav výrobního zařízení. Prostředky, jako jsou výrobní zařízení, pozbývají postupně opotřebením své původní technické parametry jako je např. výkon a spolehlivost. Při poruchách dochází k odstavení zařízení, které může mít nemalý vliv na výrobu např. výrobu elektrické energie a tepla. Neméně závažný vliv může mít porucha i na životní prostředí.

Poruchám výrobního zařízení lze předcházet pravidelnou kontrolou, diagnostikou, opravou v souladu s plánem oprav, modernizací nebo rekonstrukcí výrobního zařízení, evidencí poruch a jejich oprav, plánovanými a generálními opravami.

Pro kvalitní údržbu je zapotřebí důkladně znát výrobní zařízení, jen tak lze určit rozsah oprav a délku jejich trvání. Z hlediska oprav nám v tom pomáhají historické záznamy zařízení, diagnostika zařízení a doporučení výrobce. Hlavním záměrem oprav je uvedení zařízení do požadovaného technického stavu tak, aby byl provoz spolehlivý, ekonomický a šetrný k životnímu prostředí.

V mnohých případech porucha výrobního zařízení znamená vysokou ztrátu disponibilních kapacit. To má za následek, že zařízení není schopno produkovat tolik výroby, kolik je požadováno. Zvýšení disponibilnosti znamená zvýšení dosahované produktivity a údržba je proto jednou z oblastí s velkým potenciálem pro její zvýšení.[1]

Mnohdy se ve firmách můžeme setkat s přístupem: „naše údržba funguje dobře, v případě poruch se to vždy nějak opraví atd.“. V některých firmách plánovaná údržba chybí úplně. Zaměstnanci výroby nebývají do péče o zařízení zainteresováni, nejsou vypracovány vizuální standardy péče o svoje zařízení a nevědí, jak vůbec správně provádět údržbu. Ve většině případů, chybějí potřebné náhradní díly, a proto údržbářský zásah není možné provést. Plánování pro zajištění náhradních dílů není propojeno s plánovanou údržbou a s rizikovými náhradními díly, které jsou s ohledem na poruchovost klíčové. V případě, že nejsou klíčové náhradní díly skladem, dochází mnohdy k odstavení celého zařízení.[2]

Správně prováděná údržba výrobního zařízení může vést ke zvýšení produktivity, minimalizování prostojů a snížení nákladů. Mnoho firem těchto výhod vůbec nevyužívá. Místo toho i nadále neefektivně vynakládá prostředky na opravy. Zavedení strategického konceptu třístupňové údržby, která je zaměřena na nápravné, preventivní a prediktivní strategie, může pomoci snížit výdaje.[3]

Životnost součástí zařízení není nekonečná, ale je předem dána na základě namáhání, jemuž je daná část vystavena. Je zapotřebí si uvědomit, že údržba zařízení je dnes klíčová. Při hledání úspor v dnešním konkurenčním prostředí, je to mnohdy jediný úsporný prostředek vedoucí k zachování výroby. Proto by měla být údržba prováděna s ohledem na provozuschopnost zařízení a neměla by se podceňovat. Správná firma by měla směřovat ke zvyšování výrobního potenciálu, efektivitě, účinnosti a ke konkurenceschopnosti.

1 Údržba strojního zařízení

Důležitou podmínkou pro výrobu je dobrý technický stav výrobního zařízení. Plná pracovní pohotovost výrobního zařízení zajišťuje plynulý průběh výrobního procesu a je předpokladem úspěšného plnění kvalitativních a kvantitativních ukazatelů při výrobě. Základní výrobní zařízení zapojené do výrobního procesu pozbývá postupně následkem fyzického opotřebení své původní technické parametry. Hlavními technickými parametry jsou výkonnost a spolehlivost. V delším časovém úseku přestává mnohé výrobní zařízení vyhovovat technickým, ekonomickým a v neposlední řadě i ekologickým požadavkům.

Postupným opotřebením se výrobní zařízení dostává do takového fyzického stavu, kdy jeho další zapojení do výrobního procesu z důvodu poruch je nemožné. Při jejich používání nezajišťuje požadovanou spolehlivost, žádaný výkon, ekonomické požadavky, bezpečnost práce atd. Pokud chceme, aby výrobní proces pokračoval na požadované úrovni je zapotřebí nespolehlivé pracovní prostředky vyřadit a nahradit je novými, nebo provést opravu, modernizovat, atd.

1.1 Dělení údržby

Údržbu výrobního zařízení musíme chápat jako nejdůležitější akt správy hmotného majetku. Údržbu dělíme do dvou základních oblastí:[4]

- na činnosti, kterými se předchází následkům procesu fyzického opotřebení. Tyto činnosti označujeme termínem *udržování*.
- na činnosti, kterými se následky fyzického opotřebení odstraňují. Tyto činnosti označujeme termínem *opravy*.

Udržováním se rozumí pravidelná péče o výrobní zařízení, kterou se zpomaluje proces fyzického opotřebení a předchází se jeho následkům tak, aby byly zajištěny požadované vlastnosti, jako jsou provozuschopný stav, bezpečný, ekonomický a ekologický provoz. Ověřování stupně opotřebení a technického stavu výrobního zařízení, které provádějí pracovníci útvaru údržby, které se označují jako:[4]

- technické prohlídky – tj. nejnižší stupeň opravárenských služeb, který má za cíl zjistit technický stav a provozuschopnost zařízení. Následuje odstranění zjištěných závad
- kontroly geometrické přesnosti – ověřují správnost funkce strojů a zařízení
- revize – prohlídky předepsané závaznými předpisy výrobcem zařízení nebo normami

Z ekonomického hlediska je udržování a opravy výrobního zařízení procesem *obnovovacím*, jehož cílem je odstranění fyzického a v některých případech i morálního opotřebení, což bývá spojeno např. s modernizací.

Opravy a údržba výrobního zařízení jsou v praxi zařazeny do širšího pojmu – *hospodaření se základními prostředky* nebo *péče o základní prostředky*. Tyto pojmy představují rozsáhlou skupinu prací od přiřazování základních prostředků, zajištění provozuschopnosti, až po jejich likvidaci. Jde tedy nejen o činnosti, které se řadí pod pojem opravy a udržování výrobních zařízení, ale i o práce spojené s jejich pořízením, evidováním, dokumentací, financováním obnovy, odepisováním a se všemi druhy technických i ekonomických rozborů.

Řádně řídit péči o výrobní zařízení a rozvíjet ji lze pouze za předpokladu, že bude uspořádána jako organizovaná soustava. Působí zde řada činitelů, které podmiňují organizační formu,

jako jsou např. počet výrobních jednotek a jejich velikost, územní rozložení, počet a struktura instalovaných strojů, náročnost na technickou, technologickou, ekonomickou a ekologickou přípravu opravárenských výkonů, složitost a náročnost řízení oprav, náročnost a organizování opravárenských výkonů apod.

Péče o výrobní zařízení bývá většinou rozdělena mezi vedoucí výrobních útvarů a útvaru hlavního mechanika. Podle toho, na kterou složku je přenesena větší váha a míra odpovědnosti, rozeznáváme dva typy organizace údržby:[4]

- centralizovaná údržba – organizace a provádění údržby je metodicky řízeno
- decentralizovaná údržba – útvary údržby jsou podřízeny přímo vedoucímu výroby, kde se starají o běžnou údržbu a opravy. Opravy se řídí potřebami výroby.

Péče o výrobní zařízení bývá většinou svěřena vedoucímu oddělení údržby, který je zodpovědný za odborné provedení oprav, kontrolu péče o výrobní zařízení podniku. Vedoucí oddělení údržby bývá zpravidla podřízen technickému náměstkovi a vede útvar péče o zařízení. Hlavními úkoly tohoto útvaru jsou:[4]

- vedení evidence výrobních prostředků, jejich poruch a oprav
- instalování nového výrobního zařízení
- plánování oprav
- denní kontrola péče o zařízení a jejich běžnou údržbu
- provádění kontrol a oprav výrobního zařízení v souladu s plánem oprav
- plánování a zajišťování náhradní díly
- plánování a provádění rekonstrukcí nebo modernizací výrobního zařízení

1.2 Typy údržby

S opravami a údržbou výrobního zařízení je spojena řada prací technického a správního charakteru. Cílem těchto prací je zajistit provozuschopnost výrobního zařízení. V praxi je rozdělujeme:[4]

- *Instruktaž obsluhujícího personálu* – údržba je zahájena instruktáží dělníka o obsluze a čištění zařízení.
- *Denní ošetřování výrobního zařízení* – zahrnuje soustavný dohled na provozované zařízení, jeho čištění a mazání. K tomu patří dodržování pořádku na pracovišti. Jeden z hlavních úkolů při denním ošetřování je pravidelné mazání výrobního zařízení. Provádí se na základě mazacích plánů, dle kterých lze s minimálními náklady omezit mechanické opotřebení stroje, ušetřit elektrickou energii a prodloužit dobu mezi jednotlivými opravami.
- *Běžná údržba* – zahrnuje nepřetržitý dozor výrobního zařízení, pravidelnou kontrolu, mazání a doplňování olejových náplní, odstraňování drobných závad (výměna klínových řemenů dmychadel, odstranění nadměrné vůle dotažením šroubů a matic, čištění olejových a vzduchových filtrů, dopínání řetězů atd.). Běžná údržba je prvním stupněm centralizované a plánované péče o výrobní zařízení a bere se jako první stupeň oprav strojů a zařízení.
- *Opravy výrobního zařízení* – smyslem oprav bývá odstranění nebo snížení následků fyzického opotřebení, k němuž dochází při jeho provozu. Opotřebované součásti nebo skupiny součástí ztrácejí svou pracovní způsobilost již v době, kdy hlavní součásti a

mechanismy si pracovní vlastnosti ještě zachovávají. Z toho důvodu se používají různé druhy oprav, které se liší navzájem svým rozsahem a zaměřením.

Opravy se rozdělují nejčastěji na malé, střední a generální.[4]

- *Malé opravy* jsou využívány k odstraňování menších poruch a k výměnám snadno vyměnitelných opotřebovaných součástí. Tím se zajišťuje nepřetržitá provozuschopnost výrobního zařízení. Tyto opravy jsou prováděny v rozsahu, který zajišťuje provozuschopnost výrobního zařízení do plánované opravy
- *Střední opravy* zahrnují větší rozsah opravárenské práce. Střední opravy vyžadují výměnu porušených nebo opotřebovaných součástí a kompletní seřízení zařízení.
- *Generální opravy* odstraňují fyzické opotřebení výrobního zařízení v té míře, aby byly obnoveny jeho původní technické vlastnosti, spolehlivost, provozuschopnost apod. Generální opravy výrobního zařízení se provádějí v pravidelných periodách stanovených výrobcem zařízení. Při těchto opravách se provádí rozsáhlé výměny zařízení, například výměna řetězů dopravníků, výměna ložisek ventilátorů, výměna kompenzátorů hlavních kompenzačních uzlů, apod. Důležitou složkou všech oprav bývají kontroly přesnosti, které se provádí před i po opravě. Tyto kontroly mají ukázat, jak vliv provozních podmínek na opotřebení základních prostředků, tak na kvalitu provedené opravy.
- *Modernizace a rekonstrukce výrobního zařízení* bývá spojena s drobnými nebo rozsáhlejšími úpravami zlepšujícími vyšší výkon, přesnost, ekonomii, ekologii, výrobnost a trvanlivost zařízení. V některých případech se provádí rekonstrukce výrobního zařízení pro jiný technologický účel.

1.3 Základní metody oprav

Účinnost oprav, která se projevuje v co nejnižších nákladech vynaložených na opravy a provoz zařízení, ve zkrácení doby opravy a v co nejvyšším využití zařízení pro výrobní účely, může být zajištěna kvalitní organizací oprav a běžné péče o zařízení. Podle stupně oprav a plánovitosti rozlišujeme několik metod oprav výrobního zařízení, které se vzájemně liší, jak formou, tak způsobem tvorby jednotlivých prvků.

V plánování používáme tyto základní metody oprav:[4]

- *Opravy po poruše.* Tato metoda se využívá při opravě až po vzniku poruchy nebo havárie výrobního zařízení. Využívá se tehdy, jestliže oprava opotřebovaného nebo poruchového zařízení, která je většinou větší, než oprava plánovaná, nezpůsobuje podstatné potíže ve výrobě. Uplatňuje se u méně významných zařízení, u zařízení s náhodným opotřebením a u zařízení, která se nechávají plánovitě dožít. Teorie spolehlivosti hovoří o tom, že není možný naprosto bezproblémový chod zařízení s ohledem na různý charakter opotřebení. Poruchy se nevyskytují pouze u zařízení, které je v provozu, ale i u zařízení, které je zcela nové nebo po opravě. S požadavky na opravy po poruše je třeba vždy počítat a z hlediska celkových nákladů na údržbu je třeba je i plánovitě připouštět.
- *Opravy po prohlídce.* Tato metoda je založena na periodických prohlídkách výrobního zařízení. Tyto prohlídky dávají přehled o stupni opotřebení zařízení a je možno dle těchto prohlídek stanovit rozsah oprav. Metoda vnáší do péče o zařízení prevenci poruch a určitou plánovitost. Plánují se prohlídky a podle výsledků provedených prohlídek se plánuje rozsah nutných oprav, při kterých se vyměňuje větší počet opotřebovaných součástí a odstraňují se, zjištěné závady vzniklé při provozu zařízení.

- *Standardní opravy.* Při využití této metody se opravy provádějí ve stanovených termínech, tj. po uplynutí určité lhůty a bez ohledu na technický stav zařízení. V těchto termínech se vyměňují předepsané komponenty součástí zařízení, dle technologického postupu, ve kterém je uveden celý rozsah oprav se všemi údržbářskými výkony.
Tato metoda standardních oprav se využívá tam, kde zařízení je stejnoměrně zatěžováno v dlouhém časovém úseku, pracuje za konstantních podmínek a existuje tedy předpoklad, že opotřebenění vzrůstá pravidelně. Využití této metody je účelné, pokud je požadavek bezporuchového chodu důležitější než otázka výše nákladů na údržbu.
- *Preventivní periodické opravy.* Použití této metody je souhrn preventivních opatření (technických a organizačních), jako je: obsluha, dozor nad prováděnými preventivními opravami, dle vypracovaného plánu. Jako znaky této metody můžeme uvést:
Plánování – opravy zařízení se neprovádí po poruše, ale pravidelně dle plánu, což napomáhá k odstranění disproporcí, které vznikají vyjmutím zařízení z provozu. Cílem plánovitosti je zkvalitnit a zhospodárnit opravy.
Periodičnost – opravy zařízení se opakují v určité periodě, tzn. ve stanovených časových úsecích
Preventivnost – provádí se pravidelné periodické prohlídky zařízení mezi jednotlivými opravami. Preventivní prohlídky jsou důležitým krokem ke zlepšení podmínek provozu strojů a zařízení a napomáhají předcházet nežádoucím poruchám. Umožňují upřesnění plánu oprav dle aktuálního stavu zařízení.
Normativní základ preventivní periodické opravy – je důsledně založen na normách. Hlavní normativní prvky jsou: cyklus oprav, normy pracnosti na jednotku složitosti, typové rozsahy úkonů a jednotka složitosti oprav.
Metoda preventivně periodických oprav má tyto přednosti:
 - Termínové plánování oprav každého stroje
 - Určuje celkový objem oprav potřebnou kapacitu potřebnou k jejich uskutečnění
 - Lze plánovat prostoje výrobního zařízení a tím umožní koordinaci plánů údržby
 - Vytváří podmínky k zajištění potřebných náhradních dílů apod.
 - Umožňuje propočít potřebu pracovních sil, kapacitu výrobních dílen a potřebného zařízení pro opravy, dovoluje plánovat náklady na údržbu zařízení
- *Diferencovaná péče* výrobního zařízení. I při maximálním stanovení údržby a použití výše uvedených metod nelze předpokládat, že v reálném provozu bude u všech případů shoda mezi plánovaným a skutečným průběhem a rozsahem údržbářských prací. Skutečný požadavek na opravu identického výrobního zařízení použitého v odlišných podmínkách se bude lišit od normovaného rozsahu. Normovaný rozsah bude sice směrodatnou hodnotou, kolem které však bude skutečný požadavek vybočovat oběma směry.

1.4 Řízení údržby - audity

Mezi jedny z rozvíjejících se procesů patří i údržbový audit. Spočívá v tom, že společnost, která se zabývá poradenstvím, vyhodnotí stávající údržbové postupy a předloží návrhy pro modernizaci technologií.

Audity začínají obvykle otázkami, které směřují na manažery firmy, techniky nebo jiné vhodné subjekty, kteří dobře rozumí operacím firmy. Hlavním smyslem kladených otázek je odhalení přehlížených příležitostí, například spotřeba energie. Ke snížení spotřeby energie je nespočet příležitostí, ale v mnoha případech se neřeší. To trvá do té doby, dokud se na ně konkrétně nezaměří úsilí o zlepšení. U známé připomínky „zhasínat světlo“ při odchodu

z prázdné kanceláře či dílny atd. je dnes běžné a akceptované. Otázkou ale je, kolik pozornosti se věnuje zbytečně vynaložené energii na provoz klimatizace.[5]

Audit firmy se též může zajímat o provozní účinnost např. kompresorů, průmyslových ventilátorů, dmychadel, čerpadel atd. Většinou se jedná o správné mazání ložisek, a jestli jsou mazány vhodným mazivem, těsnění, souosost hřídelů atd. Položené otázky vedou k návrhům řešení. Většina strojů je mazána mazacími tuky, kde příliš mnoho maziva (přemazání) způsobuje jev nazývaný brodění, kdy valivé součásti ložisek, musejí při otáčení vykonávat větší práci. Takto vykonaná práce se rovná ztráta energie. Doporučení auditu může zahrnovat používání měřičů maziv pro firmy používající ruční mazání zařízení. Automatické mazací systémy viz ukázka na obrázku 1-1, se používají pro větší provozy nebo špatně přístupná místa. Dají se používat jedno a vícebodová automatická zařízení, pro přesné dávkování množství maziv.[5]



Obr. 1-1 – Automatický mazací systém Kernite

Jedním z aspektů auditu firmy, který získá pozornost vedení podniku, je auditorská zpráva, vypracovaná společností provádějící audit. Obvykle zpráva obsahuje seznam položek, které jsou seřazeny dle potenciálu pro zlepšení. Auditorská zpráva ukazuje na zlepšení v konkrétní oblasti revidovaných postupů, strojů a školení. Každá cílová oblast má uvedenou hodnotu návratnosti investic a očekávané výše finančních úspor.[5]

Péče o hmotný majetek firmy, údržbu strojů a zařízení je důležitou podmínkou kvality a spolehlivosti. Bývá významným nástrojem regulace či snižování nákladů na výrobu. Často diskutovaným problémem bývá zavedení a fungování systému údržby. Pokud chceme, aby údržba přinášela očekávaný efekt, je zapotřebí, aby se management údržby stal nedílnou součástí celého systému řízení.[6]

Audity systému řízení údržby mohou být jedním z nástrojů, kterými bychom mohli být schopni zabezpečit trvalé zefektivňování procesu údržby. Pro vlastní auditování, je možné volit mezi dvěma způsoby a to systémovým auditem a procesním auditem. Každý z uvedených auditů se zabývá údržbou z jiného pohledu. Systémový audit pohlíží na údržbu shora, což znamená prověřování systému jako takového, včetně jeho funkčnosti. Za opak lze považovat procesní audit. Žádný audit nemůžeme považovat za kontrolu stavu, ale vždy se jedná o jeden z prostředků vedoucí k rozvoji vědomostí v údržbě. Výsledky auditu nám pomáhají v odhalení nedostatků, které se v systémech údržby objevují. Na základě zjištěných výsledků se na tato slabá místa navrhuje a poté aplikují nápravná opatření.[6]

2 Charakteristika GO

Generální oprava bývá plánována v pravidelně se opakující periodě. Periodu generální opravy stanovuje výrobce a je jen na provozovateli zařízení, zda se bude tímto doporučením řídit, tedy pokud není omezen povinností, vyplývající ze zákonem stanovených podmínek. Je totiž možné, se po určitém časovém úseku rozhodnout k prodloužení nebo naopak ke zkrácení periody generální opravy. To ve většině případů závisí na provozovateli, do jaké míry bude akceptovat poruchovost a dostupnost zařízení. Dle rozsahu je určen čas generální opravy na plánování, přípravu, realizaci a hodnocení. Příprava na generální opravu např. v energetice probíhá u opravy fluidních kotlů, jeden rok. Je zapotřebí pečlivě naplánovat rozsah oprav a zajistit náhradní díly s ohledem na termíny dodání. Cílem akcí generálních oprav je další zajištění provozu při dodržení požadovaných parametrů kotle v celém regulačním rozsahu a minimalizace poruch. To vyžaduje obnovení základních technických parametrů celého technologického celku. Akce do generální opravy jsou zařazeny na základě rozsahu analýzy životnosti a celkového fyzického stavu zařízení.

Podněty pro vznik GO

- Zajištění potřebné úrovně v oblasti poruchovosti a dostupnosti zařízení
- Zajištění potřebného stavu výrobního zařízení
- Zajištění potřebné úrovně ekonomického a ekologického provozu zařízení
- Maximální využití životnosti zařízení [7]

Účel a hlavní cíl

Hlavním záměrem generální opravy je uvedení zařízení do takového technického stavu, aby odpovídalo stanoveným technickým podmínkám.

Hlavní požadavky a přínosy

- Obnovení výrobního zařízení dle původních projektových parametrů
- Snížení poruchovosti zařízení
- Maximální obnovení ekonomie provozu
- Minimalizace (snížení) provozních nákladů – vlastní spotřeby zařízení [7]

2.1 Technická příprava GO

Potřebná technická dokumentace:

- Technické údaje zařízení
- Návod k obsluze
- Návod údržby
- Katalog náhradních dílů zařízení
- Výkresová dokumentace
- Mazací plány
- Schémata
- Historické údaje (poruchovost)
- Diagnostika zařízení

Úkolem technické přípravy je:

- Vypracování rozpisu prací, kde jsou uvedena jednotlivá strojní zařízení a k nim jsou přiřazeny plánované opravy
- Zajištění výroby náhradních dílů dle výkresové dokumentace (zadání náhradních dílů do výroby jako jsou: vestavby dilatací, drtící kotouče atd.)
- Zajištění náhradních dílů (armatury, ložiska, ozubená kola, převodovky atd.)
- Vystavení požadavků na kontrakt pro zajištění oprav externí firmou (jsou to například opravy armatur, opravy čerpadel a dmychadel, kde opravu provádí výrobce zařízení)
- Příprava harmonogramu generální opravy (je vytvořen na základě termínů dodávek náhradních dílů a firem provádějících opravy)
- Investiční akce (jmenovité akce většího rozsahu, rekonstrukce, vylepšení technického stavu, vylepšení ekologie atd.)

2.2 Koordinační činnost

Jmenování koordinátora

Požadavek na koordinátora projektu dává management správy majetku organizační jednotky. Následně je koordinátor přidělen oddělením CI (centrální inženýring) k organizační jednotce.

Činnost koordinátora

- seznamování se s projektem – na základě schválených podkladů
- spolupráce s odbornými pracovníky organizační jednotky
- vypracování technického režimu – popsány základní informace o opravě (celkové rozpočtové náklady, základní technické údaje kotle, přehled plánovaných oprav, organizace a řízení generální opravy)
- vedení koordinačních porad pro přípravu a realizaci
- vytvoření harmonogramu generální opravy

Vytvoření harmonogramu

Na základě rozpisu prací, termínů objednávání náhradních dílů, zajištění zhotovitelů, koordinátor vytvoří harmonogram opravy.

Úkolem koordinační činnosti jsou:

- Organizační záležitosti
 - Jmenování pracovníků pověřených řízením a organizací opravy
 - Přejímací komise – zhodnocení stavu zařízení před a po generální opravě
 - Jmenování dozoru dodavatelských prací
 - Pověření koordinátora provozu pro generální opravu
 - Pověření koordinátora BOZP a PO
 - Stanovení termínů a místa konání koordinačních porad
 - Požadavky na práce mezi středisky
 - Požadavky na provoz (obsahu zařízení)
 - Zajištění materiálu a dodavatelských prací
- Rozsah prací

- Harmonogram generální opravy

Podklady pro zpracování harmonogramu

- Rozpis prací jednotlivých strojních zařízení
- Dodávky materiálu
- Časové údaje z uzavřených smluv o dílo
- Obchodní zajištění akcí generální opravy
- Konzultace s pracovníky zadavatele
- Konzultace se zhotoviteli

Stanovení hraničních termínů průběhu generální opravy

- Odstavení zařízení
- Zajištění zařízení do generální opravy
- Vyčištění zařízení
- Předání zařízení do generální opravy
- Ukončení klíčových úkolů
- Zkoušky zařízení
- Odstranění závad vzešlých z kontrol a zkoušek
- Zapálení kotle – sušení vyzdívek
- Najetí kotle na parametry – dostupnost páry [7]

Výsledkem plánování je vytvoření harmonogramu projektu generální opravy.

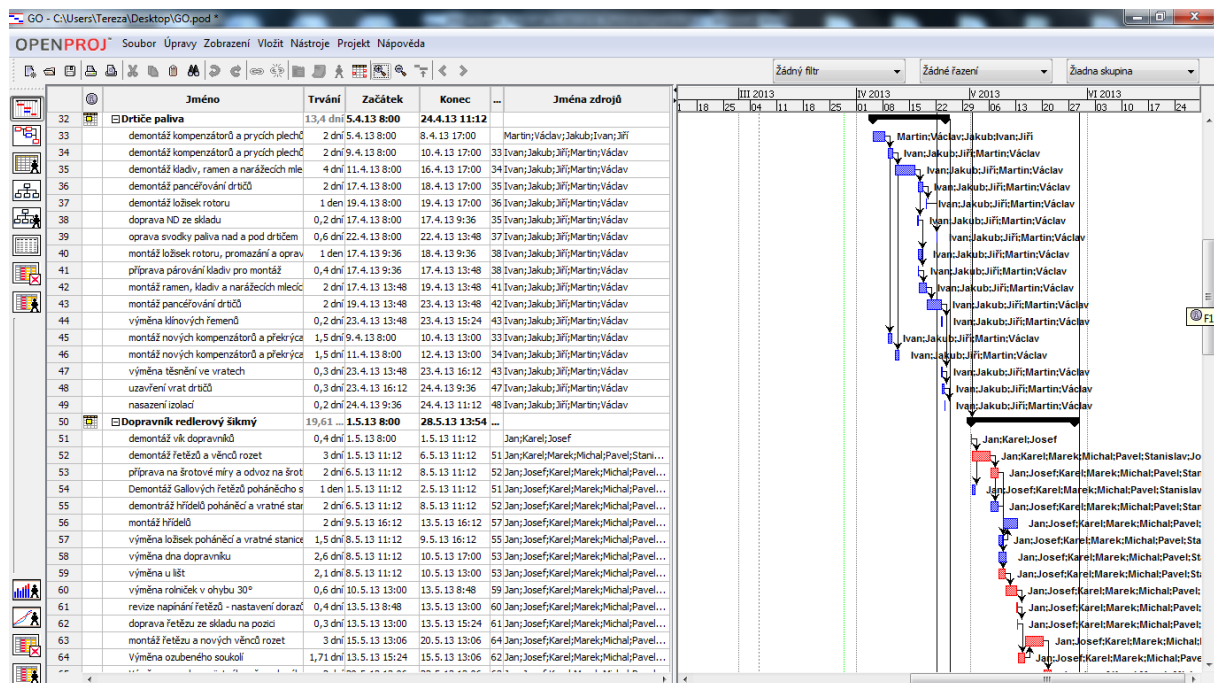
- Firmu – zhotovitel provádějící práci
- Název úkolu – stručný název hlavních a vedlejších akcí
- Doba trvání – délka trvání opravy
- Zahájení – zahájení opravy
- Dokončení – dokončení opravy včetně odzkoušení
- Grafické rozvržení – zobrazení akcí a jejich návaznost

3 SW zajištění

Při realizaci projektu generální opravy se používají různé nástroje k účelu zajištění oprav. Pod zajištěním si můžeme představit různé úkony jako je například příprava, objednávání náhradních dílů, zajišťování kontraktů, zdrojů, realizace, vyhodnocení atd.

3.1 SW OpenProj

Na trhu se nachází mnoho nástrojů pro plánování projektových manažerů. Převážná většina je placená a proto pořizovací cena pro některé firmy se stává překážkou. Z tohoto důvodu se hledají různé alternativy jako je například nástroj OpenPro, jehož ukázka je na obrázku 3-1. OpenProj lze bezplatně stáhnout na oficiálních webových stránkách zhotovitele. Je zde možnost stažení několika verzí např. pro Windows, Linux, Mac atd. Při prvním spuštění nástroje jste vyzváni k vytvoření nového projektu nebo k otevření již rozpracovaného projektu. Po zvolení jedné z nabízených variant se otevře prostředí nástroje OpenProj.[8]



Obr. 3-1 – Prostředí nástroje OpenProj

V levé části obrazovky je zobrazeno několik ikon, kterými se můžete pohybovat mezi jednotlivými diagramy. OpenProj nabízí standardní plánovací funkcionalitu, která je podobná i u jiných plánovacích nástrojů:[9]

- Gantt chart – zobrazení plánovacích nástrojů
- Network diagram – síťový diagram
- PERT diagram
- WBS – hierarchická struktura činností
- RBS – struktura zdrojů
- EarnedValue

Aplikace OpenProj je od roku 2012 nadále vyvíjena pod novým názvem ProjectLibre. Je přeložena do několika světových jazyků, mezi nimiž nechybí ani čeština, angličtina, španělština, němčina, portugalština, švédština, ruština či čínština.[9]

3.2 Microsoft Project 2010

Trocha z historie

Historie aplikace Project, se datuje od roku 1984, kdy byla uvedena na trh první verze pro DOS. Následný rok se objevuje její nástupce a poprvé se na trhu objevuje značka Microsoft Project. O další rok později vychází poslední verze Microsoft Project pro DOS.

V roce 1990 byla představena první verze aplikace fungující pod Microsoft Windows. Microsoft Project je historicky třetí vyvinutou aplikací pro Windows. V roce 1994 byla uvedena verze Microsoft Project 4.1, tato verze obsahovala základní koncept plánování a řízení projektu, který byl platný do verze 2007. U aplikace byla představena užitečná funkce Organizátor – tj. nástroj k úpravě rozhraní Microsoft Project.

Microsoft Project 98, byla první verze s možností komunikace se členy projektového týmu pomocí e-mailu a díky tomu jim bylo možné zasílat úkoly přiřazené projektem. Právem lze Microsoft Project 98 považovat za první samostatnou aplikaci, směřující ke komplexnímu řešení projektu. Microsoft Project 2000 tento koncept prohloubil a u následující verze Microsoft Project Central, již nabídl plnohodnotné webové rozhraní pro práce v projektovém týmu.

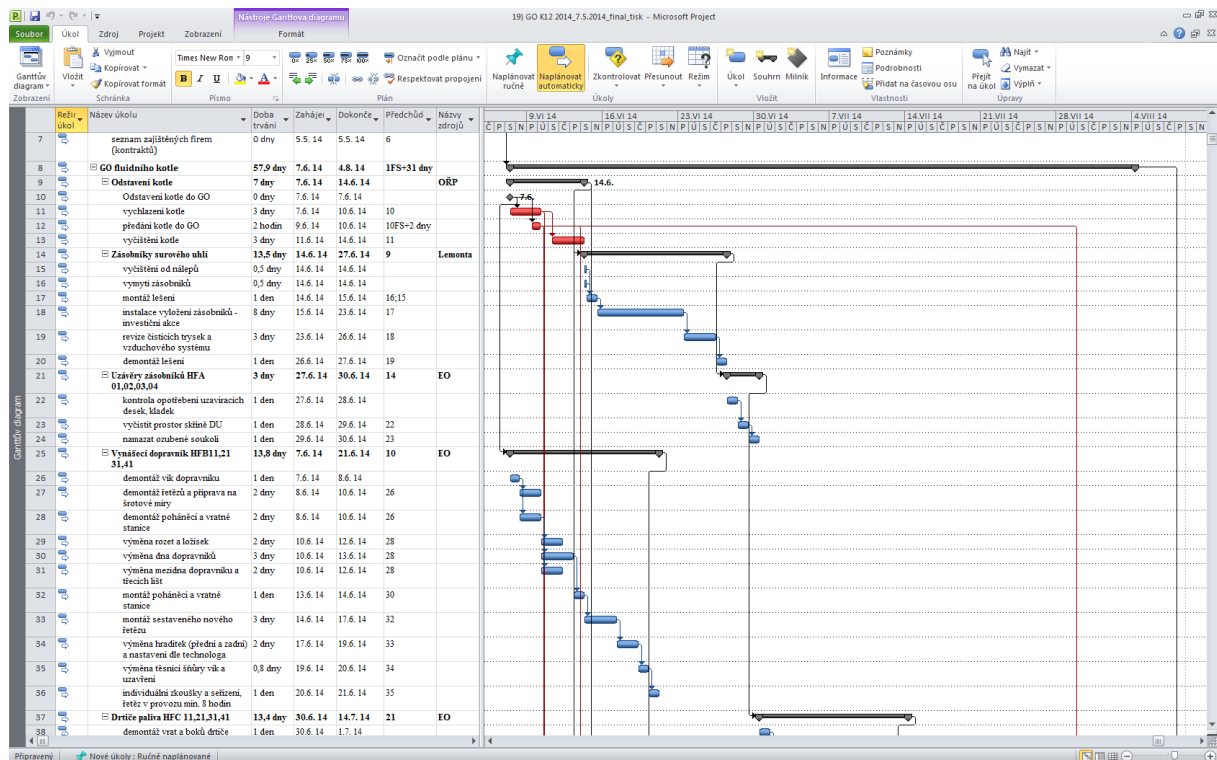
Microsoft Office Project 2002 přichází jako první ve dvou editacích – Standard a Profesionál. K dispozici byl také Microsoft Office Project Server 2002, který s editací Profesionál nabídl vlastnosti k využití pro větší projektové týmy.[10]

Co nového v Microsoft Project 2010

Na první pohled je Microsoft Project 2010 patrná změna viz obrázek 3-2, která se týká nového uživatelského rozhraní. *Pás karet* – využívá naplno potenciálu tohoto produktu, viz názvy karet: Zdroj, Úkol, Zobrazení, Projekt, Formát.

Pro všechny aplikace Office je společná novinka Microsoft Office Backstage, tedy ucelený pracovní prostor, který zahrnuje funkce potřebné pro práci s dokumentem poté, co dokončíte jeho tvorbu.

Jednou z nejzásadnějších změn v aplikaci Microsoft Project je koncept uživatelem řízeného plánování. Tento koncept posouvá aplikaci Microsoft Project blíže termínu projektování, tak jak ho známe z oblasti architektury. Projektový manažeři se tak mohou plně soustředit na projekt, místo zkoumání logiky aplikace.



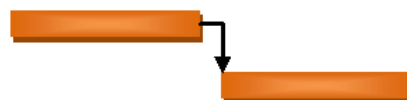
Obr. 3-2 – Prostředí nástroje Microsoft Project 2010

Vzájemné závislosti – vazby

Vytvářením vazeb vzniká síť úkolů – harmonogram. V Ganttově diagramu je vzájemná vazba znázorněna šipkou, která vždy směřuje od předchůdce k následníkovi. Přehled vzájemných závislostí – vazeb je vidět na obrázku 3-3.

Dokončení - Zahájení FS

Datum dokončení předcházející činnosti určuje datum zahájení následující činnosti



Zahájení - Zahájení SS

Datum zahájení předcházející činnosti určuje zahájení datum zahájení následující činnosti



Dokončení - Dokončení FF

Datum dokončení předchozí činnosti určuje datum dokončení následující činnosti



Zahájení - Dokončení SF

Datum zahájení činnosti určuje datum dokončení následující činnosti



Obr. 3-3 – Přehled vzájemných závislostí [10]

4 Aplikace na vybrané strojní zařízení

Pro aplikaci byl vybrán fluidní kotel pod označením FK2, provozován v Elektrárně Tisová společností ČEZ, a.s.

4.1 Popis vybraného strojního zařízení, pro aplikaci projektu GO

Fluidní jev, který se využívá při fluidním spalování se, dá charakterizovat jako vznášení malých drobných částic paliva působením dynamického účinku protékajícím fluidizačního média, které může tvořit kapalina nebo plyn.[11]

Fluidní kotel (z lat. Fluidus – tekutý) - je určen převážně pro spalování práškového uhlí.[12]

Atmosférický cirkulační fluidní kotel o výkonu 350 tun/hod. páry, je nedílnou součástí technologického procesu při výrobě elektrické energie a tepla. Nesprávná funkce fluidizace a spalování hnědého uhlí ovlivňuje ekonomický provoz výrobního zařízení a životní prostředí, případně může dojít až k závažným poruchám zařízení a následně k nákladným opravám.[14]

Jmenované zařízení je součástí Elektrárny Tisová, která se nachází v západní části Sokolovské pánve mezi Slavkovským lesem a Krušnými horami. Umístění Elektrárny Tisové mezi městy Kynšperk nad Ohří, Sokolovem a Březovou je vidět na obrázku 4-1. Patří k nejstarším hnědouhelným elektrárnám a je nejzápadněji situovaným energetickým zdrojem společnosti ČEZ, a.s. Elektrárna Tisová leží v nadmořské výšce 405 m mezi Karlovými Vary, Mariánskými a Františkovými lázněmi.[13]

V současné době se v ETI I nachází dva fluidní kotle, každý o výkonu 350t/h, jedna kondenzační, rovnotlaká, dvoutělesová turbína 57 MW, turbína 12,8 MW protitlaková, kombinovaná, jednotělesová a dvě turbíny 57 MW kondenzační, rovnotlaké, dvoutělesové s jedním regulovaným odběrem páry. Instalovaný výkon ETI I je 183, 8 MW. První fluidní kotel byl uveden do provozu r. 1995 a druhý fluidní kotel byl uveden do provozu r. 1997 ČEZ, a.s.[13]



Obr. 4-1 – Mapa umístění Tisové [15]

Fluidní kotel se skládá z následujících částí:

Spalovací komora

Spalovací komora je fluidní reaktor se vzduchotěsně svařovanými trubkovými stěnami z trubek průměru 57 mm a síle stěny 8 mm. Spodní část spalovací komory je rozdělena klínem na dva spalovací prostory. Kotel má dvě trysková dna (fluidní lože) o rozměru 8,025 x 2,175 m, kde na obrázku 4-3 jsou vidět fluidní trysky. Výška spalovací komory je 32 m. Spodní část spalovací komory nade dnem stejně jako stěny vnitřního klínu jsou opatřeny izolačním betonem a žarobetonem. Ve spodní části spalovací komory jsou zaústěny přípojky vzduchu, uhlí, vápence a popela. K zapálení slouží zapalovací plynové hořáky, které spalováním zemního plynu zahřívají popel na zápalnou teplotu uhlí. Celý kotel dilatuje vzhůru. Kontroly a preventivní opravy trubek spalovací komory, jsou rozhodující pro docílení spolehlivosti.[14]



Obr. 4-3 - Spalovací komora - fluidní dno [17]

Cyklonový odlučovač

Fluidní kotel má na pravé a levé straně spalovací komory cyklonové odlučovače, které slouží k odloučení částic větších jak 0,1 mm ze směsi spalin odcházející z ohniště a vrací je zpět do spalovací komory. Odloučení zajišťuje vestavba cyklonu, která je tvořena vyzdívkou o síle 400 mm. Spaliny zde dosahují teplot 850 až 900 °C. Důležitou součástí cyklonu je středová ponořená trubka o průměru 4235 mm, na jejíž funkci závisí odloučení.[14]

Cesta paliva do kotle

Palivo do teplárny je dodáváno kolejovou dopravou k vykládkovému místu. Dopravními pásy a přesypnými uzly je dle potřeby palivo dodáváno buď na venkovní skládku, nebo do zásobníků surového uhlí jednotlivých kotlů. Zásobníky surového uhlí jsou železobetonové konstrukce a spodní část je zakončena plechovou výsypkou, na které jsou přírubové

přípevněny bundové (deskové) uzávěry. Kapacita zásobníků pro provoz kotle je cca 10 hodin. Bunkrové (deskové) uzávěry jsou přes svodku spojeny s vodorovnými řetězovými podavači. Dopravníky jsou vodorovného provedení, uzavřené, žlabové. Hlavní části dopravníku jsou: skříň dopravníku, poháněcí a napínací stanice, dopravní dvoupramenný nekonečný řetěz s příčkami, regulace paliva (hradítka) a podávací stůl. Na výstupu z dopravníků jsou umístěny svodky, na jejichž konci se nachází nárazové drtiče. Úkolem drtičů je úprava surového uhlí na požadovanou zrnitost pro maximální využití při spalování ve fluidním kotli. Drtič je tvořen el. motorem, řemenovým převodem, rotorem, na kterém jsou zavěšeny ramena nesoucí tlukadlové hlavice, skříň drtiče, která je vyložena pancéřováním s možností nastavení požadované mezery mezi boční stěnou (vraty) a tlukadly. Takto upravené palivo padá na šikmé dopravníky. Hlavní částí šikmého dopravníku jsou: skříň dopravníku, poháněcí a napínací stanice, dopravní dvoupramenný nekonečný řetěz s příčkami. Dopravníky jsou zakončeny výsypkou, na jejímž konci jsou umístěny zauhlovací turnikety, které oddělují tlakovou část fluidního lože od zauhlovacích dopravníků. Turniket je tvořen skříň, rotoru turniketu, rozvodem těsnícího a čistícího vzduchu a poháněcí jednotkou, kterou tvoří elektrický motor a převodovka. Ve svodce nad turnikety jsou umístěny textilní dilatace a pod, jsou zabudovány elektrické a ruční deskové uzávěry navazující na svodku, která je zaústěna do kotle.[14]

Vzduch pro spalování

Vzduch pro spalování je nasáván z venku kotelny ve stěně opláštění a potrubím je přiveden k primárnímu a sekundárnímu ventilátoru. Primární ventilátor je radiální vzduchový ventilátor, který nasává asi 40% vzduchu z hlavního potrubí a přes primární sektor regenerativního ohřívačku vzduchu jej dopravuje do obou roštů spalovací komory jako fluidizační vzduch. Sekundární ventilátor je radiální vzduchový ventilátor, který nasává asi 60% vzduchu z hlavního potrubí a přes dvojici sekundárních sektorů regenerativního ohřívačku vzduchu jej dopravuje do spalovací komory jako spalovací vzduch. Ohřev vzduchu v regenerativním ohřívačku pracuje na protiproudém principu. Vzduch proudí zespodu a je hnán nahoru a u spalin je to obráceně. Teplosměnné elementy rotoru při otáčení předávají teplo ze strany spalin vzduchu pro spalování. Regenerační ohřívaček tvoří: nosná konstrukce, skříň rotoru, vnitřní nosná konstrukce, rotor, ložiska rotoru, těsnící systémy a pohony. Jako největší problém regeneračního ohřívačku je potřebování teplosměnných ploch abrazií úletovým popelem a nízkoteplotní korozi, které vidíme na obrázku 4-4, na studeném konci.[14]



Obr. 4-4 - Poškozené teplosměnné plochy košů regeneračního ohříváku [18]

Doprava vápence do kotle

Doprava vápence je zajištěna kolejovou dopravou a nákladní dopravou pomocí cisteren. Vápenec je stáčen pneumaticky do venkovních sil, odkud je pomocí komorových podavačů dopravován do vnitřních sil v prostoru kotelny. Pod silem jsou umístěna dvě šneková podávací čerpadla, která dopravují vápenec do kotle v závislosti na SO_2 . Dopravní kapacita je až 22 t/hod.[14]

Zemní plyn

Zemní plyn je do elektrárny přiveden vysokotlakým potrubím z vysokotlakého plynovodu. Pro potřeby kotle je redukován na tlak 0,3 MPa ve vysokotlaké redukční stanici. Z regulační stanice je zemní plyn veden středotlakým plynovodem do objektu kotelny. Regulační stanice je umístěna v samostatném oploceném objektu.[14]

- **Regulační stanice**

Vysokotlaká regulační stanice dvouřadá, jednostupňová, vybavená ochozem a ohřevem plynu pro průmyslový plynovod, který je přiveden ke kotlům.

- **Rozvod zemního plynu**

Zemní plyn pro plynové hořáky je odebírán z páteřního plynovodu opatřeným hlavním uzávěrem plynu, který je umístěn před budovou kotelny. Za odbočkou plynovodu ke kotli je hlavní uzávěr kotle, za který je přiveden inertizační plyn (dusík). Dále se plynové potrubí rozvádí k jednotlivým plynovým hořákům.

- **Plynové hořáky**

Slouží k najíždění a stabilizaci kotle. Příslušenství hořáku tvoří stojan a příslušné elektroskříně. Jsou opatřeny přívodem chladícího vzduchu, detekcí úniku plynu, vzduchovým vířičem, hlídačem plamene a zapalovačem.

Nízkotlaký impulsní textilní filtr LURGI

Textilní filtr zaručuje úlet tuhých znečišťujících látek do 20 mg/Nm^3 . Skříň filtru je svařena z plechů, vyztužena konstrukcí a opatřena izolací. Nachází se v samostatné budově. Spaliny jsou přes regenerační ohřívák kouřovodem přivedeny k textilnímu filtru, který je hadicového typu s plně automatickým impulsním čištěním. Směr spalin vystupuje z kouřovodu do středového kanálu skříně filtru. Odtud dále spaliny proudí přes klapky do jednotlivých sekcí tkaninového filtru, kde jsou umístěny filtrační hadice. Spaliny procházejí přes filtrační hadice venkovní stranou dovnitř hadice a tím dochází k oddělení prachových nečistot. Do filtračních hadic jsou vsunuty ocelové nosné klece, aby se zabránilo deformaci hadic. Filtrační hadice se čistí dle celkového diferenčního tlaku filtru. Provádí se plně automaticky pomocí řídicího systému Simatic. Vzduch pro impulsní čištění je zajištěn dmychadly.[14]

Kouřový ventilátor

Kouřový ventilátor od firmy Rothemühle je typický jednočinný radiální ventilátor s aerodynamickou regulací natáčením lopatek regulačního věnce před oběžním kolem (na straně sání). Slouží k odvodu spalin do komína, který je zhotoven z železobetonového pláště a vnitřní šamotové vyzdívkou. Vůle v čepech regulačních lopatek v ukázce obrázku 4-5, může mít za následek špatnou regulovatelnost nebo i úplnou nefunkčnost regulace.[14]



Obr. 4-5 - Vůle v uložení regulačních lopatek kouřového ventilátoru [19]

Odvod popela ze spalovací komory

Odvod popela ze spalovací komory je zajištěn po jednom hrotovém uzávěru v pravém a levém loži. Svody jsou vedeny do chladičů popela. Hrotové uzávěry jsou chlazeny vodou, jelikož odvádějí popel o teplotě cca $850 \text{ }^\circ\text{C}$. [14]

Odvod popela z chladičů fluidní vrstvy

Chladiče fluidní vrstvy zajišťují vychlazení popela odloučeného v cyklónech přivedeného přes fluidní uzávěry a hrotové uzávěry umístěné v šikmé části chladičů fluidní vrstvy. Teplo z popela je odváděno přes teplosměnné plochy výparníku a pomocí fluidizačních dmychadel. Zde dochází k abrazi jak je vidět na obrázku 4-6, která se musí navařením a zabroušením opravit.[14]



Obr. 4-6 - Poškození tlakového celku chladiče fluidní vrstvy abrazi [20]

Chladiče popela

Chladiče popela zajišťují vychlazování ložového popela odpouštěného ze spalovací komory. Chladiče jsou opatřeny fluidním dnem, které zásobuje vzduchem dvojice fluidizačních dmychadel. Z obrázku 4-7 je patrné poškození bočního vedení chladících hadů a poškození skříně chladiče.[14]



Obr. 4-7 - Poškozené závěsy chladících hadů a skříně chladiče popela [21]

Doprava popela z chladičů popela do venkovních sil

Na boku každého chladiče popela jsou připojeny popelovody, které vidíme na obrázku 4-8 a jsou přes výsytku napojeny na šnekové podavače, které dopravují popel do venkovních sil. [14]



Obr. 4-8 - Šnekový podavač [22]

4.2 Analýza stávajícího stavu

Fluidní kotel je v provozu od roku 1997 a provozován je spolu s dalšími kotli na elektrárně, jako hlavní výrobní zařízení pro výrobu elektrické energie a dodávku tepla odběratelům. Kotel je v provozu cca 7500 hodin ročně. Běžné opravy byly prováděny v minulosti 1x ročně v délce 21 dní. Od roku 2003 byly prostoje běžné opravy prodlouženy na 35 dní. I přes prodloužení běžné opravy, neumožňuje prostoje komplexní opravy uvnitř kotle, jako jsou např.: výměna částí tlakového systému, obnova fluidního lože, rozsáhlejší opravy vyzdívek, výměna kompenzátorů atd.[7]

Přestože provozní parametry fluidního kotle, zejména účinnost a ekologické parametry, jsou na velmi vysoké úrovni, projevují se za provozu některé problémy, které vyplývají jak z provozního opotřebení zařízení, tak ne ze zcela optimálního technického řešení částí technologie, jako je například doprava paliva do kotle.[7]

Dalšími potenciálními problémovými částmi jsou vyzdívky kotle, dilatace, tlakový celek a ventilátory, které byly již v minulosti zdrojem poruch. Proto je zapotřebí v rámci generální opravy provést revizi a opravu tohoto zařízení pro zajištění dalšího spolehlivého provozu fluidního kotle. U oprav tohoto charakteru je největším problémem dlouhá doba prostoje a náročnost realizace.[7]

Hlavní úkoly projektu

- Vyčištění začíná probíhat již s odtahem popela, kde je zapotřebí se zaměřit zejména na chladiče fluidní vrstvy, které je zapotřebí z důvodu urychlení odtáhnout přes průlezy a žlaby do přistavených kovových van. Popel se dále odváží na skládku. Po odstavení fluidizačních dmychadel a kouřového ventilátoru se provádí dočišťování kanálů ze spalovací komory do cyklónů, spalovací komora, chladiče fluidní vrstvy, fluidní uzávěry a chladiče popela. Ukončení čištění je signálem pro nástup firem na opravy vnitřních částí kotle, jako jsou například vyzdívky, opravy tlakového celku, nástřik spalovací komory atd. Dočištění otvorů ve fluidních tryskách se provádí koncem generální opravy.
- Jednou z hlavních akcí generální opravy je výměna 4 488 ks filtračních hadic tkaninového filtru. Filtrační hadice se vyměňují v pravidelném intervalu 6 let, což je interval generální opravy. Probíhá na základě doporučení výrobce, který provádí laboratorní analýzu. Projevem dožití je i vyšší úlet tuhých znečišťujících látek (TZL). Z hlediska samotné výměny tato akce přesahuje délku prostoje běžné opravy, jelikož součástí je i oprava regenerace.
- Oprava dilatačních uzlů fluidního kotle je jednou z dalších rozsáhlých akcí, která se díky své náročnosti dá provádět pouze v prostoji generální opravy. Vyžaduje rozsáhlou opravu ocelové vestavby, opravu vyzdívek a samotnou výměnu kompenzátorů.
- Výměna kompenzátorů důležitých dilatačních uzlů kotle:
 - Výstup ze spalovací komory do cyklónů
 - Výstup z cyklónů do spalinových kanálů
 - Výstup ze spalinových kanálů do prostoru druhého tahu
 - Popelové svody do fluidních uzávěrů

- Časté poruchy chladičů popela ve smyslu netěsností chladicího systému, které vyžadovaly odstávku hlavního výrobního zařízení. Na základě vyhodnocení stavu se došlo k závěru, že je zapotřebí soustavu chladících trubek vyměnit. Opotřebením bylo způsobeno abrazí ložového popela. Z časového hlediska je výměna trubek velice náročná a vyžádá si prostoj v celé délce generální opravy. Je zapotřebí provést otevření stropu skříně chladiče popela a provést vyřezání chladících trubek. Výměna se bude provádět od vnější vstupní komory po vnější výstupní komoru. Na závěr před uzavřením skříně chladiče popela se provede nástřik horní řady trubek antiabrazivní hmotou k ošetření před abrazí. Zkušenosti s nástřikem jsou již ze spalovací komory a preferencí v oblasti energetiky.
- Záměna typů řetězových podavačů paliva do kotle. Nový typ redlerového řetězu je jednoduchý výkovek, články jsou spojeny čepem, který je zajištěn pojistným kroužkem. Při váhovém srovnání těchto dvou typů řetězů je nový řetěz, až o polovinu lehčí. Předpokládáme, že po instalaci nového typu řetězu, se prodlouží životnost nejen samotného řetězu, ale i delších částí dopravníku, jako jsou rozety, třecí lišty atd.
- Výměna horního uložení rotoru rotačního ohříváku. Oprava svou náročností je plánována v celém rozsahu prostoje generální opravy.
- Výměna prohnutých a spálených hřidelů hrotových uzávěrů. Časté problémy s ovládáním za provozu kotle. Výměna hrotových uzávěrů chladičů fluidní vrstvy a odvodu popela ze spalovací komory je jedna z hlavních akcí, která je zaměřená na regulaci kotle. U samotných hřidelů dochází vlivem velmi vysokých teplot k prohnutí a spolu s abrazí vykonají své na pohybu při regulaci. Dochází k zadírání a tím k omezení nebo úplné nefunkčnosti regulace při odvodu a chlazení popela. Seřízení a odzkoušení provádí technolog kotelny spolu s elektrikářem.
- Vyložení zásobníků materiálem, který bude zabraňovat vytváření nálepů vlhkého paliva. Investiční akce pro zlepšení provozu a ušetření vzduchu pro odstřelovací děla.
- Dlouhodobým působením vysokých teploty a abrazí cirkulujícího popela, dochází stále k častějším poruchám (uvolnění – vypadnutí) vyzdívek kotle. Poslední porucha porušení vyzdívky levého kanálu mezi spalovací komorou a cyklónem si vyžádala cca 15 denní odstávku. Do jisté míry, je možné rozsah oprav vyzdívek odhadnout z předem prováděných prohlídek v odstávkách. Po odstavení a vychlazení vnitřních prostorů kotle se provede kontrola stavu vyzdívek se zhotovitelem a určí se rozsah oprav. Po ukončení opravy vyzdívek musí dojít k jejich vysušení. Zhotovitel opravy dodá tzv. vysoušecí křivku. Jelikož vysoušení je poslední fáze GO, přechází se z vysoušení plynem na provoz s palivem a následným připojením na společný parovod.

Souhrn hlavních úkolů projektu generální opravy:

- Vyčištění vnitřních prostorů kotle
- Výměna filtračních hadic tkaninového filtru a oprava akustické regenerace
- Oprava dilatačních uzlů kotle
- Výměna kompenzátorů důležitých dilatačních uzlů kotle
- Výměna chladících hadů chladičů popela
- Změna typů řetězových podavačů dopravy uhlí
- Rotační ohřívák vzduchu – výměna horního uložení rotoru
- Hrotové uzávěry - výměna
- Vyložení zásobníků surového uhlí
- Výměny a opravy vyzdívek fluidního kotle

4.3 Plánování GO

Plánování generální opravy probíhá na základě doporučení výrobce zařízení, diagnostiky a historie (záznamů o zařízení).

4.3.1 Technická příprava

Úkolem technické přípravy je:

- Vypracování rozpisu prací, jehož ukázka je na obrázku 4-9, kde jsou uvedena jednotlivá strojní zařízení a k nim jsou přiřazeny plánované opravy. Kompletní rozpis prací generální opravy je v příloze č. 1.
- Zajištění výroby náhradních dílů dle výkresové dokumentace (zadání náhradních dílů do výroby jako jsou: vestavby dilatací, drtící kotouče atd.)
- Zajištění náhradních dílů (armatury, ložiska atd.) (objednávání náhradních dílů přes systém Passport, vystavením žádanky na materiál)
- Vystavení požadavků na kontrakt pro zajištění oprav externí firmou (jsou to například opravy armatur, opravy čerpadel a dmychadel, kde opravu provádí výrobce zařízení)
- Příprava harmonogramu generální opravy (je vytvořen na základě termínů dodávek náhradních dílů a firem provádějících opravy)
- Investiční akce (jmenovitě akce většího rozsahu, rekonstrukce, vylepšení technického stavu, vylepšení ekologie atd.)

pol.	Rozpis prací GO K12	poznámky
	<i>Zauhlování</i>	
1.	Zásobníky surového uhlí	
	vyčištění od nálepů	
	vymytí zásobníků	
	montáž lešení	
	instalace vyložení zásobníků - investiční akce	
	revize čistících trysek a vzduchového systému	
	demontáž lešení	
2.	Uzávěry zásobníků HFA 01,02,03,04	
	kontrola opotřebení uzavíracích desek, kladek	
	vyčistit prostor skříně DU	
	namazat ozubené soukolí	
3.	Vynášecí dopravník HFB 11,21,31,41	
	demontáž vík dopravníku	
	demontáž řetězů a příprava na šrotové míry	
	demontáž poháněcí a vratné stanice	
	výměna rozet a ložisek	
	výměna dna dopravníků	
	výměna mezidna dopravníku a třecích lišt	

Obr. 4-9 – Rozpis prací [23]

4.3.2 Koordinační činnost

Úkolem koordinační činnosti jsou:

- Organizační záležitosti
 - Jmenování pracovníků pověřených řízením a organizací opravy
 - Přejímací komise
 - Jmenování dozoru dodavatelských prací
 - Pověření koordinátora provozu pro GO
 - Pověření koordinátora BOZP a PO
 - Stanovení termínů a místa konání koordinačních porad
 - Požadavky na práce mezi středisky
 - Požadavky na provoz
 - Zajištění materiálu a dodavatelských prací
- Odstavení kotle do GO – potvrdit termíny
- Zajištění kotle do GO
 - Kniha zajištěného zařízení a „BS“ příkazy (BS – zajištění strojního zařízení)
- Rozsah prací
- Harmonogram GO

Podklady pro zpracování harmonogramu (HMG)

- Rozpis prací jednotlivých strojních zařízení
- Časové údaje z uzavřených smluv o dílo (k termínu)
- Obchodní zajištění akcí GO (k termínu)
- Konzultace s pracovníky zadavatele (OPZ)
- Konzultace se zhotoviteli

Stanovení hraničních termínů průběhu GO

- Vychlazení kotle
- Zajištění kotle do GO
- Vyčištění vnitřních částí
- Předání kotle do GO
- Uzavření tlakového celku
- Tlaková zkouška kotle
- Uzavření kotle a provedení přípravy pro zkoušku vzduchospalinového traktu
- Zkouška dmychadel a ventilátorů
- Zkouška plynových hořáků
- Pasivace tlakového celku
- Zapálení kotle – sušení vyzdívek
- Najetí kotle na parametry – dostupnost páry
- Protokolární předání kotle k provozu

Výsledkem plánování je vytvoření harmonogramu

- Název úkolu – stručný název hlavních a vedlejších akcí
- Doba trvání – délka trvání opravy
- Zahájení – zahájení opravy

- Dokončení – dokončení opravy včetně odzkoušení
- Grafické rozvržení – zobrazení akcí a jejich návaznost

Cílem projektu je realizace generální opravy fluidního kotle. Prostož výrobního zařízení je určen v trvání 63 dní.

4.3.3 IT podpora

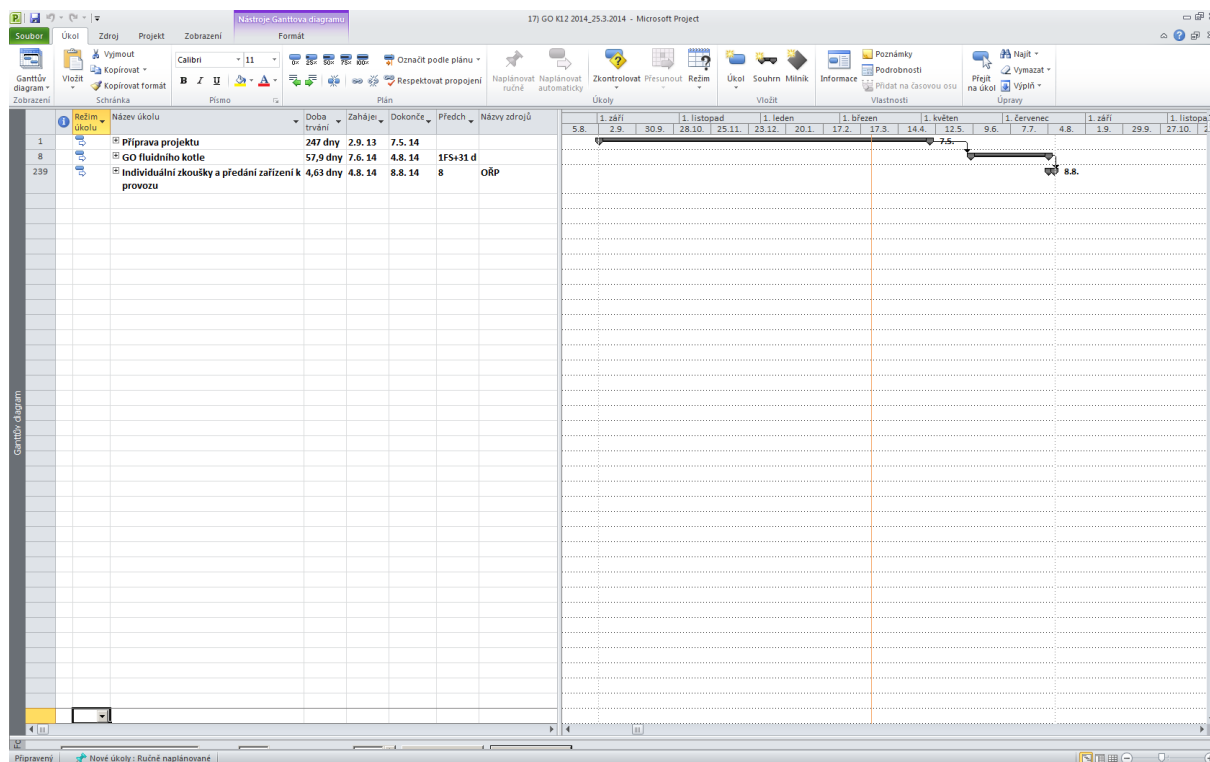
- SW Passport – tvoří SW podporu činnostem ve společnosti a je primárním systémem správy majetku v elektrárnách.[24] Slouží k vystavování pracovních příkazů, požadavků na kontrakt, žádanek na materiál, požadavků na zajištění zařízení atd.
- SW SAP – je podpůrný elektronický systém, souboru funkcí pro podporu analytických činností, finančního řízení, řízení lidských zdrojů, řízení logistiky, apod. SAP je komunikačně napojen na osm dalších systémů, jež podporují procesy ve společnosti ČEZ, a. s., (např. Passport).[25]
- SW TIPOM – tvoří SW pro investice
- SW KPV – registr zařízení, katalog materiálu, tvorba rozpočtu atd.
- SW Microsoft Office

4.4 Projekt GO

Projekt generální opravy fluidního kotle je rozdělen do tří etap, které jsou zobrazeny na obrázku 4-10:

- 1. Příprava projektu generální opravy** – plán oprav je sestavován na základě historických dat, doporučení zhotovitele, diagnostiky atd. Vyžaduje přípravu výkresové dokumentace, schválení plánů a financí projektu.
Zajištění materiálu a zhotovitelů – po ukončení schvalovacího procesu probíhá zajišťování materiálu, kde po zkušenostech počítáme s časovou rezervou před samotnou realizací generální opravy. Provádějí se výběrová řízení zhotovitelů, kteří budou provádět opravy.
- 2. Realizace generální opravy** – jejímž cílem je uvést zařízení do původního projektovaného stavu. Zařízení je rozděleno na jednotlivé logické a technologické celky, kterým jsou přiděleny zdroje provádějící opravy dle požadavku OPZ.
- 3. Individuální zkoušky a předání zařízení k provozu** – provádí se zkouška těsnosti tlakového celku, jednotlivého zařízení tak zařízení celého technologického celku v sekvenci, zda je schopno provozu. Dále proběhne zkouška ventilátorů a plynových hořáků. Pokud zkoušky proběhnou bez závad, přechází se k vysoušení vyzdívek a najetí kotle. Po připojení na společný parovod se zařízení předá k provozu.

Řešení projektu generální opravy obsahující 244 jednotlivých úkolů je v příloze č. 2.



Obr. 4-10 – Microsoft Project 2010 – rozdělení generální opravy na tři etapy

4.5 Harmonogram projektu GO

První etapa: „ Příprava projektu“ je úkol, který je označen jako milník. Příprava projektu, která je v trvání 247 dnů zahrnuje jednotlivé na sebe navazující úkoly:

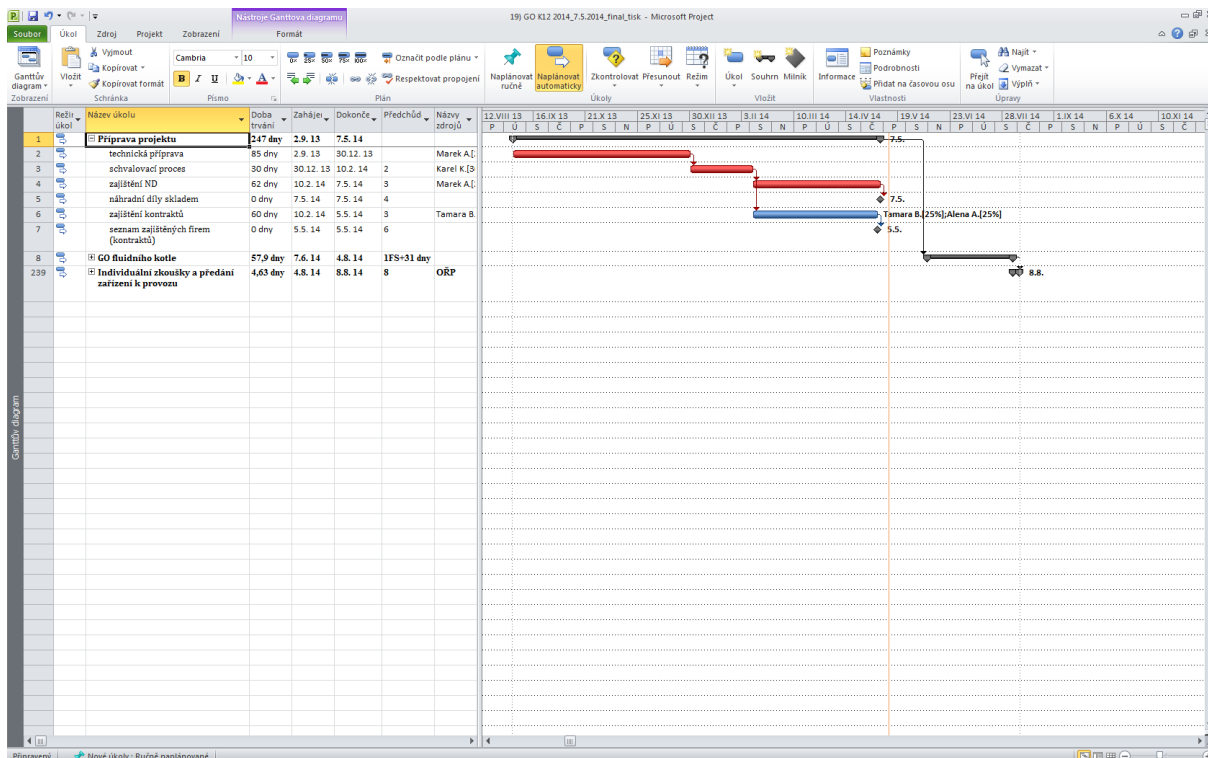
- technickou přípravu,
- schvalovací proces,
- zajištění náhradních dílů
- zajištění kontraktu se zhotoviteli

Jsou zde dva milníky, které určují:

- náhradní díly jsou skladem
- seznam zajištěných firem (kontraktů)

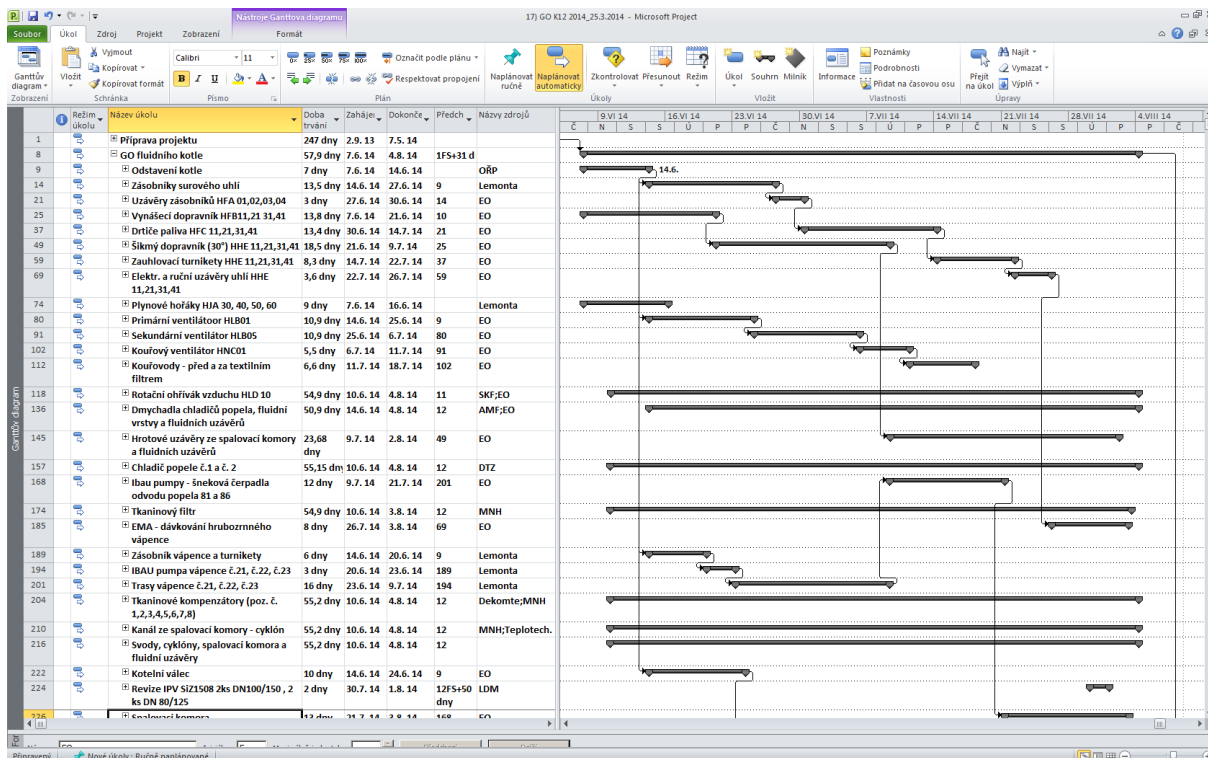
Každý úkol má jasně definovaný termín (začátek a konec), dobu trvání (dny), předchůdce (předcházející úkol, na který navazuje) a označení zdrojů (zdroj zajišťující úkol). V pravé části obrázku 4-11, je celý proces první etapy vidět v grafické podobě – Ganttův diagram.

Mezi první etapou a druhou etapou projektu generální opravy, je vytvořena 31 denní rezerva. Tato rezerva je vřazena mezi jednotlivé etapy projektu z důvodu eliminace možných problémů při dodávkách náhradních dílů a zajišťování zhotovitelů pro opravy.



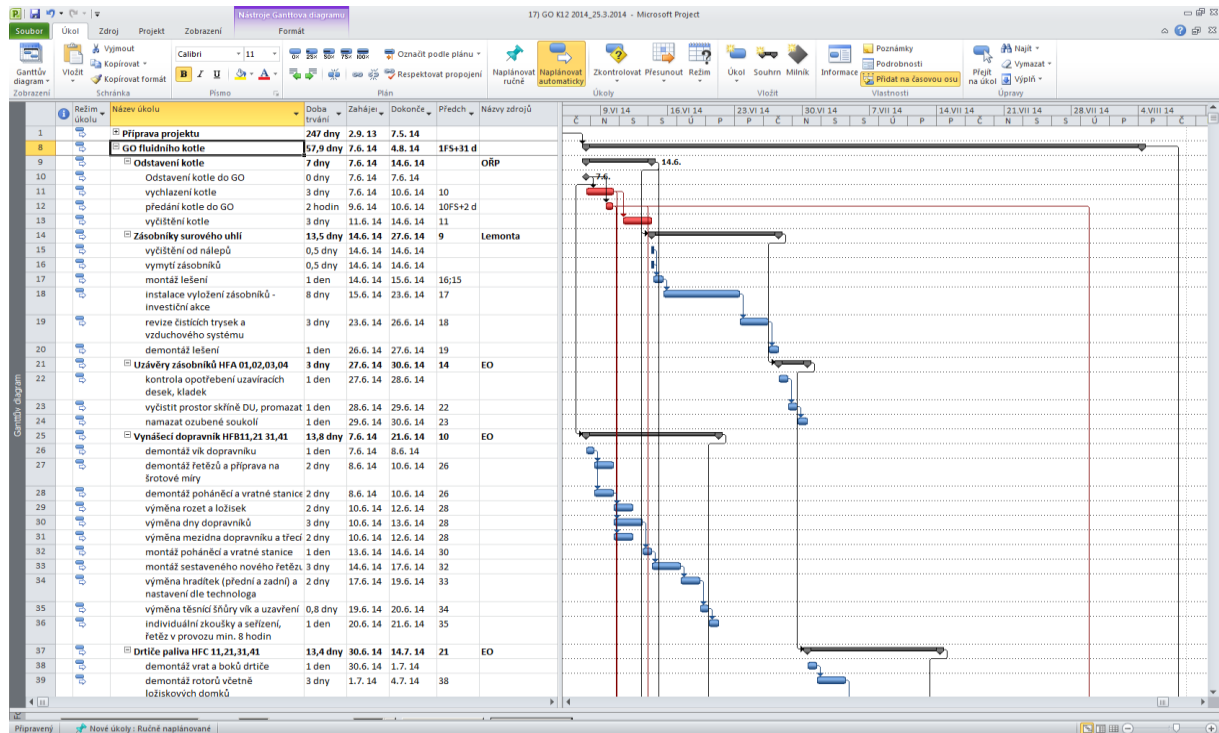
Obr. 4-11 – Microsoft Project 2010 – první etapa projektu GO

Druhá etapa: „GO fluidního kotle“ je vytvořena na základě rozpisu prací a zahrnuje jednotlivé úkoly. Odstávka je v trvání 58 dnů. Každý úkol má jasně definovaný termín (začátek a konec), dobu trvání (dny) předchůdce (předcházející úkol, na který navazuje) a označení zdrojů (zdroj zajišťující úkol). V pravé části obrázku 4-12, je částečně zobrazen proces druhé etapy v grafické podobě – Ganttův diagram.



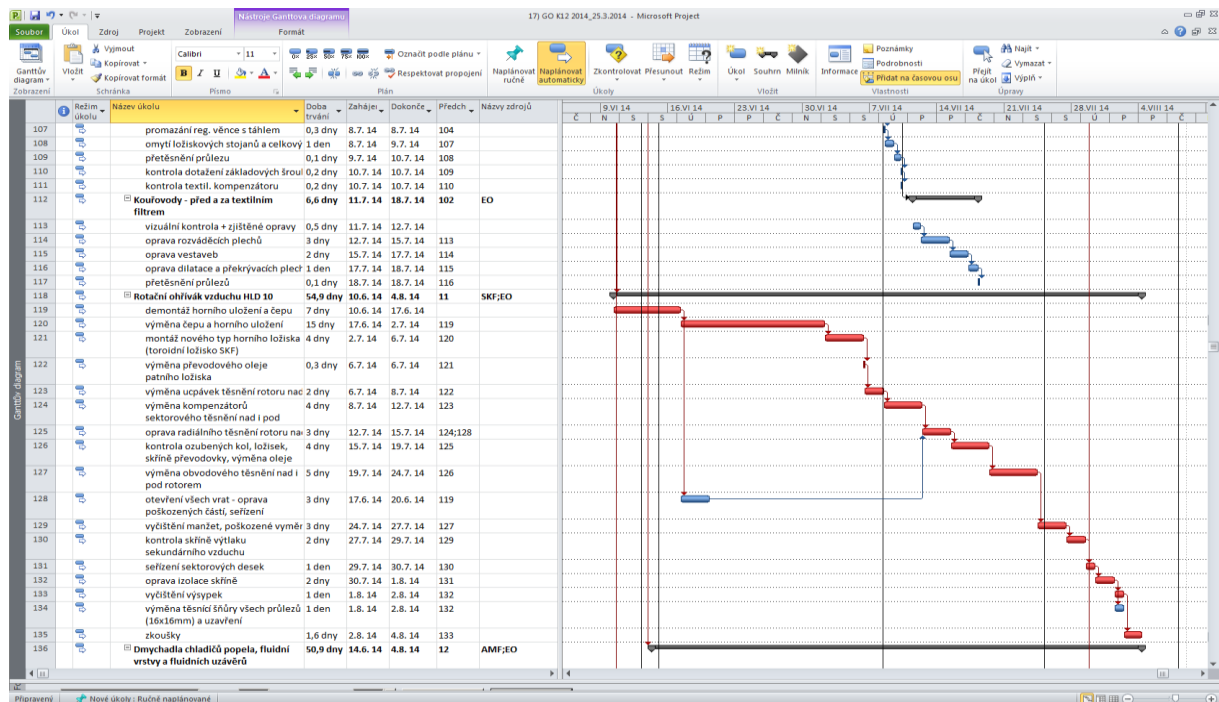
Obr. 4-12 – Microsoft Project 2010 – druhá etapa projektu GO

Zobrazení jedné z kritických cest úkolu projektu „Odstavení kotle“ je vidět na obrázku 4-13. Odstavení kotle je milník, na který navazují další úkoly: vychlazení kotle, předání kotle do GO a vyčištění kotle.



Obr. 4-13 – Microsoft Project 2010 – druhá etapa projektu GO

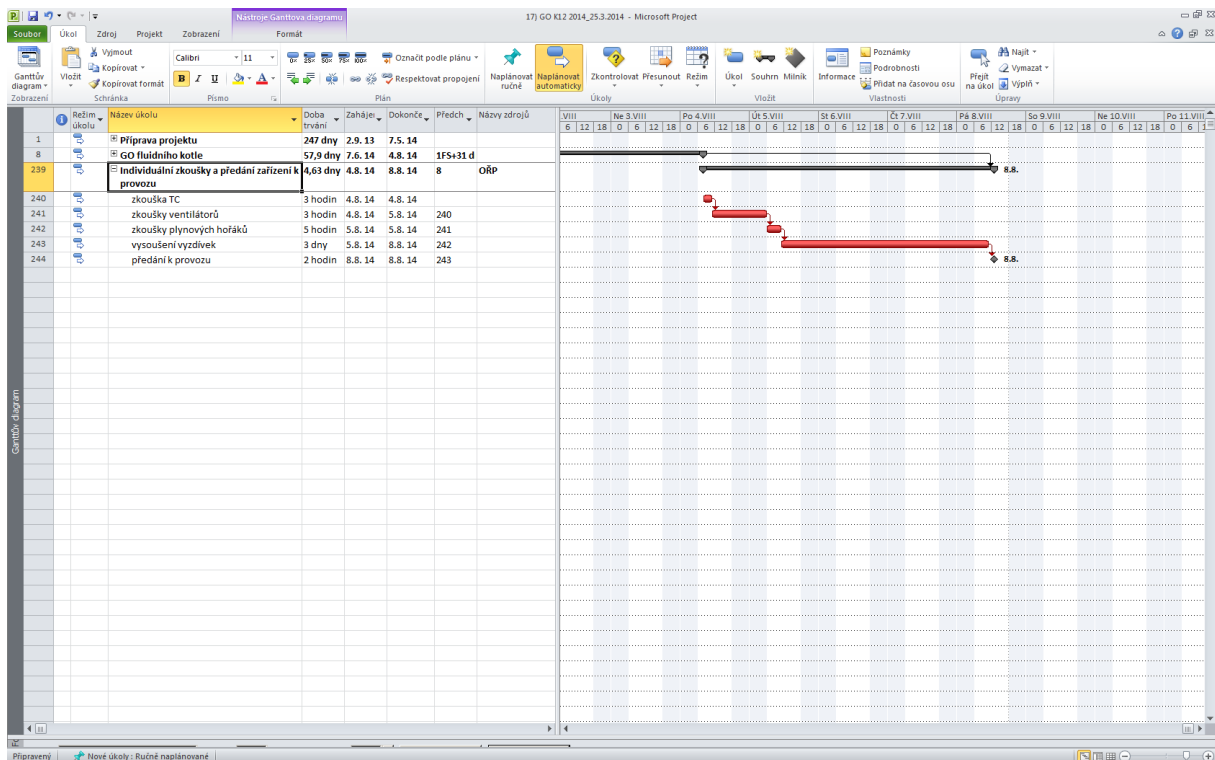
Další z kritických cest projektu je „Rotační ohřívač vzduchu“ a je zobrazena na obrázku 4-14. Úkol předchází úkolu „Vychlazení kotle“ a končí zkouškou v termínu ukončení GO.



Obr. 4-14 – Microsoft Project 2010 – druhá etapa projektu GO – kritická cesta

Třetí etapa: „Individuální zkoušky a předání zařízení k provozu“ je ukončováním generální opravy v trvání 4,6 dnů. V tomto období dochází k provádění zkoušek tlakového celku, ventilátorů, plynových hořáků a vysoušení vyzdívek. Termín 8. 8. je milníkem projektu, kdy se kotel připojí na společný parovod a předá se k trvalému provozu.

Třetí etapa projektu generální opravy je zobrazena na obrázku 4-15 jako kritická cesta, jelikož změna v těchto termínech automaticky prodlužuje odstávku kotle.



Obr. 4-15 – Microsoft Project 2010 – třetí etapa projektu GO

5 Vyhodnocení

Do poloviny roku 2013 bylo technology oddělení kotelna při opravách zařízení, které představovaly větší rozsah a delší prostoje hlavního výrobního zařízení, používán pro vytváření harmonogramů, SW nástroj Microsoft Office - Excel. Řádky představovaly jednotlivé úkoly a sloupky představovaly kalendářní dny. Provádělo se podbarvování čtverců – buněk, kde vznikal přehled o začátku, délce trvání a ukončení úkolů - prací. Takto byl vytvářen souhrnný jednoduchý grafický přehled bez jednotlivých závislostí.

U běžných oprav s roční periodou, byla z pravidla koordinace pod vedením určeného technologa oddělení kotelny. Harmonogram se vytvářel pouze na klíčová zařízení v SW nástroj Microsoft Office – Excel, jako byla například oprava rotačního ohříváku vzduchu, kde se prováděla výměna výhřevných košů a to jako prioritní akce. Zde byly pouze sledovány jen nejdůležitější body, jako je již zmiňovaná výměna výhřevných košů, výměna těsnění rotoru, výměna horního ložiska, výměna cévového ozubení, seřízení a odzkoušení. Zcela zde chyběly sice méně podstatné věci s ohledem na rozsah, ale též důležité pro provoz zařízení. Jako příklad můžeme uvést výměnu kompenzátorů ovládacích táhel k sektorovým deskám, opravu pláště, výměna olejových náplní, výroba a montáž těsnících pásků pro výhřevné koše atd.

Cílem této práce je vytvoření náhledu na údržbové metody strojního zařízení, generální opravu a její realizaci. Pomocí SW nástroje Microsoft Project 2010, je provedeno plánování generální opravy na vybrané strojní zařízení – fluidní kotel o výkonu 350 t/hod. Výsledkem je vytvoření harmonogramu oprav – Ganttův diagram, který je přílohou č. 2. Aby nedocházelo k opomenutí některých oprav, byl vytvořen pilotní projekt pro generální opravu fluidního kotle o 244 jednotlivých úkolech. V projektu generální opravy je zahrnuto veškeré zařízení fluidního kotle, na kterém se plánuje určitý opravárenský zásah. Nechybí zde ani příprava projektu, která je vedena jako první etapa, což představuje přípravu a zajištění oprav. Druhá etapa zahrnuje odstavení kotle do generální opravy a samotnou opravu strojního zařízení. Je zde několik oprav, které jsou na kritické cestě projektu, kde zdržení automaticky posouvá navazující třetí etapu. Jako kritické cesty druhé etapy jsou: oprava rotačního ohříváku vzduchu, výměna tkaninových kompenzátorů, oprava vyzdívek, oprava dmychadel atd. Poslední etapa projektu je faktické ukončení generální opravy. Je zobrazena jako kritická cesta, jelikož je to poslední fáze projektu generální opravy a zdržení by znamenalo nedodržení stanoveného termínu.

Největším přínosem vypracovaného projektu generální opravy fluidního kotle je rozpracovanost projektu generální opravy v nástroji Microsoft Project 2010 do všech položek dle rozpisu prací, který je přílohou č. 1. Dle skutečného stavu v průběhu generální opravy, je možné plán upravovat, sledovat vývoj a tím reagovat na možné odchylky v projektu. Je vytvořen komplexní náhled na průběh generální opravy a tím nemůže docházet k opomenutí úkolů tak, jak se to v minulosti nejednou vyskytovalo.

V současné době jsou již pro rok 2014 smluvně zajištěni všichni zhotovitelé podílející se na opravách fluidního kotle FK2. Jedná se o firmy, jako jsou např.: AMF Kladno, LDM, Teplotechna Ostrava, DTZ Liberec, BG SYS, Lemonta, PBS Třebíč Atlas Copco, Alstom atd. Provádí se poslední kontroly, zda jsou požadované náhradní díly skladem a zda vyhovují požadavkům.

Harmonogram generální opravy je vytvořen pro skutečnou opravu v roce 2014, která bude probíhat v termínu: 7. 6. – 8. 8. 2014.

6 Závěr

Pravidelné údržbářské zásahy jsou zapotřebí nejen pro zachování spolehlivosti výrobního zařízení, ale i pro ekonomičnost provozu. Mělo by být v zájmu manažerů firmy, vyvarovat se poruchovým stavům, prováděním oprav v pravidelných intervalech. Jednou z možností je provádět opravy dle předem stanovených plánů, které se provádějí v různých časových intervalech. Mezi tyto zásahy patří plánovaná údržba, plánované běžné a generální opravy. Jednou z možností je provádět opravy dle plánu při využití SW nástroje Microsoft Project 2010. Byla vytvořena praktická studie v SW nástroji Microsoft Project 2010 pro aplikaci na vybrané strojní zařízení, kterou vidím jako největší přínos pro řízení projektu generální opravy. Na první pohled jsou ve vytvořeném projektu vidět názvy úkolů, vazby mezi úkoly, termíny zahájení a ukončení úkolů, doba trvání úkolů a firmy provádějící práce. V projektu generální opravy je veškeré zařízení, na kterém se plánuje určitý opravárenský zásah. To v praxi znamená, že nejsou vybrány jen stěžejní úkoly vybraného zařízení. Mnohdy docházelo při takto rozsáhlém projektu k opomenutí méně podstatných oprav, což mělo za následek jejich neprovedení. Tím se snížila dostupnost zařízení v důsledku častějších poruch. Nemalým přínosem je sjednocení vedení oprav. Jelikož dochází k obměnám koordinátorů generálních oprav, je tato bakalářská práce též vedena ve smyslu seznámení se s principem jednotného vedení oprav a tím i zjednodušení komunikaci v projektovém týmu. Potvrdilo se, že lze dle SW Microsoft Project 2010 zkvalitnit opravy, které jsou vedeny jako projekty.

Zdroje

- [1] RAKYTA, M. *Údržba ako zdroj produktivity*, 1. vyd. Žilina: Slovenské centrum produktivity, 2002. 198 s. ISBN 80-968324-3-3.
- [2] BOLEDOVIČ, L. Odhalení potenciálů v údržbě – děláme údržbu správně? *Řízení & údržba průmyslového podniku*. Září 2013, s. 32. ISSN 1803 – 4535
- [3] BURGOONOVÁ, M., ECKTMAN, J., WRIGHTOVÁ, J., Kombinovaný způsob údržby a strategie hospodaření s energiemi zvýší produktivitu výroby a sníží náklady. *Řízení & údržba průmyslového podniku*. Duben 2013, s. 39. ISSN 1803 – 4535
- [4] LÍBAL, V. a kolektiv, *Organizace a řízení výroby*, SNTL, Praha, 1983
- [5] MICHALÍK, P. Měřte svou údržbu. *Řízení & údržba průmyslového podniku*. Říjen 2011, s. 8. - 10. ISSN 1803 – 4535
- [6] KLÁN, J. Audity systému řízení údržby v českých podmínkách. *Řízení & údržba průmyslového podniku*. Říjen 2011, s. 11. ISSN 1803 – 4535
- [7] Interní materiál ETI, ULLMANN, L., POLOČEK, P., KLÍMA, D., ŠLAJ, M., *GOR kotle K11 v roce 2004*
- [8] Porovnání open-source CASE nástrojů pro řízení projektů
<http://panrepa.org/CASE/zima2010/case_v_rizeni_projektu_zima2010.pdf>
- [9] OpenProj, <<http://www.openproj.cz/>>
- [10] DVOŘÁK, D., KALIŠ, J. a SIRUČEK, J., *Mistrovství v Microsoft Project 2010*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, a. s., 2011. 520 s. ISBN 978-80-251-3074-2.
- [11] VACHUN, R a kolektiv. *Fluidní kotel*, Vydalo Výcvikové středisko energetiky, s.r.o. 1996
- [12] Fluidní kotel, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fluidn%C3%AD_kotel>
- [13] ČEZ, a.s., <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/tisova.html>>
- [14] ČEZ, a.s., *Místní provozní předpis pro obsluhu fluidního kotle K 12*
- [15] Mapa umístění Tisové, <<http://www.mapy.cz/>>
- [16] Interní materiál ETI, *Základní schéma fluidního kotle*
- [17] Interní materiál ETI, *Spalovací komora – fluidní dno*
- [18] Interní materiál ETI, *Poškozené teplosměnné plochy košů regeneračního ohříváku*
- [19] Interní materiál ETI, *Vůle v uložení regulačních lopatek kouřového ventilátoru*
- [20] Interní materiál ETI, *Poškození tlakového celku chladiče fluidní vrstvy abrazí*
- [21] Interní materiál ETI, *Poškozené závěsy chladičích hadů a skříň chladiče popela*
- [22] Interní materiál ETI, *Šnekový podavač*
- [23] Interní materiál ETI, *Rozpis prací*
- [24] ČEZ, a.s.,
<<http://iportal.cezdata.corp:9990/isc/ch/f.1/p.article.shtml?p=/n.8000/p.01.14082/p.01.56762/p.01.59402.html>>
- [25] ČEZ, a.s.,
<<http://iportal.cezdata.corp:9990/isc/ch/f.1/p.article.shtml?p=/n.40/p.82/p.01.3181.html>>

PŘÍLOHA č. 1

Rozpis prací

pol.	Rozpis prací GO K12	poznámky
	<i>Zauhlování</i>	
1.	<u>Zásobníky surového uhlí</u>	
	vyčištění od nálepů	
	vymytí zásobníků	
	montáž lešení	
	instalace vyložení zásobníků - investiční akce	
	revize čistících trysek a vzduchového systému	
	demontáž lešení	
2.	Uzávěry zásobníků HFA 01,02,03,04	
	kontrola opotřebení uzavíracích desek, kladek	
	vyčistit prostor skříně DU	
	namazat ozubené soukolí	
3.	Vynášecí dopravník HFB 11,21,31,41	
	demontáž vík dopravníku	
	demontáž řetězů a příprava na šrotové míry	
	demontáž poháněcí a vratné stanice	
	výměna rozet a ložisek	
	výměna dna dopravníků	
	výměna mezidna dopravníku a třecích lišt	
	montáž poháněcí a vratné stanice	
	montáž sestaveného nového řetězu	
	výměna hradítek (přední a zadní) a nastavení dle technologa	
	výměna těsnící šňůry vík a uzavření	
	individuální zkoušky a seřízení, řetěz v provozu min. 8 hodin	
4.	Drtiče paliva HFC 11,21,31,41	
	demontáž vrat a boků drtiče	
	demontáž rotorů včetně ložiskových domků	
	demontáž kladiv, ramen, ucpávkových pouzder a ložisek	
	demontáž pancéřování vrat a boků drtiče	
	výměna kompenzátorů nad drtiči	
	výměna kompenzátorů pod drtiči	
	montáž nového pancéřování vrat a boků drtiče	
	montáž ramen, kladiv, ucpávkových pouzder a ložisek	
	montáž rotoru	
	uzavření vrat	
	individuální zkoušky a seřízení mezery	
5.	Šikmý dopravník (30°) HHE 11,21,31,41	
	demontáž vík dopravníku	
	demontáž řetězů a příprava na šrotové míry	

	demontáž poháněcí a vratné stanice	
	výměna rozet a ložisek	
	výměna lišt dopravníku	
	montáž poháněcí a vratné stanice	
	montáž sestaveného nového řetězu	
	výměna těsnící šňůry vík a uzavření	
	individuální zkoušky a seřízení, řetěz v provozu min. 8 hodin	
6.	Zauhlovací turnikety HHE 11,21,31,41	
	demontáž vzduchového potrubí, 100 % pročištění a zpětná montáž	
	výměna kompenzátorů	
	výměna ložisek	
	kontrola ozubeného soukolí – promazat	
	výměna čistících lišt čističe turniketových kol	
	výměna těsnících lišt rotoru	
	výměna všech pouzder a ucpávek	
	seřízení průtoku ucpávkového vzduchu	
	oprava svodu pod turniketem	
7.	Elektr. a ruční uzávěry uhlí HHE 11,21,31,41	
	vyčištění a kontrola funkce	
	kontrola opotřebení	
	výměna všech ucpávek	
	demontáž vzduchového potrubí, pročištění a zpětná montáž	
	<i>Plyn</i>	
8.	Plynové hořáky HJA 30,40,50,60	
	filtr DN 150/40 – 4x filtr na vstupu – provést vyčištění	
	kontrola ucpávek ruč. vent. odběru plynu DN 10 na kt. 4,5 a 8,5m – (celkem 26 ks)	
	provést výměnu vzduchového vířiče v ústí plyn. hořáků ve SK a ústí plyn. hořáků ve SK	
	výměna zaústění do SK (nerez)	
	výměna armatury HUK (DN200) kt.28,0 m	
	<i>Ventilátory a kouřovod</i>	
9.	Primární ventilátor HLB 01	
	kontrola oběžného kola	
	revize (výměna) pevného a volného ložiska, popř.oprava ložiskových těles	
	vyčištění nádrže a výměna olejové náplně centrálního mazání včetně vyčištění olejových filtrů	
	výměna regulace	

	omytí ložiskových stojanů a celkový úklid	
	přetěsnění průlezu	
	kontrola dotažení základových šroubů	
	kontrola (výměna) kompenzátorů	
	vyčištění chladiče oleje	
	výměna ucpávkového systému	
10.	Sekundární ventilátor HLB 05	
	kontrola oběžného kola	
	revize (výměna) pevného a volného ložiska, popř. oprava ložiskových těles	
	vyčištění nádrže a výměna olejové náplně centrálního mazání včetně vyčištění a opravy olej.filtrů	
	výměna regulace	
	omytí ložiskových stojanů a celkový úklid	
	přetěsnění průlezu	
	kontrola dotažení základových šroubů	
	kontrola (výměna) kompenzátorů	
	vyčištění chladiče oleje	
	výměna ucpávkového systému	
11.	Kouřový ventilátor HNC 01	
	kontrola lopatek regulačního věnce, popř. opravy a seřízení	
	výměna 18 ks ložisek regulačního věnce	
	kontrola oběžného kola - OPZ	
	revize pevného a volného ložiska, popř. výměna ložiskových těles, výměna náplní	
	promazání reg. věnce s táhlem	
	omytí ložiskových stojanů a celkový úklid	
	přetěsnění průlezu	
	kontrola dotažení základových šroubů	
	kontrola textil. kompenzátoru	
12.	Kouřovody - před a za textilním filtrem	
	vizuální kontrola + zjištěné opravy	
	oprava rozváděcích plechů	
	oprava vestaveb	
	oprava dilatace a překrývacích plechů	
	přetěsnění průlezů	
	<i>Rotační ohřívák vzduchu</i>	
13.	Rotační ohřívák vzduchu HLD 10	
	demontáž horního uložení a čepu	
	výměna čepu a horního uložení	

	montáž nového typu horního ložiska (toroidní ložisko SKF)	
	výměna převodového oleje patního ložiska	
	výměna ucpávek těsnění rotoru nad i pod	
	výměna kompenzátorů sektorového těsnění nad i pod rotorem	
	oprava radiálního těsnění rotoru nad	
	kontrola ozubených kol, ložisek, skříně převodovky, výměna oleje	
	výměna obvodového těsnění nad i pod rotorem	
	otevření všech vrat - oprava poškozených částí, seřízení	
	vyčištění manžet, poškozené vyměnit	
	kontrola skříně výtlačku sekundárního vzduchu	
	seřízení sektorových desek	
	oprava izolace skříně	
	vyčištění výsypek	
	výměna těsnící šňůry všech průlezů (16x16mm) a uzavření	
	<i>Odvod popela</i>	
14.	Dmychadla chladičů popela, fluidní vrstvy a fluidních uzávěrů	
	GO + revize dmychadel	
	kontrola, popř. opravy zpětných klapek a dotažení manžet	
	vyčištění filtrů, popř. výměna	
	výměna oleje v převodovkách	
	výměna a seřízení klínových řemenů a seřízení sousosti řemenic	
	prohlídka, popř. oprava gumových kompenzátorů.	
	kontrola základových šroubů.	
	revize poj. ventilů + kloboučků	
15.	Hrotové uzávěry ze spalovací komory a fluidních uzávěrů	
	demontáž stojanu	
	demontáž hřidelů	
	úprava žáruvzdorného pouzdra	
	montáž hřidelů	
	výměna ucpávek	
	vyčištění vzduchového potrubí těsnícího vzduchu od hlavní armatury	
	demontáž rozvodů chladicí vody po potrubí DN300	
	natažení nového potrubí DN80	
	úprava vstupu chladicí vody k hřidelům	
	zkouška těsnosti	
	seřízení hrotových uzávěrů	
16.	Chladič popele č.1 a č. 2	
	otevření průlezů, čištění	
	demontáž izolace	
	demontáž střechy chladiče popela	
	vyřezání chladicích hadů, příprava na šrotové míry a odvoz	

	oprava skříně chladiče popela	
	montáž nových chladících hadů	
	vrchní řada opatřena nástřikem proti abrazi	
	zkouška těsnosti na požadovaný tlak	
	montáž střechy chladiče popela	
	montáž izolace	
17.	Ibaw pumpy - šneková čerpadla odvodu popela 81 a 86	
	demontáž šnekových čerpadel a odvoz na šrotiště	
	úprava frém	
	kontrola průchodnosti svodů	
	výměna potrubí odprašení	
	montáž nových šnekových čerpadel	
	<i>Tkaninový filtr</i>	
18.	Tkaninový filtr	
	otevření komor a průlezů do výsypek	
	demontáž filtračních hadic (4488 ks)	
	doprava na kótu 0 m. a odvoz na skládku	
	doprava nových filtračních hadic a transport k montáži	
	montáž nových filtračních hadic vyrovnání	
	výměna patních ložisek	
	zaprášení nových filtračních hadic při najíždění kotle	
	revize dmychadel regenerace	
	revize akustické regenerace (regenerace, kompresory, SV a odvaděče)	
	zkoušky akustické regenerace	
	<i>Vápenkové hospodářství</i>	
19.	EMA - dávkování hrubozrnného vápence	
	kontrola - oprava dopravníků systému EMA (turniketů, válečků, napínání, pohonů, pasů, šneků, přesypů atd.)	
	kontrola - oprava odprašovacích jednotek (výměna filtrů)	
	kontrola čeření síla	
20.	Zásobník vápence a turnikety	
	příprava síla pro revizi	
	výměna filtračních hadic odprašovací jednotky	
	kontrola ventilátoru	
	revize turniketů	
21.	IBAU pumpa vápence č.21, č.22, č.23	
	přetěsnění pumpy - výměna ucpávky	
	výměna oleje	

	kontrola opotřebení, popř. výměna koncové lopatky, eventuálně šneku	
	kontrola klapky a uložení	
	pročištění potrubí ucpávkového vzduchu	
	kontrola spojky	
22.	Trasy vápence č.21, č.22, č.23	
	výměna a narovnání potrubí	
	zvýšit počet vstupů EMK21 a 22 do SK na 4 +4 - zajistit armatury	
	<i>Kompenzační uzly</i>	
23.	Tkaninové kompenzátory (poz. č. 1,2,3,4,5,6,7,8)	
	montáž lešení	
	demontáž kompenzátorů	
	oprava vestavby (kompenzačních uzlů spalovací komora - cyklón)	
	montáž nových kompenzátorů	
	demontáž lešení	
	<i>Vyzdívky kotle</i>	
24.	Kanál ze spalovací komory - cyklón	
	Montáž lešení	
	bourání vyzdívek	
	oprava vestavby a navaření kotev	
	vyzdívání	
	demontáž lešení	
25.	Svody, cyklóny, spalovací komora a fluidní uzávěry	
	Montáž lešení	
	bourání vyzdívek	
	oprava lavic a navaření kotev	
	Vyzdívání	
	demontáž lešení	
	<i>Talkový systém</i>	
26.	Kotelní válec	
	otevření vík válce pro kontrolu typu „C“	
27.	Revize IPV SiZ1508 2ks DN100/150 , 2 ks DN 80/125	
28.	Spalovací komora	
	odběr vzorků	
	<i>Armatury</i>	
29.	Armatury	

	Napájecí hlava LAB – větev 100%	
	30% ohoz nap. hlavy	
	Baterie odvodušnění kotle HAN	
	Armatury 5, 6 a 7 patro	
	Baterie armatur vstříků LAE31,41,32,42	
	Vložený chladicí okruh	
	Deskový výměník G -MAR 2ks	
	Baterie odvodnění přehřívákových komor HAN	

PŘÍLOHA č. 2

Projekt GO

ID	Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci	Názvy zdrojů	21. červenec	1. květen
1		Příprava projektu	247 dny	2.9.13	7.5.14			8.7.	14.4.
8		GO fluidního kotle	57,9 dny	7.6.14	4.8.14	IFS+31 dny			7.5.
239		Individuální zkoušky a předání zařízení k provozu	4,63 dny	4.8.14	8.8.14	8	ORP		8.8.

ID	Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci	Názvy zdrojů
1		Příprava projektu	247 dny	2.9. 13	7.5. 14		
2		technická příprava	85 dny	2.9. 13	30.12. 13		Marek A.[1]
3		schvalovací proces	30 dny	30.12. 13	10.2. 14	2	Karel K.[3]
4		zajištění ND	62 dny	10.2. 14	7.5. 14	3	Marek A.[1]
5		náhradní díly skladem	0 dny	7.5. 14	7.5. 14	4	
6		zajištění kontraktů	60 dny	10.2. 14	5.5. 14	3	Tamara B.[2]
7		seznam zajištěných firem (kontraktů)	0 dny	5.5. 14	5.5. 14	6	
8		GO fluidního kotle	57,9 dny	7.6. 14	4.8. 14	IFS+31 dny	
239		Individuální zkoušky a předání zařízení k provozu	4,63 dny	4.8. 14	8.8. 14	8	ORP

ID	Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci	Názvy zdrojů	9.VI.14			23.VI.14			7.VII.14			21.VII.14			4.VIII.14			
								Č	P	Ú	S	S	N	Č	P	Ú	S	S	N	Č	P	Ú	S
57		výměna těsnící šňůry vík a uzavření	1,5 dny	7.7.14	8.7.14	56																	
58		individuální zkoušky a seřízení, řetěz v provozu min. 8 hodin	1 den	8.7.14	9.7.14	57																	
59		Zauhlovací turnikety HHE 11.21.31.41	8,3 dny	14.7.14	22.7.14	37	EO																
60		demontáž vzduchového potrubí, 100 % pročištění a zpeřná	0,4 dny	14.7.14	14.7.14	60																	
61		výměna kompenzátorů	3 dny	14.7.14	17.7.14	61																	
62		výměna ložisek	3 dny	17.7.14	20.7.14	62																	
63		kontrola ozubeného soukolí – promazat	0,2 dny	20.7.14	20.7.14	62																	
64		výměna čistících listů či stíče turniketových kol	1,5 dny	20.7.14	22.7.14	62																	
65		výměna těsnících listů rotoru	1,5 dny	20.7.14	22.7.14	62																	
66		výměna všech pouzder a ucpávek	0,3 dny	20.7.14	20.7.14	62																	
67		seřízení průtoku ucpávkového vzduchu	0,1 dny	20.7.14	21.7.14	66																	
68		oprava svaodu pod turniketem	1,5 dny	21.7.14	22.7.14	67																	
69		Elektr. a ruční uzávěry uhlí HHE 11.21.31.41	3,6 dny	22.7.14	26.7.14	59	EO																
70		vycištění a kontrola funkce	2 dny	22.7.14	24.7.14																		
71		kontrola opotřebení	0,2 dny	24.7.14	24.7.14	70																	
72		výměna všech ucpávek	0,4 dny	24.7.14	25.7.14	71																	
73		demontáž vzduchového potrubí, pročištění a zpeřná montáž	1 den	25.7.14	26.7.14	72																	
74		Plynové hořáky HJA 30, 40, 50, 60	9 dny	7.6.14	16.6.14		Lemonta																
75		filtr DN 150/40 – 4x filtr na vstupu – provést vycištění	1 den	7.6.14	8.6.14																		
76		kontrola ucpávek ruč. vent. odběru plynu DN 10 na kt. 4, 5 a 8.5m – (celkem 26 ks)	1 den	8.6.14	9.6.14	75																	
77		provést výměnu vzduchového višče v ústí plyn. hořáků ve SK a ústí plyn. hořáků ve SK	1 den	9.6.14	10.6.14	76																	
78		výměna zaustěrní do SK (nerez)	4 dny	10.6.14	14.6.14	77																	
79		výměna armatury HUK (DN200) kt.28.0 m	2 dny	14.6.14	16.6.14	78																	

ID	Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci	Názvy zdrojů	2014											
								Č	9.VI.14	23.VI.14	7.VII.14	21.VII.14	4.VIII.14						
176		demontáž filtračních hadic (4488 ks)	10 dny	10.6.14	20.6.14	175													
177		doprava na kótu 0 m. a odvoz na skládku	2 dny	20.6.14	22.6.14	176													
178		doprava nových filtračních hadic a transport k montáži	3 dny	22.6.14	25.6.14	177													
179		montáž nových filtračních hadic	29 dny	25.6.14	24.7.14	178													
180		vyrovnění	4,4 dny	24.7.14	28.7.14	179													
181		výměna patřících ložisek	0,5 dny	28.7.14	29.7.14	180													
182		zprášení nových filtračních hadic při naitžení	3 dny	29.7.14	1.8.14	181													
183		revize dmychadel regenerace (regenerace, kompresory, SV a odvaděče)	2 dny	1.8.14	3.8.14	182													
184		revize akustické regenerace (zkoušky akustické regenerace)	0,5 dny	3.8.14	3.8.14	183													
185		EMA - dávkování hrubozrnitého vápence	8 dny	26.7.14	3.8.14	69	EO												
186		kontrola - oprava dopravníků systému EMA (turniketů, válečků, napínání, pohonů, pasů, šneků - nřesví atd)	5 dny	26.7.14	31.7.14														
187		kontrola - oprava odprašovacích jednotek (výměna filtrů)	2 dny	31.7.14	2.8.14	186													
188		kontrola četění síla	1 den	2.8.14	3.8.14	187													
189		Zásobník vápence a turnikety	6 dny	14.6.14	20.6.14	9	Lemonta												
190		příprava síla pro revizi	1 den	14.6.14	15.6.14														
191		výměna filtračních hadic odprašovací jednotky	3 dny	15.6.14	18.6.14	190													
192		kontrola ventilátoru	1 den	18.6.14	19.6.14	191													
193		revize turniketů	1 den	19.6.14	20.6.14	192													
194		IBAU pumpa vápence č.21, č.22, č.23	3 dny	20.6.14	23.6.14	189	Lemonta												
195		přetěsnění pumpy - výměna ucpávk	1 den	20.6.14	21.6.14														
196		výměna oleje	1 den	21.6.14	22.6.14	195													
197		kontrola opotřebení, popř. výměna koncové lopatky a šneku	1 den	21.6.14	22.6.14	195													

ID	Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci	Názvy zdrojů	2014										
								Č	P	Ú	S	23.VI.14	7.VII.14	21.VII.14	4.VIII.14			
225	☞	Revize IPV SiZ1508 2ks DN100/150 . 2 ks DN 80/125	2 dny	30.7.14	1.8.14													
226	☞	Spalovací komora	13 dny	21.7.14	3.8.14	168	EO											
227	☞	Montáž lešení	4 dny	21.7.14	25.7.14	217												
228	☞	odběr vzorků	6 dny	25.7.14	31.7.14	227												
229	☞	Demontáž lešení	3 dny	31.7.14	3.8.14	228;220												
230	☞	Armatury	29 dny	24.6.14	23.7.14	222	EO											
231	☞	Napájecí hlava LAB – větev 100%	4 dny	24.6.14	28.6.14													
232	☞	30% ochoz nap.hlavy	3 dny	28.6.14	1.7.14	231												
233	☞	Baterie odvodušnění kotle HAN	5 dny	1.7.14	6.7.14	232												
234	☞	Armatury 5,6,7 patro	3 dny	6.7.14	9.7.14	233												
235	☞	Baterie armatur vsříků LAE31.41.32.42	3 dny	9.7.14	12.7.14	234												
236	☞	Vložený chladič okruhů	4 dny	12.7.14	16.7.14	235												
237	☞	Deskový výměník G -MAR 2ks	5 dny	16.7.14	21.7.14	236												
238	☞	Baterie odvodnění třetířádkových komor HAN	2 dny	21.7.14	23.7.14	237												
239	☞	Individuální zkoušky a předání zařízení k provozu	4,63 dny	4.8.14	8.8.14	8	ORP											

ID	Režim úkolu	Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Předchůdci	Názvy zdrojů	Po 4.VIII	St 6.VIII	Pá 8.VIII	Ne 10.VIII	Út 12.VIII
1		Příprava projektu	247 dny	2.9.13	7.5.14			0	0	0	0	0
8		GO fluidního kotle	57,9 dny	7.6.14	4.8.14	IFS+31 dny						
239		Individuální zkoušky a předání zařízení k provozu	4,63 dny	4.8.14	8.8.14	8	ORP					
240		zkouška TC	3 hodin	4.8.14	4.8.14							
241		zkoušky ventilátorů	3 hodin	4.8.14	5.8.14	240						
242		zkoušky plynových hořáků	5 hodin	5.8.14	5.8.14	241						
243		vysošení vyzdívek	3 dny	5.8.14	8.8.14	242						
244		předání k provozu	2 hodin	8.8.14	8.8.14	243						

<p>Projekt: GO K12 Marek Pavlíček S10B0197K</p>	